



© Yannick Pogniat - Onema

LES

Dossiers

DE L'ONEMA

Post'it

Les premiers pas d'un réseau de lacs sentinelles dans les Alpes

Dossier préparé par la délégation à l'information et la communication avec Philippe Moullec (SD 05) et Sylvain Richard (Délégation interrégionale Méditerranée)

Les plans d'eau font l'objet d'une attention toute particulière à l'Onema. Le pôle d'études et de recherche Onema / Irstea en hydroécologie des plans d'eau se mobilise avec les chargés de mission de la direction de l'action scientifique et technique et les ingénieurs des délégations interrégionales, pour améliorer les connaissances et apporter les méthodes et outils nécessaires à l'évaluation de l'état écologique et à une meilleure gestion de ces masses d'eau. Suite au séminaire de Vogüé, un groupe de travail interne à l'établissement, rassemblant tous les référents des DIR et des chargés de mission de la DG est désormais opérationnel pour partager les méthodes et les expériences. Certaines initiatives locales méritent par ailleurs d'être relevées.

Un partenariat se met en place dans le département des Hautes-Alpes pour constituer un réseau de suivi des lacs naturels d'altitude. L'objectif est double : comprendre l'évolution des lacs d'altitude au regard des changements globaux et aider les gestionnaires à préserver ces milieux sensibles. Dans ce cadre, le service départemental des Hautes-Alpes a organisé, en août dernier, une opération conjointe avec le parc national des Écrins et l'université de Provence pour réaliser des mesures et des prélèvements sur deux lacs d'altitude situés au cœur du parc national des Écrins.

Emblématiques des paysages de haute montagne, les lacs naturels localisés à plus de 2 000 mètres d'altitude se comptent par centaines dans les différents massifs alpins. Issus pour la plupart d'entre eux du retrait des glaciers, ils sont alimentés essentiellement par les eaux de fonte des neiges et de la glace au printemps. Recouverts d'une épaisse couche de glace durant huit mois de l'année, ils sont plongés dans l'obscurité et privés ainsi d'échange avec le milieu extérieur. Très peu minéralisés, ils comportent naturellement un faible nombre d'espèces.

Des milieux d'une sensibilité extrême

Difficilement accessibles, les lacs d'altitude ont été préservés des principales altérations liées aux usages et activités humaines : aménagements pour l'hydroélectricité, prélèvements d'eau, rejets en azote et phosphore, aménagement des berges... Les seules activités susceptibles de les impacter sont le pastoralisme, le tourisme et la pratique de la pêche, après l'introduction de poissons.

Mais ces milieux, sous l'influence directe des courants atmosphériques, ne sont pas

pour autant indemnes de contaminations chimiques par divers polluants issus des pôles industriels plus ou moins lointains. Métaux lourds, pesticides et plastifiants peuvent être ainsi retrouvés dans les

différents compartiments de l'écosystème, notamment les sédiments et les poissons. Cette contamination par les masses d'air a déjà fait l'objet de programmes de recherche européens.



© P. 03 - Onema

Lac Pavé, 2 841 mètres d'altitude - Parc national des Écrins



© René Comraud - Onema

Lac Malriff - Parc régional du Queyras

Leurs particularités - taille réduite, climat, isolement, petit nombre d'espèces, faible minéralisation - confèrent aux lacs d'altitude une très grande sensibilité à toute perturbation biologique ou chimique de leur environnement. Une modification mineure mais rapide de leur équilibre écologique peut ainsi remettre en cause

significativement leur fonctionnement. En ce sens, les changements climatiques prévus pour les prochaines décennies - les scénarii prévoient une augmentation des températures moyennes dans les Alpes de quelques degrés d'ici la fin du 21^{ème} siècle - risquent d'avoir des répercussions sur le fonctionnement des lacs d'altitude et le développement des espèces endémiques ou vulnérables associées.

Des sites d'étude privilégiés mais orphelins

Pour protéger et gérer ces milieux sensibles, il est indispensable de mieux les connaître. Pourtant, ces milieux lacustres restent peu étudiés - en raison notamment de leur isolement - et la connaissance de leur fonctionnement écologique reste donc parcellaire. « Aujourd'hui encore, les lacs d'altitude sont exclus des réseaux de suivi de la directive cadre européenne sur l'eau (DCE), leur superficie étant inférieure aux 10 hectares. Ce sont les orphelins de la DCE » souligne Philippe Moulec, chef du service départemental des Hautes-Alpes de l'Onema. Du fait de leur grande sensibilité, les lacs d'altitude sont des sites privilégiés pour l'étude des impacts des activités humaines et pour mesurer sur le long terme les réponses des lacs aux changements globaux.

Les premiers jalons d'un partenariat

Depuis une vingtaine d'années, une collaboration existe entre le parc national des Écrins, l'Université de Provence et l'Onema pour suivre des lacs de la zone centrale du parc. « Le service départemental des Hautes-Alpes de l'Onema assure le suivi thermique de 6 lacs et l'équipe de Rémi Chappaz et Laurent Cavalli, de l'Université de Provence, réalise le suivi des micro-organismes végétaux et animaux (phyto et zooplancton). Une dynamique de travail en commun s'est ainsi mise en place au fil des années » précise Philippe Moulec.

Entre 2004 et 2007, une première expérience de collaboration transfrontalière a été menée avec les Italiens sur six lacs d'altitude de l'arc alpin franco-italien. « Nous avons été maître d'ouvrage de ce projet de coopération franco-italienne, cofinancé par l'Union européenne, qui réunissait outre l'Onema, le parc national du Mercantour, le parc régional du Queyras et sept parcs régionaux naturels de la région Piémont », rappelle Philippe Moulec. L'objectif était de démontrer l'importance de ces écosystèmes situés dans des aires protégées, de proposer un premier diagnostic de leur contamination chimique par les retombées atmosphériques et d'évaluer la qualité de la ressource

Témoignage

Fabien Arnaud / CNRS

Laboratoire EDYTEM « Environnements, Dynamiques et Territoires de la Montagne » - (UMR CNRS/Université de Savoie)

Nous cherchons à reconstituer les conditions environnementales du passé à partir de carottes de sédiments, véritables archives naturelles. Depuis plus de dix ans, nous travaillons sur les lacs d'altitude avec le conservatoire des espaces naturels de Haute Savoie. Les objectifs ? Trouver les marques du changement climatique, des changements de pratiques locales et révéler les traces de contamination par des polluants (PCB, métaux, azote, phosphore) et leurs effets sur les écosystèmes. Nous offrons ainsi aux biologistes et aux chimistes la profondeur du temps. Cette approche, menée en synergie avec l'étude du fonctionnement actuel des écosystèmes

lacustres permet de replacer un lac dans sa trajectoire écosystémique. Il s'agit notamment de repérer les ruptures dans son mode de fonctionnement et d'en déterminer l'origine. Cette connaissance peut se révéler précieuse pour aider à la gestion des plans d'eau d'altitude. Notre laboratoire fait partie des membres fondateurs du réseau « lacs sentinelles ». Nous souhaitons en effet travailler en interdisciplinarité, à travers des programmes structurés, et nouer des partenariats sur le long terme avec les agents de terrain en charge du monitoring. Ce partenariat doit être pérennisé pour mutualiser le financement du monitoring sur le long terme ce qui permettra de mettre à disposition des équipes de recherche et des gestionnaires un outil unique, en phase avec le développement de réseaux d'observatoires de terrain à travers le monde.

© SD 05 - Onema



Mesure de la profondeur du lac

piscicole. Cette collaboration a permis de montrer la contamination effective de ces lacs transalpins par des micropolluants tels que des métaux lourds.

Ce programme, qui a permis d'apprendre à des agents d'établissements et de cultures différents à collaborer ensemble, a posé les premiers jalons de la mise en place d'un suivi des lacs d'altitude en multi partenariat.

Chercheurs et gestionnaires s'associent

Une réflexion s'est alors engagée sur l'opportunité de constituer un réseau de suivi des lacs, partagé par différents partenaires « Car nous sommes nombreux à vouloir unir nos travaux : les parcs nationaux et régionaux, les fédérations de pêcheurs, des universitaires, des chercheurs des organismes publics de recherche et l'Onema » poursuit Philippe Moullec. Un séminaire a ainsi été organisé par le parc national des Écrins en novembre 2010.

Plutôt que de développer des études et des suivis épars, l'idée est de fédérer à travers un réseau tous les partenaires intéressés, de mutualiser les compétences, les moyens et les efforts, d'harmoniser les protocoles de collecte et de mesure et de partager les données et les résultats. Avec une double finalité : d'une part, réaliser

des suivis standardisés sur un nombre représentatifs de lacs permettant d'étudier, sur le long terme, l'évolution de l'état et de la biodiversité des lacs d'altitude, en réponse aux impacts des activités humaines et à l'évolution des pressions et des changements globaux. Et d'autre part, pouvoir répondre aux préoccupations locales des gestionnaires d'espaces protégés pour améliorer la gestion de ces écosystèmes et les préserver.



Objectifs du réseau de suivi des lacs sentinelles

Sur ce réseau commun, un suivi simple et peu chronophage s'organise sur le long terme. L'Onema est chargé de collecter et

de stocker les informations sur la température de l'eau des lacs, au moyen de sondes thermiques qui enregistrent la donnée en continu et toute l'année. « Les sondes sont disposées deux mètres sous la surface et sont relevées tous les ans. L'objectif est ici de connaître le contexte thermique global des plans d'eau, notamment les maxima qui régissent leurs potentiels biologiques. C'est un élément de diagnostic fondamental. Sur le long terme, nous pourrions également mettre en évidence d'éventuelles évolutions de leur température moyenne » précise Sylvain Richard, de la délégation interrégionale Onema de Montpellier. « Ce suivi annuel correspond à environ 15 hommes jours / an ».

Les prélèvements du zooplancton et phytoplancton et des invertébrés sont réalisés et analysés par l'Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie pour mieux comprendre la structure et l'évolution de ces peuplements (voir *témoignage p.5*). La caractérisation de la

Témoignage

Richard BONET
/ Parc national des Écrins
Directeur scientifique

Le réseau des lacs sentinelles est une opportunité pour créer un observatoire contenant les données liées aux lacs d'altitude mais aujourd'hui collectées et stockées par les différents partenaires : suivi de température, zooplancton et phytoplancton, profondeur des lacs (bathymétrie), turbidité, teneur en oxygène dissous, conductivité, sédiments, etc. L'observatoire est, pour nous gestionnaires d'un espace protégé, une composante essentielle d'une meilleure connaissance de notre territoire. Et c'est bien de cela qu'il s'agit car le réseau lacs sentinelles a pour vocation de mieux comprendre le fonctionnement de ces lacs et de mieux appréhender les effets des changements globaux (climats, pollutions, introduction d'espèce de poissons, etc.) à l'échelle d'un bassin versant. De la qualité de cet observatoire dépend la qualité des données collectées et donc de la définition de protocoles standardisés. En cela, nous attendons beaucoup du partenariat et en particulier, d'une part, des deux laboratoires de recherche, l'IMEP et l'EDYTEM, qui réalisent et analysent certaines données (zooplancton, phytoplancton et sédiment), et d'autre part, de l'Onema qui lui aussi collecte les données température et dispose de compétences dans les protocoles déjà existants.



Le lac d'Arsine, séparé en deux par une moraine

profondeur (bathymétrie) est réalisée par les parcs et l'Onema. La mesure des paramètres physicochimiques (conductivité, pH...) est réalisée par l'Onema.

Le laboratoire EDYTEM, quant à lui, entreprend des études en paléocéologie (*voir témoignage p.2*) pour reconstituer les conditions environnementales passées de ces lacs par l'analyse de carottes de sédiments.

Les perspectives

Le conservatoire des espaces naturels de Haute-Savoie assure aujourd'hui la coordination et l'animation du réseau (*voir témoignage p.6*). Progressivement, ce réseau des lacs sentinelles s'étoffe, rejoint

par d'autres partenaires : l'Université de Marseille et l'Université de Besançon ; le laboratoire CEREGE (CNRS/IRD/Université Paul Cézanne d'Aix-Marseille) collaborera dès l'an prochain avec l'Onema pour réaliser des prélèvements visant à connaître les modalités de transfert des micros et nano polluants dans la chaîne biologique ; le laboratoire Carrtel de l'INRA de Thonon-les-Bains débute des actions sur des lacs ciblés via des thèses spécifiques. Le laboratoire EDYTEM engage des travaux sur les PCB historiques dans les sédiments. Tout récemment, l'Office de l'environnement de Corse et les parcs nationaux des Pyrénées, ont manifesté leur intérêt pour la démarche et pour la dupliquer sur leurs massifs.

Un séminaire, organisé fin 2011, a permis de préciser l'organisation du partenariat (conventionnement entre partenaires), de définir les axes de recherche prioritaires et d'organiser les demandes de financement pour une première phase de mise en place de l'observatoire et le pilotage du réseau. À terme, l'ensemble des données collectées pourraient être centralisées dans une biothèque.



Réalisation d'une carotte de sédiments sur le lac Lauvitel par l'équipe du laboratoire EDYTEM

Témoignage

Philippe Pierron / Agence de l'eau
Chef du service territoriale Durance - Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse - délégation PACA et Corse

L'Agence de l'eau RMetC finance les réseaux de surveillance liés à l'application de la DCE et utilisés pour le rapportage à l'Europe. Elle subventionne également des réseaux de surveillance complémentaires, constitués à des échelles territoriales plus locales. Le suivi du réseau lacs sentinelles entre dans ce cadre et devrait donc être aidé par l'agence dans les prochaines années sous réserve de l'accord de son conseil d'administration. Ce suivi aura comme objectif d'acquérir de nouvelles connaissances scientifiques et des données relatives aux lacs de haute altitude ; ceux-ci étant pour le moment peu connus et peu impactés par les activités humaines. Aujourd'hui, pour l'agence, tout l'enjeu du financement de ce réseau est de trouver un accord sur les protocoles de recueil et de bancarisation de données en adéquation avec les autres protocoles du système d'information sur l'eau. Il est, en effet, important, d'avoir des données homogènes, cohérentes et inter-calibrées pour ensuite pouvoir les mettre à disposition des publics. C'est notre exigence et la contrainte que nous soumettons aux partenaires du projet.

Témoignage

Sylvain Richard / Onema

Responsable de l'appui aux politiques de l'eau et milieux lacustres - Délégation interrégionale Méditerranée Onema

Depuis trois ans, nous apportons un appui méthodologique et technique au service départemental des Hautes-Alpes de l'Onema pour le suivi thermique de quelques lacs d'altitude. Tout d'abord, nous avons travaillé sur l'élaboration du protocole de ce suivi, en lien avec l'Unité spécialisée milieux lacustres de

l'Onema à Thonon-les-Bains. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur des éléments connus et validés concernant le suivi thermique d'autres systèmes lacustres. Nous l'avons adapté aux objectifs poursuivis ainsi qu'aux contraintes climatiques (gel et enneigement) et géographiques (accessibilité difficile) de lacs situés à plus de 2 000 mètres d'altitude. Une fois les données collectées par les agents, nous prenons en charge leur bancarisation et leur mise en forme. Plus largement, nous n'avons, encore aujourd'hui, que très peu de connaissances du

fonctionnement de ces systèmes spécifiques d'altitude, d'autant moins qu'ils ne sont pas intégrés aux réseaux de suivis DCE. Or, l'étude de ces lacs peut avoir un intérêt à plusieurs titres pour l'Onema : mieux connaître la biodiversité et le fonctionnement de ces systèmes d'altitude et mieux mesurer les impacts des pressions locales ou des changements globaux qui peuvent altérer leur qualité. Ces éléments apparaissent indispensables dans une logique de préservation et de gestion rationnelle de ce patrimoine naturel exceptionnel.

Un exemple d'opération au cœur du parc national des Écrins

Les 4 et 5 août 2011, une opération mutualisée, coordonnée par l'Onema, a été organisée sur deux lacs glaciaires de formation récente, situés au cœur du parc national des Écrins : le lac d'Arsine et le lac Pavé. Les agents du parc national des Écrins, de l'Onema, de l'Université de Provence, accompagnés de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse et de la DDT des Hautes-Alpes, se retrouvent dans la matinée au col du Lautaret, à Villars d'Arène.



© SD 05 - Onema



Lac d'Arsine - Parc national des Écrins

© SD 05 - Onema

Lac d'Arsine

Lestés de plusieurs dizaines de kilos de matériel sur le dos - bateau, sondes thermiques, sondes de mesure de la conductivité, filets et flacons de prélèvements du plancton, ordinateurs... - ils prennent la direction du lac d'Arsine, situé à 2 455 mètres d'altitude. Après 3 heures de marche et 750 mètres de dénivelé, le groupe franchit la moraine qui conduit au lac. Dans un paysage minéral, le lac apparaît au bas du glacier d'Arsine, sous une falaise de glace. Formé il y a une soixantaine d'années, ce lac est aujourd'hui séparé en deux parties par une moraine.

Aussitôt arrivés, les agents entreprennent de gonfler le bateau et de préparer le

matériel. Les manœuvres se succèdent ensuite pour procéder aux différentes mesures. Il s'agit de relever les dimensions du lac, sa profondeur et d'aller déposer une sonde thermique dans la zone la plus profonde. Les agents du parc des Écrins testent la sonde de mesure de différents paramètres physicochimiques - température, conductivité, teneur en oxygène - prêtée par le laboratoire EDYTEM. Laurent Cavalli, spécialiste des lacs de montagne, équipé de différents filets, procède au prélèvement de phytoplancton puis de zooplancton à différentes profondeurs. Les opérations sont ensuite renouvelées dans l'autre partie du lac. Le soir approchant, le groupe retourne au refuge de Villard d'Arène à une heure et demie de marche pour un repos bien mérité.

Témoignage

Laurent Cavalli / IMEP
Institut méditerranéen d'écologie et de paléocéologie (UMR CNRS/Université de Provence), Marseille

Nous étudions l'évolution des peuplements planctoniques de lacs de haute altitude sous l'influence de contraintes locales - altitude, caractéristiques des lacs, mode de gestion du bassin versant, présence de poissons - et de contraintes globales - changement climatiques, retombées atmosphériques d'éléments nutritifs et de polluants. L'étude des lacs de formation récente (moins de 100 ans), dans lesquels aucun poisson n'a été introduit, doit nous permettre d'étudier la dynamique des espèces et leur maintien en fonction de l'évolution du milieu. Nous avons besoin de comprendre quelle a été la trajectoire passée des lacs d'altitude, quel est leur fonctionnement actuel pour mieux appréhender comment ils vont évoluer. La mise en place du réseau « lacs sentinelles » est en cela très importante pour développer des programmes de recherche pluridisciplinaires - chimie, sédimentologie, paléocéologie, biologie... - et mutualiser les moyens onéreux - des sondes multiparamétriques, par exemple - qui permettront de suivre sur le long terme les caractéristiques, physiques, chimiques et biologiques. Ce réseau lacs sentinelles doit permettre des transferts de connaissance et des échanges avec les gestionnaires de ces milieux. Dans ce partenariat, l'expérience et les connaissances théoriques et pratiques de l'Onema sont très importantes.



© Clotilde Sagot - Parc national des Écrins

Réalisation de mesures physiques grâce à une sonde multiparamétrique

Lac Pavé

A l'aube, c'est reparti, direction le lac Pavé, situé à 2 841 mètres d'altitude. Matériel sur le dos, le groupe entame une ascension plus difficile que celle de la veille. Trois heures de marche pour un dénivelé de 1 000 mètres. Après un passage sur l'arête fine de la moraine et des lacets resserrés, le groupe arrive au lac dans un paysage escarpé assez austère. Le travail s'organise rapidement et les agents procèdent à nouveau à l'ensemble des mesures et prélèvements. Tout s'achève à la tombée de la nuit sous la pluie et l'arrivée de l'orage menaçant. Après une nuit passée dans le refuge, le groupe redescend sous la pluie.

Les résultats, attendus au printemps 2012, visent à mieux comprendre les mécanismes de colonisation de ces lacs récemment formés. En 2010, les premiers prélèvements effectués sur le lac Pavé par l'IMEP, l'Onema et le Parc national des Écrins avaient révélé la présence d'un cortège d'algues (trois espèces de diatomées) et de deux espèces de crustacés (un copépode et un cladocère). Pour le lac d'Arsine, c'est la première fois que des prélèvements sont effectués. Les chercheurs s'attendent à trouver des résultats similaires à ceux recueillis sur le lac Pavé car ces deux lacs ont des caractéristiques - altitude, température - proches. L'étude de ces deux lacs dans le cadre du réseau « lacs sentinelles » permettra ainsi d'étudier la dynamique des espèces au cours du temps.



Montée au lac Pavé (2 841 mètres d'altitude)

© Yannick Pognard - Onema



Prélèvement de plancton dans le lac d'Arsine à l'aide de filets

© Océlide Sagot - PNE

A venir, un dossier sur les plans d'eau

La délégation à l'information et la communication prépare, avec le pôle Onema / Irstea « hydro-écologie plans d'eau » et les chargés de mission de la DAST, un dossier sur les recherches et les avancées réalisées au cours des trois dernières années pour mieux comprendre le fonctionnement des plans d'eau et produire les connaissances et les méthodes nécessaires à l'évaluation de l'état écologique (bioindication, hydromorphologie) et la restauration des plans d'eau.

Témoignage

Frank Horon / ASTER

Directeur adjoint du Conservatoire des espaces naturels de Haute Savoie (ASTERS) et coordinateur du réseau des lacs sentinelles

Il existe aujourd'hui une convergence d'intérêt des scientifiques et des gestionnaires vers ces milieux naturels sensibles et témoins que sont les lacs d'altitude. Dans les Alpes, les parcs nationaux, certains parcs naturels régionaux, Aster, l'Onema et des laboratoires de recherche ont entrepris des suivis avec des protocoles différents. En Haute-Savoie, nous le faisons depuis 1996. Mais aujourd'hui, nous sommes arrivés à un tournant. Il nous faut étudier le système lacustre dans son ensemble et pour

cela définir les paramètres les plus pertinents à suivre pour comprendre l'influence des changements globaux sur les lacs et étudier les impacts des activités locales. Les instruments de mesure se sont modernisés, des sondes peuvent être laissées à demeure. Nous devons réfléchir ensemble pour définir des protocoles communs qui nous permettent de comparer et partager les résultats. Nous disposons d'un double atout : un historique de suivi et une association de gestionnaires et de chercheurs. Une fois nos priorités de recherche définies, nous déposerons un projet commun de réseau sentinelles. A l'avenir, les problématiques étant communes, nous pourrions ouvrir ce réseau à l'ensemble des massifs montagneux français, voire européen.

LES **Dossiers Post'it** DE L'ONEMA



Directeur de publication : Gisèle Parfait
 Rédactrice en chef : Claire Roussel
 Rédaction : Claire Roussel, Céline Piquier
 Secrétariat de rédaction : Béatrice Gentil
 Conception - exécution : Bluelife
 Impression : Panoply
 Onema - 5 square Félix Nadar - 94300 Vincennes

