



HAL
open science

des lacs sous surveillance

Stéphan Jacquet

► **To cite this version:**

Stéphan Jacquet. des lacs sous surveillance. Nature et Patrimoine en Pays de Savoie, 2019. hal-02916373

HAL Id: hal-02916373

<https://hal.inrae.fr/hal-02916373>

Submitted on 17 Aug 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables (ODD 11)¹

Le SIAC porte la révision et la mise en vigueur du SCoT³, document d'urbanisme réglementaire formalisant un projet d'aménagement équilibré du Chablais pour les 20 prochaines années. Seloger, se déplacer, préserver l'environnement et le cadre de vie, travailler, développer l'emploi et les activités économiques sont autant de thématiques stratégiques pour l'avenir du territoire, qu'il soit montagnard ou littoral, urbain, périurbain ou rural.

Le Geopark Chablais constitue un outil opérationnel majeur pour la réalisation des ambitions du territoire développées par le SCoT. Par exemple, afin de favoriser la préservation de l'environnement et des paysages, les patrimoines géologiques du Chablais ont été recensés et évalués suivant une méthodologie scientifique ; puis, certains sites ont été aménagés et labellisés en tant que *Espaces Naturels Sensibles* par le Département afin d'assurer leur gestion et leur préservation. L'ensemble des paysages et des sites du Geopark est valorisé à travers des animations, des conférences et publications proposés aux habitants et aux visiteurs, gratuitement ou à tarifs réduits.

Partenariats pour la réalisation des objectifs (ODD 17)¹

Les Géoparcs mondiaux de l'UNESCO œuvrent pour la coopération et la paix. Les collaborations, les partenariats et les échanges sont des éléments forts inscrits dans la philosophie du label.

C'est ainsi que le Chablais, associé à deux autres territoires euro-

péens portant le label Géoparc mondial UNESCO, a obtenu un financement ERASMUS+ dans le but de réaliser un projet éducatif. Financé à 100 % par l'Europe, il réunit des lycées du Chablais, de Finlande et d'Italie qui vont échanger sur la thématique « *Géopatrimoine et changement climatique, quelles perspectives professionnelles* ». La coopération comprend des outils opérationnels : apprentissages innovants sur le terrain, rencontres avec une multitude de professionnels pour élargir la connaissance des jeunes face à différentes professions.

Les échanges sont répartis sur trois années scolaires. Ils se déroulent en anglais et vont concerner environ 60 lycéens du Chablais. Le premier échange a eu lieu à l'automne 2018 dans le Chablais avec un travail sur le terrain à Reyvroz, Vailly, Le Lyaud, Thonon, Bellevaux...

Le label Geopark mondial UNESCO valorise le territoire d'excellence du Chablais. À travers des actions diverses et complémentaires, celui-ci progresse dans son ambition de préserver et valoriser son identité et ses patrimoines authentiques afin d'alimenter la construction d'un territoire cohérent et durable.

■ **Marie-Pierre BERTHIER**
Vice-Présidente du Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Chablais

■ **Sophie JUSTICE**
Coordinatrice du Chablais Géoparc mondial UNESCO

11 VILLES ET COMMUNAUTÉS DURABLES



« D'ici à 2030, renforcer l'urbanisation inclusive et durable pour tous et les capacités de planification et de gestion participatives, intégrées et durables des établissements humains dans tous les pays » (cible 11.3).

« Renforcer les efforts de protection et de préservation du patrimoine culturel et naturel mondial » (cible 11.4).

« D'ici à 2030, assurer l'accès de tous, en particulier des femmes et des enfants, des personnes âgées et des personnes handicapées, à des espaces verts et des espaces publics sûrs » (cible 11.7).

« Favoriser l'établissement de liens économiques, sociaux et environnementaux positifs entre zones urbaines, périurbaines et rurales en renforçant la planification du développement à l'échelle nationale et régionale » (cible 11.a).

17 PARTENARIATS POUR LA RÉALISATION DES OBJECTIFS



« Renforcer le Partenariat mondial pour le développement durable, associé à des partenariats multipartites permettant de mobiliser et de partager des savoirs, des connaissances spécialisées, des technologies et des ressources financières, afin d'aider tous les pays, en particulier les pays en développement, à atteindre les objectifs de développement durable » (cible 17.16).

« Encourager et promouvoir les partenariats publics, les partenariats public-privé et les partenariats avec la société civile, en faisant fond sur l'expérience acquise et les stratégies de financement appliquées en la matière » (cible 17.17).

³ Schéma de Cohérence Territoriale, outil de planification de l'aménagement



Equipe scientifique opérant des prélèvements sur le Léman

Le Léman, un lac exceptionnel

S'il existe plus de 117 millions de lacs sur la planète Terre, le Léman (qui est le plus grand lac naturel profond d'Europe occidentale) fait partie de la sphère très privée des 230 lacs au monde qui méritent le qualificatif de grand ou large, au regard de leur superficie. Le Léman, avec ses 580 km² correspond à plus de 80 000 terrains de football, sa profondeur maximale (309 m) équivaut à la hauteur de la tour Eiffel, sa quantité ou volume d'eau (89 000 milliards de litres) pourrait remplir 23 millions de piscines olympiques, sa longueur maximale (72 km) peut héberger 360 TGV mis bout à bout, la hauteur maximale de ses vagues (>1,5 m) atteint la taille moyenne d'un homme adulte et des tsunamis ont même été enregistrés sur ce lac.

Pour en savoir plus : voir le numéro Spécial Léman (43) de la revue.

¹ à noter qu'à côté des lacs naturels, le Geopark abrite également en son sein des lacs artificiels, des étangs, des marais dont l'importance écologique, patrimoniale ou paysagère ne fait aucun doute

Une région riche en lacs

Les Alpes du Nord, qui abritent le Geopark Chablais, sont riches de nombreux lacs. On en dénombre plusieurs centaines.

Certains sont naturels, d'autres artificiels. Certains ont pour origine les glaciers passés qui ont façonné le paysage puis qui s'en sont retirés il y a plusieurs milliers d'années ; d'autres sont beaucoup plus récents. Ces derniers sont, soit le résultat d'effondrements, soit l'œuvre de l'Homme. Certains ont tout simplement disparu, et d'autres se comblent. On parle de lacs péri-alpins, lacs de montagne, lacs de fond de vallée, lacs d'ombilic, lacs de barrage, réservoirs ou encore de lacs d'effondrement.

Ils représentent des lieux privilégiés où se confondent géologie, biodiversité, usages et, bien sûr, émotion paysagère.

Pas étonnant dès lors que cet "or bleu" soit aimé, protégé, surveillé. C'est le cas des grands lacs périalpins (Aiguebelette, Annecy, Bourget et Léman) mais aussi de nombreux lacs d'altitude¹.

Le Léman, petite mer des Alpes ...

Au cœur du Geopark, le Léman peut être considéré comme un objet géologique majeur et l'emblème des grands lacs naturels. Il est aussi le principal écosystème lacustre concerné par un important suivi physique, chimique et écologique orchestré par une commission internationale, la CIPEL (voir encadré p. 9). Les autres lacs naturels beaucoup plus petits présents sur le territoire du Géoparc (lacs de la Beunaz, d'Arvouin, de Damoz des Moulins, de Vallon, de Montriond, de Pététoz, de Tavaneuse, du Fouyet, du pic de la Corne, de Pertuis, de Darbon, de Fontaine, de la Léchère, de Bise, Dou) ne bénéficient pas d'un suivi écologique *sensu stricto* ; il n'en reste pas moins que les collectivités locales qui les abritent sont très attentives à leur vie et à leur devenir (niveau, accessibilité et état de santé).

Aujourd'hui, le Léman et ses grands voisins savoyards, dénommés grands lacs péri-alpins (Annecy, Aiguebelette, Bourget), sont tous regroupés dans l'Observatoire des Lacs OLA, hébergé par le Centre Alpin de Recherches sur les Réseaux Trophiques et les Ecosystèmes Limniques (CARTELL - INRA, voir encadré page 12). Cet observatoire constitue une infrastructure de recherche de premier plan, ayant pour objectif de fournir des données scientifiques de qualité pour comprendre et, *in fine*, modéliser l'évolution de ces lacs. Plus précisément, il s'agit de l'état et des fonctionnements écologiques de systèmes lacustres soumis simultanément à un changement des pressions d'anthropisation locale et climatique.

En 2010, OLA a tout d'abord été labélisé comme un SOERE (système d'observation et d'expérimentation au long terme pour la recherche en environnement) par l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement. Puis OLA a été intégré dans une infrastructure de recherche appelée AnaEE (*Analysis and Experimentation on Ecosystems*). Dit autrement, OLA bénéficie aujourd'hui d'une visibilité nationale et internationale importante. Le détail des observations, de la production et des projets scientifiques, des sites d'étude hébergés par OLA, ainsi que ses partenaires et les réseaux dans lesquels il est impliqué est consultable sur un site web dédié (voir encadré p. 12).

Cela démontre l'importance de ces lacs et des services qu'ils rendent : support de biodiversité, fournisseur d'eau potable, énergie, terrain privilégié d'activités économiques importantes (pêche professionnelle, navigation, tourisme), lieu de diverses activités récréatives (baignade, plongée, nautisme), culture, contemplation et bien-être, etc.

...dont l'état de santé est suivi à la loupe...

Mais être un lac sous surveillance, ça veut dire quoi ? Pour le Léman, cela veut dire être observé sous toutes ses coutures et de façon régulière. Comment ? Via une série de paramètres physiques, chimiques et biologiques analysée suivant un protocole scientifique, répété presque toutes les deux semaines, et ce, depuis plusieurs décennies. Si le Léman est un écosystème modèle depuis fort longtemps, en particulier grâce aux travaux du savant suisse F.-A. Forel et du limnologue français A. Delebecque (fin du XIX^e - début du XX^e siècle), le suivi écologique régulier date véritablement de la fin des années 1950. Ce "monitoring" permet de mettre en évidence des changements au sein de l'écosystème mais aussi d'en identifier les causes. On peut ainsi mieux comprendre le fonctionnement du lac et sa sensibilité aux pressions humaines, proposer des indicateurs qui permettent de fournir une vue synthétique sur l'état du lac, sa "santé" et son évolution par exemple par rapport aux actions menées dans le bassin versant.

Parmi les facteurs qui permettent de diagnostiquer l'état de santé et l'évolution de l'écosystème, on peut citer la température, les concentrations en nutriments et en oxygène dissous, la transparence des eaux, la concentration en chlorophylle, la biomasse et composition du phytoplancton, du zooplancton, des poissons, des macro-invertébrés et du phytobenthos (représenté ici par les diatomées qui forment un biofilm sur différents supports comme les cailloux).



La CIPEL

La CIPEL, acronyme pour Commission internationale pour la protection des eaux du Léman est un organe intergouvernemental franco-suisse qui contribue depuis 1963 à la coordination de la politique de l'eau à l'échelle du bassin versant lémanique, plus particulièrement entre les départements de l'Ain et de la Haute-Savoie ainsi que les cantons de Vaud, du Valais et de Genève. C'est sous l'égide de cette commission et de son conseil scientifique que l'état de santé du Léman est scruté

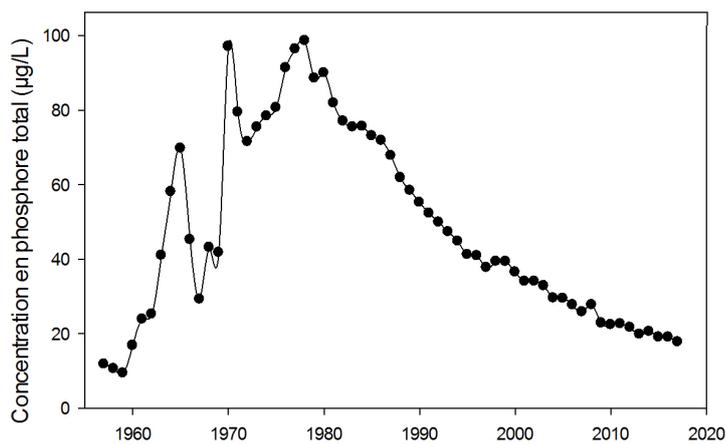
Menaces sur les lacs...

Lorsque les eaux d'un lac s'enrichissent en nutriments, certaines algues prolifèrent induisant une diminution de la transparence de l'eau. La production algale excessive conduit à un apport de matière organique important au fond du lac, celle-ci est alors décomposée sous l'action de bactéries consommatrices d'oxygène, ce qui entraîne une perte d'oxygène au fond du lac. Cette anoxie est particulièrement marquée en l'absence de brassage de la masse d'eau quand l'eau du lac circule peu. Ce phénomène, appelé eutrophisation, est une menace majeure pour les lacs et la vie aquatique qu'ils abritent. C'est pourquoi les concentrations en nutriments (plus particulièrement le phosphore, sous ses différentes formes) sont sous surveillance.

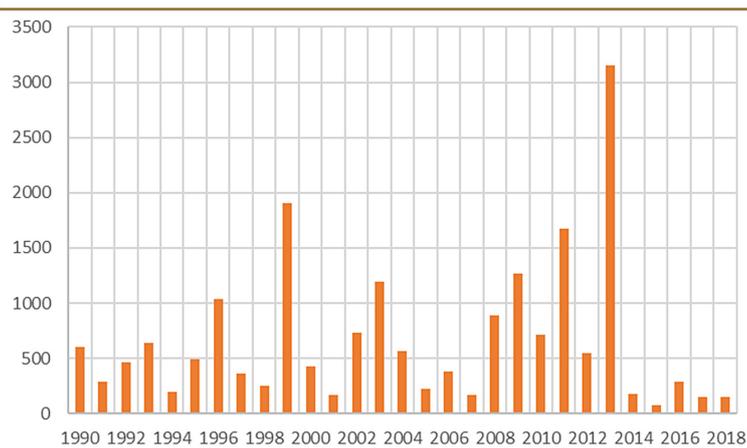
Campagnes de suivis sur le Léman

A gauche, fixation au lugol d'échantillons d'eau prélevés à différentes profondeurs pour l'analyse du phytoplancton.

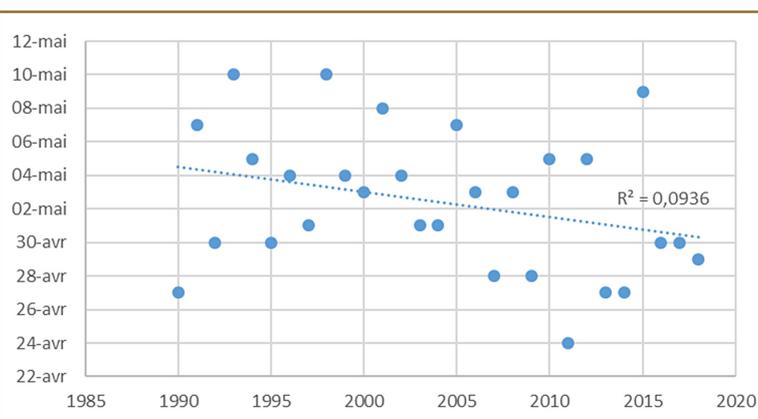
A droite : filet permettant de prélever le zooplancton



Evolution moyenne annuelle des concentrations en phosphore total dans le Léman. On peut observer, après la période d'eutrophisation marquée de l'écosystème des années 1960 à 1980, la phase de reoligotrophication du lac (grâce aux décisions de protection et de restauration mises en place) qui continue aujourd'hui. Source : CIPEL



Evolution du nombre total de rubans de perches sur la zone face à l'INRA de Thonon-les-Bains



La date du début de la fraie ne semble pas avoir significativement changé depuis le milieu des années 1980. Source : Goulon et al. (2019, rapport CIPEL)

² aux mois de mai et juin, les perches femelles pondent leurs œufs sous forme d'un ruban long de plusieurs dizaines de centimètres (ressemblant à une guirlande blanche) et pouvant contenir plusieurs milliers d'œufs

Prenons l'exemple du phosphore (P) dans le Léman. On peut observer une baisse régulière de sa concentration depuis les années 1980, en réponse aux mesures mises en place contre l'eutrophisation (voir encadré p. 9) : la construction et/ou la modernisation des stations d'épuration avec procédés de déphosphatation sur le bassin versant, la sensibilisation des populations riveraines, l'interdiction du P dans les lessives d'abord en Suisse en 1987 puis en France en 2007. Ainsi, le phosphore total mesuré sur toute la colonne d'eau à l'échelle de l'année est passé de >80 µgP/L au début des années 1980 à <20 µgP/L aujourd'hui.

Un autre exemple que l'on peut citer ici est l'évolution de la température. La Terre se réchauffe et l'accroissement des températures du Léman présente des tendances significatives qui s'inscrivent dans les tendances globales, en lien avec le changement climatique planétaire. Même si le réchauffement mesuré au Léman n'est que de quelques dixièmes de degrés (les eaux de surface au milieu du lac se sont réchauffés d'environ 1,1°C en 40 ans ; les eaux profondes d'environ 0,5°C), on perçoit ses effets sur la stratification (en précocité, durée et profondeur) et sur l'ensemble des communautés pélagiques, ceci ayant des conséquences importantes pour le fonctionnement du lac. Ces changements dans la température du lac sont susceptibles de perturber la phénologie de la reproduction de certaines espèces exploitées comme la perche et le corégone (aussi appelé féra). L'effet du réchauffement climatique n'est pas perceptible (et étudié) seulement *via* la mesure de température de l'eau qui n'est qu'une des résultantes, également les changements d'hydrologie et d'apports du bassin versant ont des effets complexes et souvent indirects sur les lacs et leur biodiversité.

Il n'est pas étonnant dès lors qu'un suivi existe concernant la fraie des deux poissons précités. Pour la perche, les études ont démarré au début des années 1980, ce suivi sur du long terme permettant aujourd'hui d'avoir suffisamment de recul sur les évolutions de ce poisson. Des frayères artificielles (faites avec des branches d'if entremêlées dans un grillage à mouton) déposées à 4, 8 et 12 m de profondeur devant l'INRA CARTEL à Thonon-les-Bains permettent de récupérer entre mi-avril et mi-juin les rubans de perche² pour les compter et mesurer (les femelles ne frayant qu'une seule fois par an, le nombre de rubans reflète la population de femelles matures). Il a ainsi pu être constaté que :

- la fraie commence lorsque la température de l'eau dépasse 10°C ;
- l'activité de fraie est généralement maximale à la mi-mai pour des températures de 11-12°C ;
- le nombre de rubans de perches est très variable d'une année à l'autre avec une baisse significative ces dernières années, pouvant être mis en lien avec la baisse locale du nombre de femelles matures ;
- un nombre de rubans significativement en baisse en zone proche surface (4 m) peut être due à l'augmentation de la transparence et de la prédation visuelle ;

- l'absence d'une modification significative au cours du temps de la date du début de la fraie, le gain de précocité étant d'environ 5 jours en 26 ans (d'après Goulon *et al.* 2019, Rapport CIPEL).

... avec les dernières évolutions techniques

En parallèle des suivis historiques, la démarche observatoire s'enrichit régulièrement de nouvelles techniques et méthodologies de surveillance. L'essor des techniques d'ADN environnemental ont par exemple ouvert des perspectives inédites pour l'étude et le suivi de la biodiversité en milieu aquatique. Ainsi, un simple prélèvement d'eau permet d'établir un inventaire approfondi des espèces présentes (allant des micro-organismes aux poissons) grâce à leurs traces ADN. Les technologies de séquençage à haut débit sont ainsi utilisées pour analyser l'ADN issu d'échantillons environnementaux et identifier les organismes aquatiques.

Parmi les espèces inventoriées, certaines représentent des indicateurs de la qualité de l'eau déjà bien connus, et, dans ce cas, l'enjeu est d'accéder à des inventaires de manière facilitée et peu intrusive. Mais l'application de ces méthodes permet également d'avoir accès à une diversité encore mal prise en compte (pour les micro-organismes notamment) qui peut recéler des valeurs indicatrices nouvelles.

Il s'agit d'une rupture technologique importante dans le suivi de la qualité des eaux avec des impacts sur les plans de gestion et l'application de politiques environnementales. Actuellement différents projets déploient ces méthodes d'ADN environnemental sur le Léman et d'autres lacs alpins et péri-alpins : il s'agit par exemple du projet SILAC visant à tracer la présence de

poissons non autochtones comme le Silure, des projets Interreg (Espace Alpin EcoAlpsWater ou Franco-Suisse Synaqua) qui développent des analyses décrivant via l'ADN les communautés du plancton, des biofilms et les assemblages piscicoles.

Plus haut, des lacs « sentinelles »

Les lacs d'altitude sont des composantes des paysages de montagne qui attirent randonneurs, photographes, curieux et scientifiques !

Loin des villes, hauts en altitude, ces lacs paraissent naturels et préservés. A juste titre, ils sont éloignés de la plupart des sources directes de pollution anthropique mais, comme tous les écosystèmes, ils sont sensibles aux changements globaux. Notamment, les effets du changement climatique (modification de la pluviométrie et de l'enneigement, hausse des températures...) se répercutent sur les milieux d'altitude où les effets sont plus rapides qu'en plaine.

La particularité des lacs d'altitude est leur réponse rapide vis-à-vis des changements, qu'ils soient au niveau local (dans leur bassin versant) ou au niveau global (climat, pollution...). Par exemple, la présence de moutons en pâture autour du lac peut largement modifier l'écosystème lacustre. Les pollutions émises dans les vallées comme les polluants organiques, les acides et les métaux lourds atteignent les lacs. L'exemple le plus marquant étant celui des PCB (composants chimiques toxiques) interdits depuis 1987 mais fortement présents dans les retombées atmosphériques. Enfin, une hausse de température de l'eau suite au changement climatique peut affecter durablement le lac en entraînant un développement accru des algues.

Histoire de lacs

On peut aussi retracer l'histoire des lacs à partir de la matière qui sédimente et qui s'accumule sur leur fond. On parle alors de mémoire ou d'archive sédimentaire. Les sédiments lacustres représentent en effet des archives naturelles permettant de retracer l'évolution des écosystèmes lacustres notamment pour comprendre la réponse des lacs aux perturbations locales (pollutions par les activités humaines) ou globales (climat notamment). Ces analyses dites paléolimnologiques, faites à partir de carottages du fond des lacs ont ainsi été déployées dans le Léman (et dans d'autres lacs péri-alpins) afin de retracer les changements écologiques au cours

des derniers siècles ou millénaires. Il a pu être démontré que la concentration en phosphore (reflet de l'eutrophisation) a été le principal moteur des changements écologiques observés dans le Léman au cours du siècle dernier. Toutefois d'autres facteurs environnementaux locaux liés à l'Homme (pratiques de gestion de la pêche par exemple), ainsi que le changement climatique, ont également significativement influencé la dynamique de ce lac et son fonctionnement. Plus en altitude, les travaux menés sur le lac d'Anterne ont permis de révéler que la pelouse autour du lac a remplacé une forêt clairsemée qui occupait les lieux il y a 7 000 ans.

Le CARRTEL au chevet des lacs alpins

Constituée en 1999, le CARRTEL est une unité mixte de recherche (entre l'INRA et l'Université Savoie Mont-Blanc) qui a pour objectif principal d'étudier le fonctionnement des écosystèmes aquatiques lacustres, en interaction avec les apports des bassins versants. Ses objectifs généraux sont d'acquérir des connaissances sur le fonctionnement, l'écologie et la dynamique des lacs naturels, d'élaborer des indicateurs d'état et d'évolution de la qualité des milieux aquatiques ainsi que de développer des méthodes d'aide à la gestion des ressources naturelles.

Les missions principales portent d'une part sur la caractérisation écologique des assemblages biologiques (biodiversité, fonctions), de leurs interactions et organisation en réseaux trophiques ; d'autre part sur la compréhension de l'impact des forçages globaux et locaux³ sur les systèmes lacustres (écologie et dynamique de ces systèmes) incluant différents niveaux d'observation et échelles temporelles ; et enfin sur l'identification des mécanismes de régulation de productivité biologique et *in fine* de la dynamique des stocks de poissons.

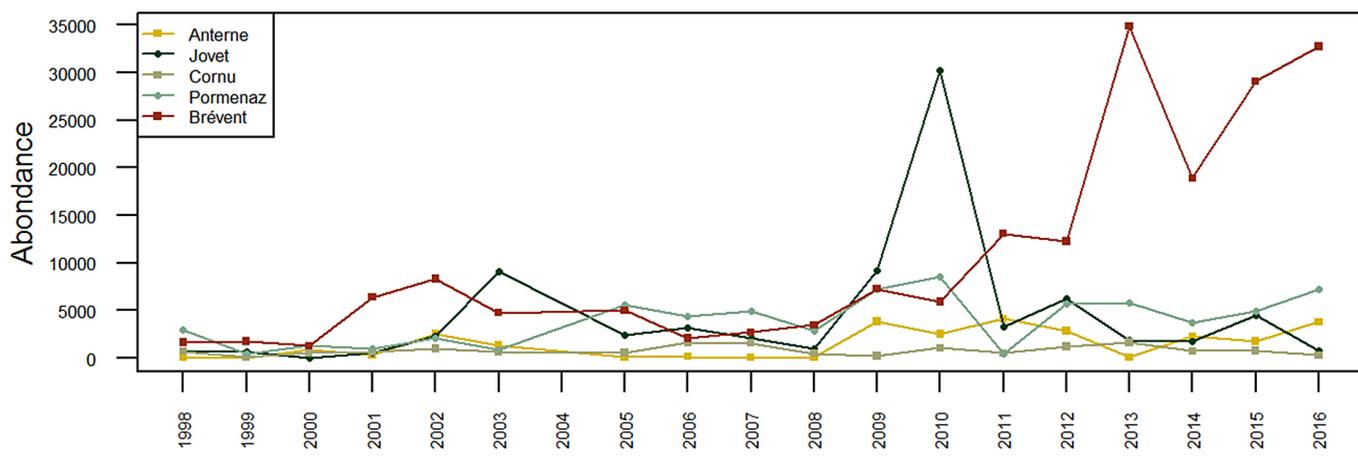
Au cœur des enjeux sociétaux de la région, les lacs représentent un atout majeur du territoire.

En 2019, le CARRTEL a fêté ses 20 ans d'existence et il est également devenu le partenaire privilégié du pôle ECLA (ECosystèmes LAcustres), un regroupement en recherche et développement (avec l'AFB, l'IRSTEA et l'ONCFS) visant la préservation et la restauration des écosystèmes lacustres.



Filtration d'eau sur le terrain permettant de récupérer de l'ADN environnemental

³ Il s'agit de modifications de paramètres environnementaux ayant des répercussions locales. Leur origine peut se trouver à l'échelle planétaire, ou provenir d'actions et de pratiques locales



L'abondance correspond au nombre de cellules par millilitre compté dans les échantillons d'eau prélevés pour 5 lacs d'altitude. Pour le lac du Brévent, on constate une augmentation nette de l'abondance en phytoplancton au cours des 10 dernières années, principalement due au développement de certaines espèces de Chlorophycées (comme *Stichococcus* ou *chlorella* - photo ci-dessous). De nombreux facteurs ou processus peuvent être responsables de ces changements de communauté (par exemple l'apport de nutriments, la hausse des températures, l'accroissement du rayonnement UV) mais ceci reste à étudier de manière précise

Les lacs d'altitude sont donc de véritables « sentinelles » car ils sont peu résilients par rapport aux changements en cours (climat, pollution, activités humaines, etc.). Face à ce constat, les gestionnaires d'espaces naturels ont mis en place un observatoire des lacs d'altitude dans les Alpes françaises. Au sein du réseau *Lacs sentinelles*, ils se sont associés aux scientifiques et aux usagers afin de suivre les évolutions écologiques de 20 lacs d'altitude. En Haute-Savoie, ces lacs sont situés dans des réserves naturelles ; il s'agit des lacs du Brévent, Cornu, Anterne, Pormenaz et Jovet. À l'heure actuelle, aucun lac d'altitude du Chablais n'est malheureusement suivi dans le cadre de ce dispositif.

Leur accès relativement difficile fait que leur étude est beaucoup plus restreinte qu'au Léman. Généralement, ils ne bénéficient que d'un prélèvement au cours de l'année pour analyser la qualité physico-chimique des eaux (la température et la concentration en différents minéraux et polluants) et les espèces vivantes (typiquement les macrophytes, le plancton et les poissons). En parallèle, la paléolimnologie (via l'étude des sédiments) permet de retracer l'histoire de ces lacs (i.e. leur environnement et le climat passé).

L'exemple du Brévent

Au lac du Brévent, dans la réserve naturelle nationale des Aiguilles Rouges, des suivis du phytoplancton sont réalisées depuis 1998. Les différentes espèces ainsi que leurs abondances sont analysées sur des échantillons d'eau du lac. Les études menées par le CARTEL et ASTERS ont révélé un accroissement net de l'abondance du phytoplancton au cours des dix dernières années. Ces changements majeurs pourraient témoigner d'un enrichissement des eaux en nutriments, mesurés à des concentrations anormalement élevées pour un lac à 2159 m d'altitude. Un autre constat : une zone non oxygénée se développe au fond du lac, susceptible d'être préjudiciable à la faune benthique. Les causes de la dégradation du Brévent sont probablement multiples et notamment liées aux changements globaux. En plus des apports possibles par ruissellement, les retombées atmosphériques issues des pollutions anthropiques augmentent les concentrations en nutriments, particulièrement en azote (N), dans l'eau du lac. Suite aux résultats obtenus sur ce lac, les différents acteurs concernés ont décidé d'y arrêter l'aveinage et un intérêt particulier est toujours porté à cet écosystème fragile.

Les lacs, petits ou grands, sont donc des indicateurs environnementaux de premier plan. En accumulant les éléments présents dans leurs bassins versants, ils reflètent l'évolution de l'hydrosphère, du climat, de l'usage du sol et, en somme, de la Terre et des sociétés humaines, à l'échelle locale et globale.

■ **Stéphane JACQUET***, **Isabelle DOMAIZON**

Université Savoie Mont-Blanc - INRA, UMR CARTEL, Thonon-les-Bains

■ **Raphaëlle NAPOLEONI**, **Jean-Baptiste BOSSON***

ASTERS, Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie, Pringy



lacs

Pour en savoir plus

- www6.dijon.inra.fr/thonon
- www.cen-haute-savoie.org
- www6.inra.fr/soere-ola
- www6.inra.fr/synaqua
- www.lacs-sentinelles.org
- www.cipel.org
- www.alpine-space.eu/projects/eco-alpswater

* membres du conseil scientifique du Geopark Chablais