

Vue aérienne d'Annecy et du lac - © OT Lac d'Annecy - A. Gérard

Importance économique et usages

Quelles sont les ressources des grands lacs ?

► Rachel Baguet, Agence de l'Eau RMC • Audrey Klein, CIPEL •

Les ressources qu'offre un lac à la société peuvent être mises en lumière en faisant appel au concept de « services écosystémiques », que l'on peut appeler plus communément les services rendus. Ils définissent les bénéfices qu'un écosystème peut rendre à l'Homme et à la société. On distingue quatre registres de services : les services de régulation (la régulation des inondations), d'approvisionnement (la ressource en eau potable), culturels (aspect récréatif) et de soutien aux conditions favorables de vie (le cycle des éléments nutritifs).

Les lacs : une source d'approvisionnement en eau potable et en ressource halieutique

Les lacs sont de véritables réserves d'eau potable. La production d'eau potable constitue une ressource inestimable pour les territoires lacustres puisque des populations entières bénéficient d'une eau de qualité prélevée localement et potable après un traitement minimum (voir question 3-01 : *L'eau des lacs : peut-on la boire et s'y baigner ?*).

De plus, les lacs peuvent aussi être utilisés pour leurs ressources halieutiques, que ce soit en termes de quantité ou de variétés de poissons et crustacés qui permettent le développement local de pêcheries professionnelles, alimentant très souvent un commerce de spécialités locales et des restaurants. Sur un plan économique, le service rendu va donc bien au-delà du strict domaine lacustre pour bénéficier à des consommateurs éloignés.

Le tourisme : vecteur de développement économique

Plusieurs facteurs peuvent expliquer l'attractivité que représente un lac pour des touristes de plus en plus nombreux. Ce milieu naturel recèle une palette de possibilités et d'atouts majeurs invitant baigneurs et promeneurs à la détente et à la pratique d'activités variées.

La baignade et les activités nautiques présentes sur un lac sont généralement les éléments déclencheurs qui motivent le choix de destination d'un touriste. Qu'il soit adepte des activités subaquatiques comme la plongée, ou le nautisme, le visiteur trouvera sur un lac des loisirs à son goût. Si toutefois il n'apprécie pas l'aviron, la planche à voile ou le ski nautique, il pourra profiter des paysages en s'adonnant à la promenade et la randonnée.

À ceci s'ajoute l'intérêt que les pêcheurs amateurs portent aux différents poissons lacustres ou le simple plaisir de la contemplation des reflets de la lumière sur l'eau.

Un lac constitue ainsi un lieu privilégié pour l'accueil de touristes et stimule de ce fait un développement territorial économique basé sur un tourisme à plusieurs facettes suivant les installations existantes et la prise en compte du milieu naturel en place sur le territoire.



Photo 1 – Base nautique lac du Bourget (© F. Barratier – AE RMC)



Photo 2 – Pêcheurs amateurs sur le lac d'Annecy (© D. Zanella – SILA)

Des usages plus ou moins présents sur les lacs

Suivant les territoires et leurs spécificités, l'eau d'un lac peut également être utilisée comme force motrice pour produire de l'électricité via l'hydroélectricité (voir question 5-08 : *Les lacs sont-ils utilisés pour la production hydroélectrique ?*), dans les process industriels, ou comme facteur de production en agriculture ou dans l'industrie (de type agro-alimentaire). Ces usages sont aujourd'hui plutôt limités sur les grands lacs alpins.



Photo 3 – Anancy, le 22 juin 2014 : le lac voit aujourd'hui ses rives et ses flots parcourus par toutes sortes d'usagers à la recherche de détente ou d'activités sportives (© J. Serralongue)

Les lacs garants d'une vitalité locale

Vivre à proximité d'un lac permet de bénéficier d'un cadre de vie agréable. Profitant d'un environnement privilégié, les lacs demeurent, depuis toujours, des lieux d'accueil (voir question 9-05 : *Comment s'est développé le tourisme autour des lacs ?*). L'arrivée de nouvelles populations attirées par les activités récréatives et l'environnement des lacs participe au dynamisme constant de ces territoires.

Et la biodiversité ?

De plus en plus, les lacs sont également considérés comme des lieux de biodiversité importants. Cette biodiversité participe au bon fonctionnement écologique des lacs et à leur intérêt touristique, en particulier grâce à l'existence de sites naturels variés. Cet aspect est souvent peu considéré car son importance pour le bien-être humain est moins direct. Il est cependant tout aussi indispensable.

Ce qu'il faut retenir

Les grands lacs alpins, suivant leurs fonctionnalités, n'ont donc pas tous les mêmes services ou ressources à offrir. Certains usages sont prépondérants, comme le tourisme et la production d'eau potable. La biodiversité de ces lacs renforce leur attractivité. Pour ces raisons, les lacs contribuent au développement économique du territoire.

Quels tourisms et quels loisirs sur les grands lacs ?

► Anne Clémens, ZABR • Olivier Gorin, Agence de l'Eau RMC •

Les grands lacs alpins ont de nombreux atouts naturels, très attractifs, qui permettent le développement du tourisme sur leurs territoires. Cette activité est un facteur primordial pour leur développement.

Quel type de tourisme ? À quelle saison ?

Les territoires des grands lacs alpins offrent un cadre naturel remarquable pour des activités liées à deux milieux spécifiques : celles liées à la montagne (randonnée, parapente, alpinisme) et celles liées aux lacs eux-mêmes (voile, baignade, ski nautique, plongée, promenade sur les voies vertes). Ces activités se concentrent essentiellement sur la période estivale. Elles sont complétées en hiver par la pratique de sports de neige sur les sommets environnants. Les grands lacs constituent une destination touristique majeure car ils ont l'avantage de permettre une grande polyvalence d'activités sur un même site. Même si la baignade et la voile constituent deux des grandes activités pratiquées sur les lacs, on ne peut pas qualifier les lacs comme uniquement une destination de baignade ou de voile. Les lacs ont des eaux plutôt fraîches, le vent manque parfois, ce qui peut décourager des vacanciers qui recherchent à pratiquer uniquement ces activités. Les grands lacs alpins sont emblématiques pour le tourisme vert : rives aménagées, sommets voisins offrant des points de vue.



Photo 1 – Parapente sur le lac d'Aiguebelette (© D. Roux-Michollet – GRAIE)

Les lacs d'Annecy, du Bourget et le Léman, développent également sur leurs territoires un tourisme d'affaires permettant une plus grande attractivité hors saison. Annecy dispose d'un centre de congrès, d'une infrastructure autoroutière la reliant rapidement à Genève et d'un pôle industriel et d'entreprises qui font l'attrait permanent des hommes d'affaires. Le lac du Bourget, avec sa zone d'activité Savoie Technolac, attire des entreprises innovantes, des chercheurs et des étudiants, qui participent au développement d'un tourisme d'affaires local. Sur ses rives, le thermalisme fait d'Aix-les-Bains une destination prisée pour la remise en forme et la balnéothérapie. Avec ses institutions internationales, les sièges de sociétés (ONU, Bureau International du travail...) et les multiples congrès qui s'y déroulent, le Léman, et notamment Genève, dispose d'une clientèle captive et d'une visibilité mondiale.

Quand l'office de tourisme d'Annecy demande en 2013 aux touristes ce qu'ils pensent faire pendant leur séjour à Annecy, ils répondent :

- 52,9%, découvrir le patrimoine
- 52,4%, randonner
- 49,6%, aller à la plage
- 34,3%, faire des excursions

Les activités pratiquées sur les lacs

La promenade lacustre ou piétonne est l'usage le plus commun (voir question 6-04 : *Comment est organisé l'accueil du public ?*) et l'événementiel (régates, compétitions, fêtes lacustres...) est une des activités les plus dynamiques (voir question 9-04 : *Quels sont les événements festifs liés aux lacs ?*).

La baignade joue un rôle prépondérant dans l'attractivité des lacs du Bourget, d'Annecy, d'Aiguebelette et du Léman sur lesquels il existe 147 plages au total (voir question 5-04 : *Quelle est l'importance de la baignade et son organisation ?*).

La pratique de la voile est également importante, avec une dimension sociale marquée ; de nombreux scolaires pratiquent ce sport. Il existe sur les lacs 15 clubs, 5 155 licenciés et 307 éducateurs. Les retombées économiques de la pratique de la voile s'étalent d'avril à octobre.

Les lacs alpins sont concernés par la **navigation de plaisance fluviale** et lacustre privée, particulièrement le Léman : ce dernier accueille 50 % de la flotte présente sur l'ensemble du bassin Rhône Méditerranée. Dans ses 171 ports et plages, il dispose de 16 100 places à flot et à peine plus de 1 500 places à terre. L'offre en matière de bateaux promenade est également assez développée sur les lacs. **Les lacs ont la faveur du ski nautique, du wakeboard, et du paddle** car l'eau y est relativement calme. Concernant le ski nautique, il existe sur les lacs alpins 11 sites dédiés, 5 clubs, 650 licenciés et 82 éducateurs.

La plongée regroupe également un nombre important de licenciés dont par exemple 700 autour d'Annecy.



Photo 2 – Moment de détente sur le lac d'Annecy (© GRAIE)

Le tourisme, moteur dans l'économie des lacs

Le poids économique du tourisme ne se résume pas à la prise en compte des activités d'hébergement dans l'hôtellerie et les campings. Pour le quantifier, il convient de prendre en compte 3 indicateurs clés : les emplois, le chiffre d'affaires des entreprises et des filières, et la valeur ajoutée créée, à savoir le bénéfice net produit sur le territoire.

- **4,3 millions de nuitées touristiques** marchandes sont réalisées par an sur le territoire des lacs dans les seuls hôtels et campings.
- **Environ 2500 emplois** sont liés à l'hébergement touristique (hôtels et campings).
- **L'encadrement des sports nautiques hors plaisance et pêche représente sur les territoires des grands lacs alpins 716 diplômés** exerçant essentiellement dans les activités de voile (33 %) et canoë-kayak (26 %).

Notons que ces chiffres ne prennent pas en compte le côté suisse du Léman.

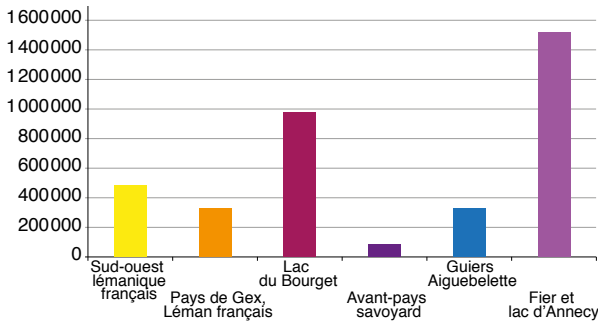


Fig. 1 – Répartition des nuitées touristiques autour des bassins versants des 4 grands lacs (sources : INSEE DGCIS, partenaires régionaux 2010 et Atout France)

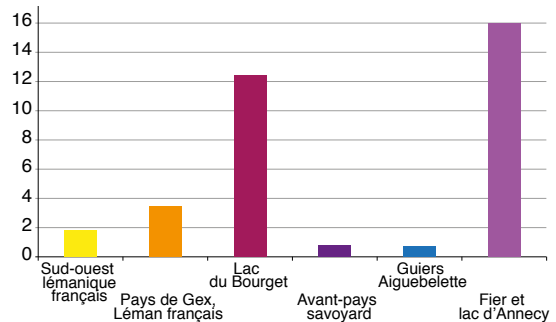


Fig. 2 – Pourcentage d'emplois dans les hébergements marchands (source : INSEE Alisse 2007, in *Études Traces 2011*)

Le chiffre d'affaires attribuable à la pratique d'activités de loisirs liées à l'eau est évalué à 14,4 M€ HT réparti de la façon suivante :

Répartition spatiale	Chiffre d'affaires
Sud-ouest lémanique	1 571 419
Pays de Gex, Léman	1 233 333
Lac du Bourget	7 169 773
Avant-pays savoyard	45 000
Guiers Aiguebelette	408 333
Fier et lac d'Annecy	4 011 464

(source : *Études Traces 2011*)

Ce calcul ne prend en compte que les activités effectivement attribuables à la pratique d'une activité de loisir liée à l'eau. Il se compose de 3 indicateurs clés : les emplois d'encadrement professionnels, le chiffre d'affaires et la valeur ajoutée créée.

Ce qu'il faut retenir

Les grands lacs alpins offrent aux touristes qui les fréquentent des activités variées, entre eaux et montagnes, faisant de ces territoires des hauts lieux du tourisme de loisirs, d'affaires et de thermalisme. Le poids économique des activités liées à l'eau révèle leur importance pour le développement local des territoires lacustres.

Quelle est l'importance de la navigation sur les grands lacs ?

► Anne Clémens, ZABR • Mathilde Pinto, Aix-Marseille Université •

Les lacs ont toujours été des milieux favorisant les échanges entre villes ou communautés humaines, en plus d'être des lieux de pêche et de ressources alimentaires. La navigation sur les grands lacs est aujourd'hui essentiellement une navigation de plaisance qui a un impact important sur l'économie des territoires.

La plaisance privée et les bateaux promenades animent les lacs

Les lacs alpins sont très concernés par la plaisance lacustre privée. Le Léman arrive loin en tête en termes de plaisance privée résidente. Il accueille 50 % de la flotte présente sur l'ensemble du bassin Rhône Méditerranée avec 11 000 bateaux, tandis que le lac d'Annecy en comptabilise 2 000 et le lac du Bourget 2 800.

Des bateaux à énergie solaire proposent des excursions sur le Léman, au Pré-Curieux, à côté d'Évian-les-Bains et aux Grangettes (Suisse).

La Compagnie Générale de Navigation (CGN) propose sur le Léman des croisières à bord de l'un de ses bateaux à roue à aube. La plus élégante flotte « Belle Époque » du monde a été classée monument historique d'importance nationale en 2011.

Les impacts socio-économiques de la navigation de plaisance lacustre

Les impacts économiques du tourisme lacustre sont liés aux tarifs supportés par les usagers (vignette, contrat d'abonnement au port, valeur d'une croisière). Ce sont les impacts directs. Par exemple, une semaine de location d'un bateau est facturée en moyenne entre 1 700 et 2 000 €. On compte également les impacts indirects, liés aux dépenses effectuées lors des escales, dans les restaurants, cafés, espaces culturels. À titre d'exemple, on considère qu'un plaisancier en transit en escale dépense en moyenne 11 €, alors qu'un client d'une péniche-hôtel dépense 55 € par jour.

Le développement de la plaisance nécessite des équipements portuaires avec du personnel dédié

Le lac du Bourget a 14 ports de plaisance, tous saturés. Il n'est pas possible d'envisager leur extension et des travaux réguliers d'amélioration de l'existant sont réalisés.

Lacs	Flotte	Impacts directs par bateau	Total impacts directs	Impacts indirects par bateau	Total impacts indirects	TOTAL
Léman français	11 000	1 000 €	11 000 000 €	200 €	2 200 000 €	13 200 000 €
Bourget	2 800	1 000 €	2 800 000 €	200 €	560 000 €	3 360 000 €
Annecy	2 000	1 000 € pour 1 000 bateaux 500 € pour 1 000 bateaux	1 500 000 €	200 €	400 000 €	1 900 000 €

Fig. 1 – Estimation des impacts économiques de la plaisance privée résidente sur les 3 grands lacs alpins en 2010 (source : CREOCEAN 2012 en co-traitance avec SCE, Naomis, CTS et Grelet Conseil)

Lacs	Chiffre d'affaires de l'activité des bateaux promenades avec restauration	Chiffre d'affaires de l'activité des bateaux promenades sans restauration
Léman français	73 000 €	70 000 €
Bourget	988 000 €	572 000 €
Annecy	878 000 €	547 000 €

Fig. 2 – Estimation des impacts économiques des bateaux de promenades lacustres en 2010 (source : CREOCEAN 2012 en co-traitance avec SCE, Naomis, CTS et Grelet Conseil)



Photo 1 – Bateau Belle Époque Savoie dans la rade de Genève (© CIPEL)

Les ports du lac d'Annecy, au nombre de 8, sont tout autant saturés, et il n'y a pas non plus de réelles possibilités d'extension. Le Léman est, quant à lui, couvert par 70 ports de plaisance. Cette activité est source de 167 emplois au sein des ports de plaisance : 28 sur le lac du Bourget, 20 sur le lac d'Annecy et 119 sur le Léman.

Loueurs et compagnies de bateaux sur le lac d'Annecy

La majeure partie des loueurs de bateaux (14 sur 19) s'est regroupée au sein d'un groupement de loueurs de bateaux du lac d'Annecy qui vise à harmoniser le travail de l'ensemble des professionnels et à mettre en place des contrats directs avec les autorités compétentes. Un accord a été élaboré entre les loueurs de bateaux, l'administration et l'État, qui limite le nombre de loueurs exerçant cette activité sur le lac et le nombre de bateaux pouvant être mis à l'eau. Cette limitation permet d'éviter la surcharge du lac.

Elle a permis d'aboutir à un rapprochement des tarifs exercés. D'un point de vue sécuritaire et concurrentiel, les prix pratiqués justifient l'entretien du matériel et filtrent les loueurs moins soucieux qui privilégient la fréquentation de leur activité à la sécurité du client.

En 2013, les 19 loueurs de bateaux proposaient 501 embarcations : 32 de plus de 5 mètres, 28 de moins de 5 mètres, 138 motorisées de moins de 5 mètres, 303 pédalos et barques. Les compagnies de bateaux étaient au nombre de 5, avec une fréquentation moyenne de 155000 personnes pour la saison et la mobilisation de 16 salariés permanents.



Photo 2 – Embarcadère pour les bateaux de navigation à passagers au lac d'Annecy (© Gw. P. – SILA)

Ce qu'il faut retenir

L'offre de navigation de plaisance concourt à l'offre touristique des lacs. Cette activité est une composante importante pour le tourisme des lacs avec des recettes de 18,4 M€ provenant de la plaisance privée résidente et de 1,2 M€ venant de l'activité des bateaux promenades.

Quelle est l'importance de la baignade et son organisation ?

► Arielle Cordonier, État de Genève • Françoise Kerrien, ARS Rhône-Alpes – DD de la Savoie •

Autrefois, les lacs étaient essentiellement appréciés pour les activités de montagne qu'ils permettaient. L'activité de baignade ne viendra que tardivement sous l'impulsion notamment des Anglais. Comment l'offre de baignade s'organise-t-elle aujourd'hui autour des grands lacs alpins ? L'eau des lacs est-elle de qualité suffisante pour s'y baigner ? Cette activité pèse-t-elle sur l'économie des territoires concernés ?

L'offre de baignade sur les grands lacs alpins

Les quatre grands lacs alpins offrent au total 147 sites de baignade estivale : 115 pour les rives du Léman, 14 pour le lac d'Annecy, 10 pour le lac du Bourget et 8 pour le lac d'Aiguebelette.

Sur les 57 sites français, 26 sont en accès payant. De nombreuses plages sont aménagées et surveillées de début juillet à fin août par des maîtres-nageurs sauveteurs pour assurer la sécurité des baigneurs. Certaines communes font le choix délibéré de la gratuité de leur plage pour favoriser l'accès de tous à des loisirs gratuits. Concernant les plages suisses, celles équipées sont généralement payantes. Par exemple, l'Hermance, Genève Plage et les Bains des Pâquis proposent de nombreuses infrastructures : piscines chlorées, cabines de change, douches, jeux pour enfants.

Des plages dotées d'aménagements variés

Certaines plages, comme celle des Marquisats sur le lac d'Annecy ou la plage du Rowing sur le lac du Bourget, sont aménagées sur une bande d'herbe plus ou moins ombragée avec une surveillance des plages en saison et des sanitaires incitant les nageurs à se rincer en sortie de plage.

D'autres plages, à l'instar de la plage municipale d'Aix-les-Bains ou la plage municipale de Thonon-les-Bains sur le Léman, sont de véritables complexes sportifs de détente et de loisirs, avec piscine, plage surveillée sur le lac, terrains de jeu et animations, toboggans nautiques et lieux de restauration.

Bonne nouvelle : on peut se baigner dans les lacs sans risque pour notre santé

La qualité sanitaire des plages fait l'objet de contrôles rigoureux (voir question 3-01 : *L'eau des lacs : peut-on la boire ou s'y baigner ?*).

En 2013, toutes les baignades contrôlées des lacs d'Annecy, du Bourget et d'Aiguebelette ont été classées soit en «excellente qualité» (indicateur bleu), soit en «bonne qualité» (indicateur vert). Concernant le Léman, 85 % des plages ont une bonne qualité des eaux, 12 % une qualité moyenne et deux ont été momentanément polluées. En 2014, plus aucune plage n'est interdite à la baignade.



Photo 1 – Plage d'Albigny au lac d'Annecy (© D. Zanella – SILA)

Il n'y a aucun risque pour la santé à se baigner dans les grands lacs alpins. Parfois, lorsque la température de l'eau dépasse les 20 °C, les baigneurs peuvent être incommodés par une larve microscopique, la cercaire, appelée « puce de canard ». C'est un inconvénient de la baignade en milieu naturel. Pour limiter les risques de ces désagréments, certaines précautions peuvent être prises (voir question 5-05 : *La puce du canard est-elle dangereuse ?*).

Des bains hivernaux

Le Viking Club de Talloires.

Depuis 1998, Rask Christian Schmidt perpétue la tradition de son pays, les bains hivernaux. Sur les rives du lac d'Annecy, il a créé le Viking Club de Talloires. De quelques amis à une soixantaine d'adhérents aujourd'hui, ce club dispose d'un chalet mis à disposition par la mairie (de début octobre à fin avril) où est installé un sauna qui permet de prendre ces fameux et revigorants bains hivernaux avec une série d'allers-retours alternés entre eau froide et sauna.

L'association d'usagers des Bains des Pâquis, à Genève.

Adeptes de la natation hivernale, ils organisent depuis 1934 un championnat appelé la coupe de Noël. L'association propose également de septembre à mai, hammams, bains turcs et saunas.

L'activité de baignade est une source de recettes pour le territoire

Sur le lac d'Annecy par exemple, la moitié des plages sont payantes, permettant aux communes qui les gèrent d'avoir une source de revenus. En prenant la moyenne du tarif d'entrée de l'ensemble des plages et le nombre d'entrées enregistrées on peut considérer qu'à minima cela représente plus de 600 000 € pour l'ensemble des plages payantes.

Cette activité est un atout considérable pour la commune qui a un accès direct au lac et qui permet de subvenir aux frais de gestion de la plage.



Photo 2 – Plage de la Pinède à Thonon-les-Bains (© A. Klein)



Photo 3 – Plage du centre aquatique Aqualac, Aix-les-Bains (© CALB)

Ce qu'il faut retenir

La baignade en milieu lacustre a ses adeptes. Elle offre toujours un cadre exceptionnel avec son environnement de montagne. Quoi de plus dépaysant que d'alterner marche en montagne et baignade dans une eau calme et pure.

La puce du canard est-elle dangereuse ?

► SILA • Michel Lafforgue, SAFEGE •

Ce phénomène interroge chaque été les baigneurs et peut être une source d'inquiétudes. Retour sur un organisme aquatique largement répandu mais parfois mal connu.

Un parasite naturel au cycle complexe

La puce du canard est en réalité un parasite trématode (genre *Trichobilharzia*) qui mesure environ 0,5 mm. Il effectue son cycle naturel entre un hôte définitif, qui est un oiseau aquatique, et un hôte intermédiaire, un mollusque appelé limnée, vivant sur le fond du lac ou sur les plantes aquatiques.

C'est entre juin et septembre, quand la température de l'eau dépasse 18-19 °C, que le parasite – sous une forme appelée cercaire – quitte la limnée pour rechercher un oiseau qui lui permettra de poursuivre son développement. S'il s'agit le plus souvent d'un canard colvert, le cygne est également un porteur confirmé. D'autres espèces sont également suspectées.

Mais parfois, le parasite se trompe de cible et pénètre l'épiderme d'un baigneur : c'est la « dermatite cercarienne », ou « puce du canard ». Le cycle ne peut pas continuer dans le corps humain et le parasite meurt. Cependant une réaction cutanée se produit là où l'organisme s'est introduit. Un bouton rouge apparaît et s'accompagne de démangeaisons qui durent généralement quelques jours avant de disparaître.

Une affection souvent désagréable mais considérée comme bénigne

La dermatite cercarienne, bien que désagréable, est considérée par les autorités sanitaires comme une affection bénigne en l'état actuel des connaissances. Certaines peaux sont plus sensibles que d'autres au phénomène, les réactions sont donc très variables. L'intensité des démangeaisons dépend évidemment du nombre de boutons et les cas les plus sévères peuvent s'accompagner de fièvre. La consultation d'un médecin ou d'un pharmacien permet de recevoir un traitement adapté.

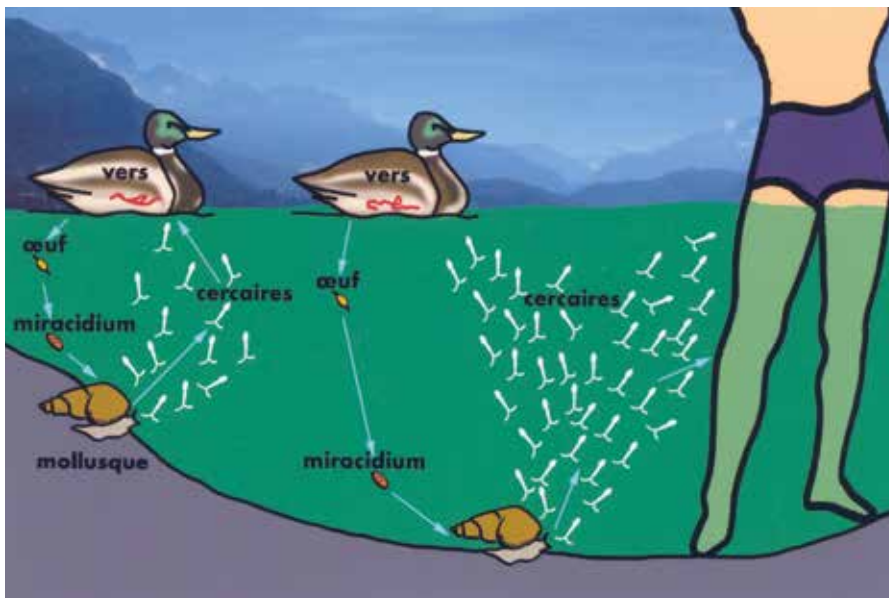


Fig. 1 – Le cycle de la dermatite cercarienne (© SILA)

Photo 1 – Traitement préventif de certaines plages du lac d'Annecy. Le véhicule amphibie est équipé à l'avant d'une herse qui «griffe» la couche superficielle du fond, et détruit jusqu'à 80 % des mollusques hôtes intermédiaires du parasite (© L. Renaud – SILA)



Une répartition mondiale du phénomène

Ce parasite peut être potentiellement retrouvé dans tous les plans d'eau, pour peu que les facteurs de développement soient présents. Le mollusque hôte intermédiaire est très commun. Les oiseaux parasités (plus de 70 % des canards colverts aux lacs d'Annecy et du Bourget), circulent sans difficulté d'un lac à un autre, favorisant ainsi la propagation du parasite. Le phénomène n'a donc pas de lien avec la qualité de l'eau et ne témoigne pas d'une éventuelle pollution.

La dermatite cercarienne a été décrite pour la première fois en France en 1931. De nombreux foyers ont été identifiés sur tout le territoire, mais le phénomène peut fréquemment passer inaperçu, car il peut être confondu avec des piqûres d'insectes. Les grands lacs alpins sont tous concernés à des degrés divers. C'est surtout depuis les années 1990 que les cas se sont multipliés, sans pour autant que les raisons soient clairement identifiées.

Des actions engagées pour réduire les risques

Il n'existe malheureusement aucune solution pour détruire totalement le parasite ou supprimer le risque de dermatite cercarienne, car on ne peut pas confiner un lac et en interdire l'accès aux oiseaux aquatiques.

À titre individuel, il est généralement conseillé de limiter les baignades en eau peu profonde, où se trouvent préférentiellement les mollusques vecteurs des parasites. Un rinçage puis un séchage vigoureux à la sortie du bain peuvent permettre de détacher les organismes qui n'ont pas encore pénétré la peau.

Pour les gestionnaires, il est possible de perturber le développement du parasite. Les oiseaux aquatiques constituent un premier levier d'action : régulation des populations par la chasse, interdiction du nourrissage. Il est également possible de diminuer les densités des mollusques sur les plages touchées et leurs abords par des interventions mécaniques.

Au lac d'Annecy, où toutes ces pratiques sont mises en œuvre depuis une dizaine d'années, le niveau général de perturbation a nettement chuté, mais des cas se produisent toujours chaque été.

Ce qu'il faut retenir

La puce du canard est considérée comme une affection bénigne mais ses effets peuvent être désagréables. Il n'existe pas de solution pour éradiquer totalement le phénomène, largement répandu dans certains lacs. Des actions préventives permettent toutefois de limiter le nombre de cas.

L'eau des lacs est-elle utilisée pour la consommation humaine ?

► Christian Lépinard, Communauté d'agglomération d'Annecy • Stephan Ramseier, Services Industriels de Genève • Philippe Michal, Ville d'Aix-les-Bains •

L'utilisation des lacs pour l'alimentation en eau potable suscite parfois des controverses. Nombreuses sont les collectivités riveraines ayant recours à ce type de ressource qui leur apporte une régularité quantitative d'approvisionnement et une qualité d'eau suffisamment stable. Toutefois, cette acceptation du recours à l'eau de surface n'a jamais été évidente puisque, si chacun admet qu'il est souvent possible de consommer sans traitement de l'eau souterraine, ce n'est pas le cas avec l'eau des lacs jugée moins sûre au plan microbiologique et susceptible d'être plus facilement polluée.

Eau souterraine et eau de surface

L'eau des lacs appartient à la catégorie des eaux de surface ou superficielles, par opposition à l'eau souterraine qui est contenue dans une matrice aquifère, c'est-à-dire dans les interstices des constituants du sol ou dans le réseau de fissures d'une structure rocheuse. Elle est parfois qualifiée de ressource close pour la distinguer de l'eau prélevée dans les rivières et en mouvement rapide. Pour les collectivités qui l'utilisent, l'eau des lacs ne couvre pas toujours l'intégralité des besoins et d'autres ressources sont mobilisées.

Le cas de Lausanne est instructif à cet égard puisque la ville n'utilise l'eau du Léman que depuis 1932, ses ressources historiques d'eau souterraine – toujours utilisées et scrupuleusement protégées – étant devenues insuffisantes au regard de l'évolution des besoins.

À Annecy, le manque de ressources classiques et suffisamment productives pour accompagner le développement urbain s'est très tôt imposé en tant que problème majeur. À l'issue d'un débat passionné, les partisans de la filtration de l'eau du lac d'Annecy l'ont emporté face aux tenants du recours au captage de sources situées hors du territoire à desservir. C'est ainsi qu'une première usine de traitement a été mise en

service en 1910 et que l'eau du lac est progressivement devenue l'unique ressource de la ville.

C'est également en 1910 qu'Aix-les-Bains a commencé à prélever l'eau du lac du Bourget en complément d'autres sources d'alimentation. Mais elle conserve la possibilité d'effectuer sur le même site des pompages dans la nappe alluviale du Sierroz en bordure du lac.

À Genève, les besoins des usagers sont couverts à hauteur de 80 % par de l'eau prélevée dans le Léman puis traitée. Le reste de la demande est satisfait grâce à de l'eau puisée dans la nappe phréatique du Genevois.

Quant aux eaux du lac d'Aiguebelette, elles sont exploitées depuis le début des années 1960 par le syndicat des eaux du Thiers et couvrent un peu moins de 60 % des besoins.

Le recours à l'eau de surface pour l'alimentation humaine est donc indispensable pour satisfaire des besoins qui ne peuvent pas, ou plus l'être, avec des ressources d'eau souterraine.

L'eau des lacs est de plus en plus sollicitée par des communes éloignées des lacs pour soulager les ressources locales surexploitées.



Photo 1 – Lac d'Annecy : bouées matérialisant les périmètres de protection des prises d'eau et portant la mention « moteur interdit »
(© C. Lépinard)

Les périmètres de protection de captage, un outil de préservation de la qualité des eaux

Les captages d'eau de surface bénéficient en France d'une protection reposant sur l'instauration de trois périmètres délimités sur proposition d'un hydrogéologue agréé. Dans le cas du lac d'Annecy, dont le fonctionnement hydraulique a été modélisé et la vulnérabilité étudiée, le périmètre de protection immédiat est établi en zone lacustre. Il marque une interdiction de la présence d'embarcations à moteur.

Un second périmètre dit de protection rapprochée prend en compte l'hypothèse d'un déversement accidentel de substances polluantes depuis la rive. Quant à l'aire de protection éloignée, elle joue à l'échelle du bassin versant et souligne un besoin de vigilance accrue en matière de protection de l'environnement.



Photo 2 – Le lac du Bourget : ressource en eau potable depuis 1910 (© CISALB)

Les eaux des lacs doivent subir un traitement

Les techniques utilisées pour atteindre l'objectif de salubrité doivent être adaptées à chaque situation. En outre, le choix opéré doit prendre en compte plusieurs phénomènes et processus qui gouvernent l'état écologique des lacs et la qualité de leurs eaux.

- **Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau d'un lac sont en partie déterminées par les substances qui entrent en solution.** Le développement d'une biomasse phytoplanctonique dans la zone trophique, c'est-à-dire la couche d'eau dans laquelle l'intensité lumineuse permet à la photosynthèse d'être active, conditionne également le traitement à appliquer. Ces organismes végétaux cohabitent en tant que matières en suspension avec une charge inorganique entraînée par le ruissellement (particules pouvant être décantées et colloïdes).
- **Le second phénomène naturel à considérer résulte de la stratification thermique** qui règne une partie de l'année (à la belle saison) dans la masse d'eau des lacs suffisamment profonds. Cette situation temporaire est protectrice de la qualité de l'eau lorsque la thermocline* est installée (isolement des couches de diverses densités) mais elle est susceptible de permettre, lors de conditions météorologiques particulières, un entraînement vers les

Température de l'eau du lac d'Annecy (émissaire*/eau distribuée) – 2013

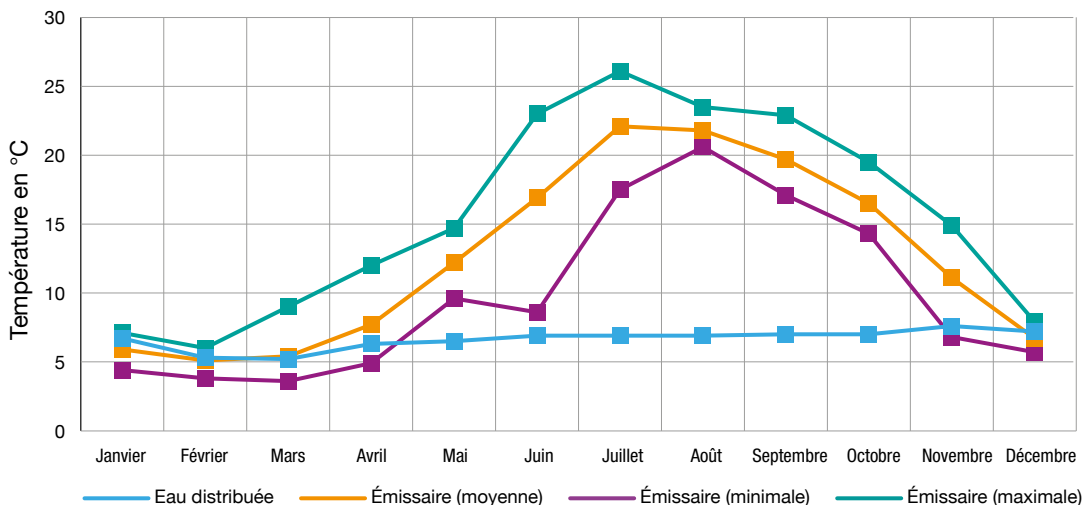


Fig. 1 – Comparaison de la température de l'eau distribuée avec celle de l'émissaire du lac d'Annecy. Les prélèvements effectués en profondeur dans les lacs alpins permettent la fourniture d'une eau dont la température est basse et constante tout au long de l'année. La comparaison des températures de l'eau du lac d'Annecy à 27 m de profondeur et de celle de son émissaire met en évidence cet avantage (source : C. Lépinard)

crépines de prélèvement d'une eau dont les caractéristiques sont moins favorables (voir question 1-04 : *Quand les lacs se retournent-ils dans leur cuvette ?*). Les conditions physico-chimiques qui s'établissent dans la colonne d'eau d'un lac étant susceptibles de varier (température, turbidité*, matières en suspension), la position de la prise d'eau, notamment en profondeur, doit être choisie pour disposer d'une eau ayant des caractéristiques suffisamment stables et qui restent dans les limites requises pour que le traitement soit efficace en toutes circonstances. Son emplacement est déterminé à l'issue d'études minutieuses réalisées sur une durée suffisante.

Les différents types de traitement des eaux des lacs alpins naturels

Anancy a recours au microtamisage suivi d'une séparation sur membranes d'ultrafiltration. Lausanne a également recours aux membranes pour traiter l'eau du Léman et dispose de la possibilité d'enclencher, en fonction des nécessités, un traitement de l'eau par contact avec du charbon actif en poudre pour provoquer l'élimination des substances indésirables (les micropolluants).

À Genève comme à Évian-les-Bains, on a recours à un traitement qui, outre la rétention de la charge organique et des particules en suspension par une filtration sur lits de sable, agit également sur les substances dissoutes grâce à des filtres à charbon actif.

Quant au syndicat des eaux du Thiers, il prélève l'eau du lac d'Aiguebelette qui est distribuée après une simple désinfection.

Le cas du lac du Bourget est emblématique des limites qui peuvent exister quant à l'utilisation de l'eau des lacs. L'apparition épisodique d'efflorescences de cyanobactéries potentiellement productrices de toxines peut contrarier l'utilisation du lac pour l'eau potable. Cependant, il n'y a plus de prolifération depuis quelques années.



Photo 3 – Rétention des matières en suspension par séparation membranaire (© J.-M. Favre – C2A)

2013 – Ultrafiltration de l'eau du lac d'Annecy : paramètre de turbidité

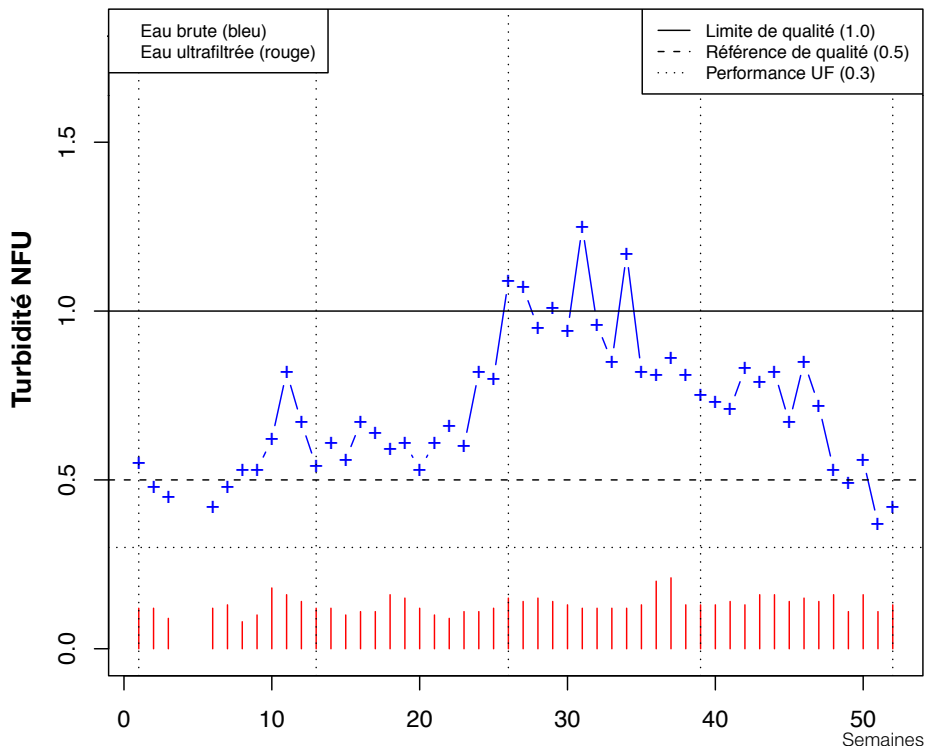


Fig. 2 – La filtration abaisse la charge particulaire de l'eau. Dans le cas du lac d'Annecy, la séparation sur membrane permet directement d'obtenir une eau respectant les limites de qualité pour la turbidité (tracé en rouge) quelles que soient les caractéristiques de l'eau brute (tracé en bleu). (source : C. Lépinard)

Lac	Collectivité	Part de l'eau de surface dans la production totale (%)	Prix du m ³ d'eau seul* (hors assainissement, taxes et redevances)	Procédés de traitement de l'eau de surface
Léman	Évian (F)	60 %	1,41 € (2014)	Filtration sur sable, ozonation, filtration sur charbon actif, chloration finale
Léman	Genève (CH)	80 %	1,93 CHF (2015)	Chloration, filtration sur sable, ozonation, filtration sur charbon actif, chloration finale
Bourget	Aix-les-Bains (F)	60 %	1,75 € (2014)	Filtration et désinfection au bioxyde de chlore
Annecy	Annecy (F)	90 %	1,19 € (2015)	Microtamisage, ultrafiltration, chloration finale
Aiguebelette	SIAEP de la région du Thiers (F)	60 %	1,36 € (2014)	Chloration

Pour Genève, est indiqué le prix moyen de facturation du m³. Pour les collectivités françaises, le prix du m³ est calculé en considérant un foyer consommant 120 m³ d'eau par an, suivant la règle en vigueur.

Le prix de l'eau

En valeur moyenne, la part de l'eau seule – production et distribution – dans le prix global payé par l'utilisateur était estimée par l'Observatoire des Services Publics d'Eau et d'Assainissement français à 39 % en 2011. Par ailleurs, les charges relatives à la production de l'eau ne sont pas majoritaires. À Annecy, où 90 % en volume de l'eau distribuée est d'origine lacustre, elles ont représenté, en 2014, 24 % des dépenses d'exploitation. Globalement, c'est-à-dire en considérant l'intégralité du prix facturé (eau, assainissement, taxes et redevances), le coût de production de l'eau potable pour les habitants de la cluse d'Annecy est ainsi de l'ordre de 8 %.

Il n'est pas possible de dire si, d'une manière générale, le recours à une alimentation en eau potable à partir des lacs alpins est avantageuse ou pénalisante au regard du coût tant les facteurs qui gouvernent la formation du prix sont variés : taille de la collectivité, caractéristiques du procédé de traitement, accessibilité de la ressource, part de l'eau de surface dans la production totale, etc. Le tableau ci-dessus fournit le prix de l'eau seule pour un particulier dans plusieurs collectivités sur la base d'une consommation annuelle de 120 m³ et en prenant en compte les éventuelles parties fixes du tarif appliqué. Toutes utilisent l'eau d'un lac alpin et les prix pratiqués ne sont aucunement révélateurs de cette particularité.

Thermocline *Couche de transition thermique rapide entre les eaux de surface (chaudes) et les eaux profondes (froides).*

Émissaire *Canal naturel qui conduit les eaux provenant d'un trop-plein d'un lac, de leur lieu d'origine à leur lieu de rejet.*

Turbidité *Caractère plus ou moins trouble d'un liquide.*

Ce qu'il faut retenir

Les lacs naturels alpins sont des ressources stratégiques pour l'alimentation en eau potable des populations riveraines. Le maintien de la qualité de cette ressource dépend des mesures de préservation de la qualité de leurs eaux et des techniques de potabilisation mises en œuvre.

Ces réserves d'eau ont été mobilisées progressivement pour satisfaire l'augmentation historique des besoins. Dans certains cas, elles ont servi à pallier des difficultés d'approvisionnement inhérentes au recours à des sources subissant des altérations brutales de quantité ou de qualité.

Quels sont les effets de la métropolisation sur les lacs ?

► Denis Brondel, Chambéry métropole • Renaud Jalinoux, CISALB • SILA •

Plus le nombre d'habitants sur un territoire est grand, plus les volumes d'eaux usées à traiter, d'eau potable à fournir et les surfaces à aménager, sont élevés. Les gestionnaires des lacs et leurs partenaires sont engagés depuis de nombreuses années pour conduire des actions afin de limiter les effets de la pression de l'urbanisation sur l'eau.

Les principaux impacts de l'urbanisation sur l'eau

L'attractivité des lacs alpins et le développement économique des villes proches ont généré une forte croissance démographique et une urbanisation des bassins versants. En parallèle aux effets positifs de l'urbanisation, de nombreuses conséquences négatives sont constatées sur la qualité de l'eau :

- augmentation des volumes d'eaux usées, liée à la croissance démographique et au développement économique;
- augmentation des prélèvements sur la ressource en eau, pour les mêmes raisons;
- augmentation du ruissellement induit par l'imperméabilisation des sols (routes, parkings).

L'urbanisation en chiffres

La population résidant sur le bassin versant des lacs alpins et la consommation de l'espace n'ont cessé de croître au cours des décennies passées. Sur la période 1990-2011, la croissance démographique est très forte : + 13 % sur Annecy, + 22 % sur le Bourget, + 32 % sur le Léman.

Le phosphore et l'eutrophisation

Durant les « trente glorieuses » (1945-1973), le développement économique et l'urbanisation induisent le rejet des eaux usées dans les lacs, qui va installer durablement une phase d'eutrophisation*. Les apports excessifs de substances nutritives (phosphates et nitrates) augmentent la production d'algues au point de réduire fortement la transparence de l'eau et la concentration en oxygène au fond du lac. La prise de conscience de cette évolution catastrophique par des scientifiques, élus et usagers, conduit à des grands travaux de restauration des lacs.

Depuis 1976, le lac d'Annecy est protégé par un premier collecteur d'eaux usées de 35 km environ qui ceinture le lac. En 1980, après 5 ans de travaux, le lac du Bourget est sauvé par deux canalisations de 8 km acheminant chacune les eaux usées épurées d'Aix-les-Bains et de Chambéry à une galerie de 12 km creusée sous la montagne de l'Épine, exportant ces eaux vers le Rhône.



Photo 1 – L'usine de dépollution des eaux usées Siloé située près d'Annecy (© J. Desbiolles)

Dans le bassin versant du Léman, les premières stations d'épuration sont construites au début des années 1960, Lausanne (Vaud), Grand-Saconnex (Genève), Verbier (Valais). Il faudra attendre une petite décennie pour que des stations d'épuration comme Thonon-les-Bains (Haute-Savoie) ou Divonne-les-Bains (Ain) voient le jour. Ces premiers grands ouvrages permettent d'enrayer le processus d'eutrophisation des lacs. À partir de 1980, la teneur en phosphore des grands lacs régresse enfin. Mais cette victoire n'est qu'une première étape car les collectivités doivent désormais traiter les eaux rejetées par des populations de plus en plus importantes et de plus en plus dispersées.

Entre 1980 et 2000, les collectivités investissent des milliards d'euros pour raccorder les nouveaux habitants, créer de nouvelles stations d'épuration et rendre plus performants les ouvrages existants. Les collectivités doivent aussi se mettre en conformité avec des textes réglementaires de plus en plus exigeants (directive ERU sur les Eaux Résiduaires Urbaines).

Dans le bassin versant du Léman, toutes les stations d'épuration suisses et françaises sont astreintes à la déphosphatation. La bataille du phosphore se gagne aussi par des actions de réduction à la source, imposées par des mesures réglementaires. Dès 1986, la Suisse interdit les phosphates dans les lessives à usage domestique. La France en fait de même 20 ans plus tard (2007). Ces mesures ont permis de réduire de 20 à 30 % la charge en phosphore à traiter dans les stations d'épuration.

Le temps de pluie, le double impact

Aujourd'hui, les principaux impacts de l'urbanisation sont liés au fonctionnement des systèmes d'assainissement en temps de pluie. Les volumes recueillis par les réseaux unitaires (qui ne séparent pas les eaux usées et les eaux de pluie) dépassent souvent la capacité hydraulique des stations d'épuration, et l'excédent d'eaux collectées est alors rejeté dans les milieux aquatiques en amont des stations, sans subir de traitement épurateur. Le déversement de ces eaux unitaires est traumatisant pour les rivières car il intervient souvent dans un milieu initialement sain ; on parle d'effet de choc pour les rivières.



Photo 2 – Bassin de stockage des eaux de pluies, ZAC des Drouilles à Challes-les-Eaux (© Chambéry métropole)

Plusieurs impacts sont à déplorer :

- les eaux déversées contiennent encore souvent des phosphates (encore présents dans les détergents utilisés pour les lave-vaisselle et résultant de la minéralisation du phosphore organique excrété dans les fèces et urines humaines) et peuvent contribuer à l'eutrophisation des lacs ;
- les eaux rejetées contiennent des toxiques bien identifiés (PCB, HAP, métaux) et des polluants émergents (résidus de médicaments, phtalates, muscs et parfums de synthèse, etc.) pour lesquels on suppose un effet toxique sur les organismes des milieux aquatiques.

Pour plusieurs grandes villes possédant un réseau unitaire situé en amont des lacs (Chambéry, Aix-les-Bains, etc.), les bassins de stockage temporaire de ces eaux de temps de pluie (restituées à la station d'épuration en temps sec) sont un moyen de réduire la fréquence et le volume des rejets. Pour les réseaux séparatifs, les eaux pluviales peuvent faire l'objet d'une régulation hydraulique, voire d'un traitement (sables, hydrocarbures) avant rejet au

Volume (millions de m ³)	Léman	lac du Bourget	lac d'Annecy
Apport du bassin versant	7 884	492	290
Alimentation en eau potable prélevée dans le lac	79,8	2,3	14,1
Alimentation en eau potable prélevée hors du lac		14,3	0,6
Total prélevé	(soit 1,0 % des apports)	16,6 (soit 3,4 % des apports)	14,7 (soit 5,1 % des apports)

Fig. 1 – Comparaison entre le volume d'eau produit naturellement par le ruissellement des pluies (ligne 1) et les volumes d'eau prélevés dans le lac (ligne 2), et ceux prélevés dans les rivières, nappes et sources du bassin versant du lac (ligne 3). Les volumes sont annuels et exprimés en millions de m³ (source : R. Jalinoux)

milieu, dans le cadre de l'application des dispositions de la loi sur l'Eau. Ces réseaux d'eaux pluviales nécessitent un entretien (curage), une surveillance (police des réseaux) et un suivi de la part des gestionnaires afin de garantir leur innocuité par rapport au milieu naturel.

Les molécules émergentes, des impacts méconnus

La présence de produits pharmaceutiques et d'hygiène corporelle est désormais avérée dans l'eau de surface, avec des teneurs allant du nanogramme par litre à quelques microgrammes par litre. La source principale de ces molécules utilisées ou excrétées quotidiennement par les habitants et les patients des hôpitaux est le résultat du faible rendement épuratoire de ces composés dans les stations d'épuration. Le rejet en continu de ces molécules leur confère un caractère de pseudo-persistance dans le milieu aquatique, avec un effet encore très mal connu. Plusieurs essais ont montré que les stations d'épuration équipées de traitements spécifiques comme l'ozonation et la filtration sur charbon actif, peuvent éliminer la plupart des substances à un taux supérieur à 80 %. La Suisse vient de lancer un programme national pour équiper plusieurs stations d'épuration afin de protéger les milieux aquatiques de cet impact. La France n'en est qu'au stade des essais pilotes. Ces polluants émergents sont présents dans l'environnement aquatique en mélange avec d'autres contaminants chimiques. Les connaissances actuelles ne permettent pas d'estimer le risque du « cocktail » de contaminants chimiques.



Photo 3 – Vue aérienne sur le Léman et la commune de Vevey en Suisse (© J.-M. Zellweger)

Le changement climatique, amplificateur des impacts de l'urbanisation ?

Les lacs sont devenus une ressource d'eau potable dont la préservation présente un triple enjeu :

- environnemental, pour la protection et la préservation du milieu naturel ;
- économique, pour le maintien et le développement de l'activité touristique ;
- sociétal, par son usage comme ressource collective d'eau potable.

D'où l'importance de s'inscrire dans une gestion durable. Les prélèvements restent toutefois limités par rapport à l'importance des masses d'eau et aux volumes d'apport, ils sont sans incidence sur la qualité de l'eau. Par ailleurs les actions menées par les gestionnaires pour la diminution des volumes de fuites ainsi que la baisse des consommations des usagers ont pour conséquence une stabilisation voire une diminution des volumes prélevés (fig. 1) malgré les augmentations de population constatées.

La période 2003-2011 a été marquée par des déficits pluviométriques importants (-20 à -30 %) ayant engendré des étiages sévères et durables sur les rivières du bassin versant du lac du Bourget (-40 à -50 % sur le débit moyen). Ces conditions hydrologiques défavorables amplifient l'impact de l'urbanisation sur les milieux aquatiques. Les rejets des stations d'épuration sont moins dilués, les prélèvements d'eau sur les sources gravitaires sont plus traumatisants. La consommation d'eau pour l'irrigation augmente et concurrence les autres usages, réduisant encore la part restant pour la vie aquatique.

Ce qu'il faut retenir

Les effets de l'urbanisation sur l'eau sont bien connus : prélèvement dans le milieu, pollution rejetée, ruissellement des eaux et risques d'inondation. Sur le plan de la qualité de l'eau, la bataille contre le phosphore est en passe d'être gagnée. Mais alors que des investissements colossaux sont engagés pour traiter les eaux collectées en temps de pluie, se profilent déjà deux nouveaux défis : les polluants émergents et les effets du changement climatique, qui s'ajoutent à la pression de l'urbanisation.

Eutrophisation *Enrichissement excessif du milieu aquatique en nutriments, qui se traduit par l'envahissement d'une production végétale surabondante.*

Les lacs sont-ils utilisés pour la production hydroélectrique ?

► Agnès Barillier, EDF •

Les grands lacs alpins présentent des situations contrastées au regard de l'usage hydroélectrique. Ni le lac d'Annecy, ni celui du Bourget ne sont utilisés pour produire de l'électricité; ceux du Léman et d'Aiguebelette le sont tous deux depuis plus d'un siècle.

Le Léman, une régulation du niveau qui génère une importante production hydroélectrique

Le barrage du Seujet, à Genève, a été construit en 1995 en remplacement du barrage du pont de la Machine et de l'usine de la Coulouvrenière, qui régulaient la cote du lac et turbinait les eaux depuis 1894. Il remplit 3 objectifs :

- régulariser le niveau du Léman (en vertu de la convention signée avec les cantons de Vaud et du Valais, en 1884);
- régulariser le débit du Rhône;
- produire de l'électricité.

Le lac d'Annecy en tant que tel n'est pas utilisé pour son usage hydroélectrique.

Mais son émissaire, le Thiou, l'est avec trois microcentrales implantées peu après la sortie du lac.

Ce barrage est équipé de trois passes de 13 m de largeur, séparées par des piles profilées. Deux de ces passes sont équipées de vannes segment, la troisième (en rive droite) est une écluse permettant la navigation. Le barrage a également une passe à poissons* et une passe à castors*. Le réservoir de ce barrage est le Léman entier, avec une surface de 580,1 km².

L'usine de production est située sur la rive gauche; elle abrite trois groupes hydroélectriques, qui produisent 20 GWh par an, soit 1 % de la consommation du canton de Genève. La puissance totale est de 5,6 MW. Le mode de fonctionnement est dit par «éclusées» journalières, l'énergie étant produite aux heures de plus forte demande énergétique. Les eaux turbinées sont restituées au Rhône immédiatement en aval de l'usine.

Après la confluence de l'Arve, elles sont de nouveau turbinées à Verbois

puis à Chancy-Pougny, aménagements exploités, comme le Seujet, par les Services Industriels de Genève. Ce mode de gestion du Léman, et particulièrement la régularisation, permet indirectement de soutenir la production hydroélectrique de ces aménagements ainsi que des 19 autres gérés par la Compagnie Nationale du Rhône, en France, en particulier en période d'étiage hivernal.

Aiguebelette, une production localisée

Le lac d'Aiguebelette (5,45 km²) est alimenté par un réseau de petits ruisseaux. Il présente la double particularité d'être de statut privé et de servir de réservoir pour la centrale hydroélectrique de la Bridoire. Cette dernière a



Photo 1 – Aménagement hydroélectrique EDF de la Bridoire (© D. Guillaudin)

Photo 2 – Barrage du Seujet, vue des vannes (© J. Louvion)

été construite entre 1909 et 1911 au lieu-dit la Vavre, par la Société HydroÉlectrique de la Bridoire (SHEB).

Cette mise en service a entraîné la modification du régime naturel du niveau du lac, avec l'exploitation de la tranche supérieure du lac pour la production hydroélectrique, selon un accord avec les propriétaires du lac.

La Société Générale Force et Lumière (SGFL) devenue propriétaire du lac suite à une adjudication en 1919, rachète la SHEB en 1931. Le statut du lac va encore évoluer en 1946 suite à la loi de nationalisation de l'électricité (loi n° 46-628 du 8 avril 1946) qui transfère la propriété de la partie SHEB à Électricité de France.

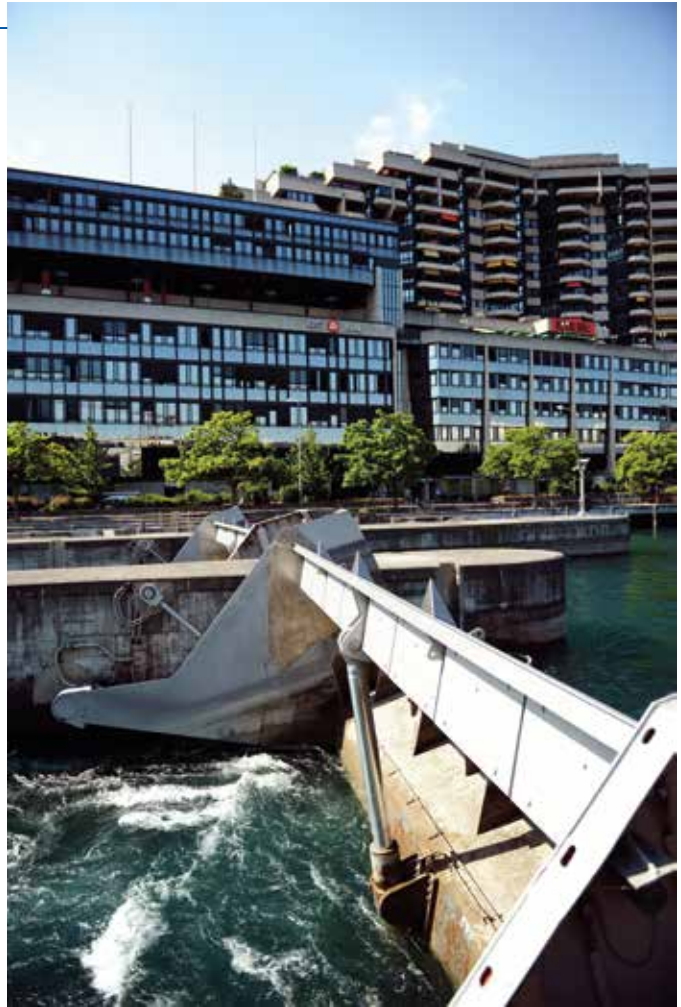
Depuis 2004, le lac est géré par la Communauté de Communes du Lac d'Aiguebelette dans le cadre d'un contrat de bassin « lac d'Aiguebelette » et il est toujours exploité par EDF pour le fonctionnement de la centrale hydroélectrique de la Bridoire. Cette dernière est alimentée par une prise d'eau sur le Tier, émissaire du lac, en aval immédiat de celui-ci. Le lac constitue ainsi la réserve exploitée pour la production hydroélectrique, en éclusées journalières, dans les limites du cadre fixé par le règlement d'eau. Celui-ci définit les principes de gestion du lac et la courbe cible annuelle du niveau du lac à respecter par EDF : cette cote varie progressivement sur 60 cm selon la saison (hors crue) et le marnage maximal autorisé est de 2,15 m.

Ce règlement a été rédigé en concertation avec tous les acteurs et permet d'établir le meilleur compromis entre tous les usages :

- la jouissance de propriété des riverains;
- les prélèvements pour l'alimentation en eau potable des communes avoisinantes;
- le tourisme (baignades, campings, hôtels etc.);
- les sports et loisirs liés à l'eau (aviron, pêche);
- la végétation aquatique (roselières) et la faune piscicole (corégones).

La puissance installée est de 7 MW. La production annuelle moyenne est de 14,5 GWh soit la consommation résidentielle d'une ville comme Pontcharra, d'environ 6 000 habitants.

Passé à poissons et passé à castor *Ouvrage aménagé permettant aux animaux (poissons, castors) de franchir l'obstacle que constitue un barrage.*



Ce qu'il faut retenir

Tous les grands lacs alpins font l'objet d'usages multiples, mais seuls deux d'entre eux, le Léman et le lac d'Aiguebelette, sont aussi exploités pour produire de l'électricité et ce, depuis plus d'un siècle.

La production énergétique actuelle correspond à la consommation résidentielle de respectivement environ 8 000 et 6 000 habitants.

Quels sont les impacts du nautisme sur les lacs ?

► Camille Pousse et Renaud Jalinoux, CISALB •

Dès l'arrivée des beaux jours, les lacs alpins sont le siège de multiples activités sportives et récréatives. Le nautisme, la baignade et la pêche sont des atouts pour le territoire mais ces activités doivent être maîtrisées car elles ne sont pas neutres pour l'environnement des lacs. La faune, la flore et la qualité de l'eau peuvent être plus ou moins impactées.

Les rejets

La navigation à moteur est la principale source de pression sur le milieu lacustre, en impactant potentiellement tous les compartiments du lac : l'eau, la faune et la flore.

Les moteurs thermiques rejettent des hydrocarbures dont les nappes sont souvent visibles dans les ports et aux abords des mises à l'eau. Le déversement accidentel d'essence lors du remplissage du moteur est également à l'origine de pollutions localisées. Même s'il s'agit de très petites quantités, ces rejets ne sont pas neutres car ils provoquent une irisation de l'eau et une contamination des sédiments. Ces hydrocarbures s'ajoutent à ceux provenant du bassin versant, transportés par les eaux pluviales et par le vent (voir question 3-04 : *Quelle est la pression de l'urbanisation sur la qualité de l'eau des lacs ?*). Sur le lac d'Aiguebelette, les moteurs thermiques sont interdits. Certaines embarcations disposent de sanitaires dont les rejets doivent être évacués dans des aires de récupération dédiées. Le déversement volontaire des eaux usées (ainsi que d'autres déchets) directement dans le lac est interdit. Ces déchets flottants coulent au fond des lacs, finissent sur les rives où ils sont généralement nettoyés, ou s'accumulent dans les roselières. Pour lutter contre certaines dérives, la nuitée est interdite sur le lac d'Annecy. L'entretien des bateaux peut aussi être impactant sur la qualité de l'eau, notamment à proximité des aires de carénage. En effet, le ponçage des coques produit des déchets contenant des toxiques dangereux pour la faune aquatique. De nombreux sites d'entretien sont désormais équipés de dispositifs de collecte et de prétraitement des eaux souillées.

Les nuisances sonores

Le bruit des moteurs et la concentration des bateaux dans des zones naturelles sensibles sont également impactants. La faune sauvage est très sensible aux nuisances sonores, notamment les oiseaux pour lesquels le plan d'eau et ses rives sont un site d'habitat, d'alimentation et de reproduction.

Certains oiseaux, particulièrement sensibles aux dérangements, peuvent abandonner leur nid et leurs œufs, ce qui réduit le succès de la reproduction des espèces.



Photo 1 – Les ceintures de pieux disposées en front des roselières ont pour objectif d'empêcher l'intrusion des embarcations. Elles constituent un repère visuel et physique efficace, le plus souvent respecté par les plaisanciers (© D. Zanella – SILA)



Photo 2 – Les bateaux à moteur produisent des séries de vagues qui participent plus ou moins à l'érosion des rives (© CISALB)

L'intrusion dans les zones naturelles sensibles

Outre le dérangement sonore et physique, la pénétration des bateaux dans les roselières participe à la destruction de la végétation, qui est soit couchée soit coupée, et donc à celle des habitats. Ainsi, le grèbe huppé et le blongios, nichant dans les roselières, sont touchés par ces intrusions. Pour lutter contre celles-ci, la meilleure parade consiste à ceinturer les massifs de roselières par des piquets en bois (voir question 6-07 : *Des piquets en bois et des récifs pour protéger les roselières ?*).

D'autres activités nautiques (pédalo, canoë, kayak ou plus récemment le « stand up paddle ») se développent et permettent à un public plus large d'accéder à des zones naturelles sensibles. Ces activités peuvent également s'accompagner d'intrusions dans les roselières.

Le batillage

Le batillage, généré par les bateaux à moteurs, et la houle naturelle engendrée par les vents, produisent des vagues qui participent à l'érosion des rives. Souvent, les deux effets se cumulent en période estivale. Aucune étude n'a été réalisée à ce jour pour évaluer leur part dans l'érosion des berges. Toutefois, en comparant la houle générée par la bise (creux de 50 cm) à celle observée en fin de dimanche estival (10 à 20 cm), il semble que ce soit la houle naturelle qui ait la plus forte contribution.

Les bateaux naviguant vite et à proximité de la rive (ce qui est interdit) participent à la fragilisation des roselières. Le ski nautique et le wakesurf, qui nécessitent des moteurs puissants, doivent être pratiqués à une distance suffisante des berges pour en limiter les effets néfastes.

Les dispositifs d'ancrage

Pour la plupart des dispositifs d'ancrage « traditionnels », une chaîne dormante repose sur le fond et provoque, au gré des vents et de ses déplacements, une érosion mécanique de forme circulaire sur le fond, pouvant conduire à la destruction de la végétation et à de fortes perturbations pour la faune associée. Les photographies aériennes montrent clairement l'influence des « corps-morts » sur la végétation aquatique et le substrat lacustre. Le SILA a publié en 2012 un guide sur les mouillages d'embarcations dans lequel sont détaillées des solutions techniques et des bonnes pratiques d'ancrage (voir question 7-02 : *Quels sont les grands enjeux actuels de la gestion des lacs ?*).

Ce qu'il faut retenir

Les différents sports nautiques ont connu un développement important ces dernières années. Leur pratique doit se faire de façon respectueuse de l'environnement lacustre de façon à préserver la faune, la flore et plus généralement les autres formes d'usages des milieux lacustres.

