



La vie verte d'Amey © Gw. P. - SIA

# Aménagement et zones naturelles

# Les berges des lacs sont-elles toutes aménagées ?

► SILA •

**Il y a plusieurs millénaires, les premiers occupants des rivages lacustres édifièrent déjà des habitations à proximité de l'eau. Depuis, pour répondre à des besoins variés, des aménagements sont venus modifier la structure et l'apparence des berges à des degrés divers. Mais ces pratiques ont des impacts sur l'écosystème. Gestionnaires comme scientifiques sont de plus en plus mobilisés sur cette question.**

## Les berges naturelles

Par définition, une berge débute les «pieds dans l'eau» (profondeur de moins d'un mètre) et se termine sur la rive, à une hauteur qui ne peut être atteinte que par les crues exceptionnelles du lac.

En fonction de la pente, des matériaux, de la végétation, de l'exposition à la houle et au vent, les berges peuvent présenter de multiples facettes, même au sein d'un seul plan d'eau. Dès lors, il n'existe pas de configuration type de berge naturelle. Elle peut prendre différents aspects (photos 1 à 3).

Les intérêts environnementaux offerts par ces milieux diffèrent entre eux et se complètent. Les berges naturelles assurent une fonction écologique fondamentale (habitat, croissance et reproduction des espèces) et procurent également d'autres services importants : épuration des eaux arrivant au lac, protection contre l'érosion des vagues, attrait paysager (voir question 2-05 : *Pourquoi la végétation des rives est-elle importante ?*).

Ces milieux ont comme caractéristique commune une certaine plasticité, qui peut les faire évoluer naturellement dans le temps et dans l'espace : avancée ou retrait de la berge, changement de la végétation, évolution du fond. La diversité des habitats (on parle de mosaïque d'habitats) permet l'établissement d'une biodiversité riche et variée.

## Une grande variété d'aménagements

Pour répondre à des besoins de développement, de déplacement ou de loisirs, les berges des lacs ont connu de nombreux aménagements, principalement depuis le milieu du xx<sup>e</sup> siècle. Si leur nature diffère, ils tendent tous à figer la berge dans un état stable, plus ou moins artificialisé (photos 4 à 6).

## Des aménagements qui fixent les berges

Les aménagements les plus fréquents ont pour objectif de fixer la berge, pour permettre le développement d'une activité ou la construction d'une infrastructure au plus près de l'eau, sans en subir les contraintes



Photo 1 – Falaises (© GRAIE)

Photo 2 – Roselière (© SILA)

Photo 3 – Embouchure d'un affluent (delta) (© D. Zanella – SILA)





Photo 4 – Route en enrochement (© SILA)

Photo 5 – Port à barques (© CISALB)

Photo 6 – Piscine (© J.-M. Zellweger)

inhérentes : faire passer une voie de communication, construire une habitation... Généralement, ces ouvrages sont bétonnés ou composés d'enrochements. D'autres types d'aménagements ont pour fonction le stationnement des embarcations (port, pontons), ou permettent la pratique de certains loisirs (baignade, promenade). Tout ou partie de ces aménagements se retrouvent sur l'ensemble des grands lacs alpins. Selon les lacs, ce sont 50 à 80 % des berges qui ont été modifiées.

### Des impacts écologiques importants, mais désormais pris en compte

Les linéaires de rives modifiées sont donc significatifs. Selon leur nature, les aménagements ont un impact écologique plus ou moins important, mais tendent globalement à « banaliser » le milieu et à réduire ainsi fortement la fonction d'habitat naturel de la berge. Une conséquence visible est souvent la disparition de la végétation arborée (la ripisylve) et/ou de la roselière. Pendant longtemps, la qualité d'un lac n'a été appréciée qu'à travers les propriétés physico-chimiques de l'eau. Mais aujourd'hui, le rôle du rivage lacustre est clairement démontré dans le fonctionnement global de l'écosystème, et donc pour l'ensemble des usages et des services fournis par le plan d'eau. Les interventions et travaux sur les berges sont désormais cadrés et limités par une réglementation stricte.

Action emblématique, la restauration des roselières est déjà engagée sur plusieurs lacs (voir question 6-06 : *Pourquoi un recours au génie écologique dans la restauration des roselières littorales ?*).

Aujourd'hui, les gestionnaires étudient aussi les potentialités de renaturation des rives plus « banales » et mettent en œuvre des programmes pour restaurer les embouchures des affluents et remodeler le profil de certaines berges altérées. La Directive Cadre sur l'Eau intègre désormais la morphologie des rives dans l'appréciation du « bon état » des lacs.

Compte tenu du niveau d'artificialisation de certains sites, ces actions de renaturation sont probablement amenées à être déployées largement.

## Ce qu'il faut retenir

**Il existe toujours sur chaque lac des berges considérées comme « naturelles ». Mais globalement, les rives ont fait l'objet de nombreux aménagements plus ou moins impactants. Historiquement focalisée sur la qualité de l'eau, la bonne santé d'un lac intègre désormais l'état de ses berges et des actions de renaturation sont progressivement engagées.**

# Comment sont aménagés les bords des lacs ?

► Camille Pousse, CISALB • Magali Condamines, CIPEL •

**L'attractivité des lacs alpins est à l'origine d'une pression foncière particulièrement importante à leurs abords. Voici un petit tour d'horizon des principales règles visant à aboutir à un équilibre harmonieux entre rives préservées et secteurs aménagés en bord de lac.**

## Les mesures de limitation des aménagements dans les sites sensibles

### La réglementation française

La législation française prévoit depuis 1986 la protection du littoral et des lacs de plus de 1 000 ha. Cela concerne les lacs d'Annecy, du Bourget et les rives françaises du Léman. Pour ces lacs, une bande de 100 m (à compter des plus hautes eaux) est classée comme inconstructible dans les documents d'urbanisme communaux en dehors des zones déjà urbanisées. Cette mesure vise à maintenir le caractère naturel des rivages et permettre la montée des eaux en période de crue sans causer de dommages aux zones urbanisées plus éloignées. De plus, la loi Montagne de 1985 s'applique. Elle interdit toutes constructions ou installations sur une bande de 300 m à compter de la rive, sauf dans certains secteurs bien délimités si cela est prévu dans les documents d'urbanisme et si ces ouvrages sont notamment en lien avec le caractère lacustre des lieux.

À l'échelon local, c'est en premier lieu la commune qui, au travers de son document de planification en matière d'urbanisme, autorise ou non certains aménagements à proximité des lacs. En France, le Plan Local d'Urbanisme (PLU) fixe dans chaque commune les zones naturelles inconstructibles, permettant la protection de l'urbanisation des rives des lacs sur un linéaire défini. Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT), au niveau intercommunal, prévoit des coupures vertes supposant le maintien du caractère naturel de certains secteurs avec un maillage plus gros.

Le risque d'inondation peut être à l'origine de mesures préventives de limitation ou d'interdiction de constructions dans le périmètre des crues potentielles des lacs, au travers des plans de prévention du risque inondation.

### La réglementation suisse

En Suisse, les procédures pour l'aménagement des rives sont régies par plusieurs ordonnances fédérales, notamment l'Ordonnance fédérale sur la protection des Eaux (OEaux), la Loi fédérale sur la Protection de la Nature et du paysage (LPN), ainsi que par des lois et règlements d'application cantonaux. Via leurs plans d'affectation, les communes

peuvent également définir des règles d'aménagement sur leur territoire. Sur les rives helvétiques du Léman, les cantons de Vaud, du Valais et de Genève ont donc des approches spécifiques.

Le canton de Vaud, par exemple, dispose en plus d'un plan directeur des rives vaudoises du Léman, adopté en 2000, axé notamment sur la protection des milieux et paysages et sur l'aménagement d'un chemin piétonnier le long des rives. Une directive sur l'aménagement des rives valaisannes du Léman est en cours de réalisation. À Genève, des outils de planification, d'aménagement et de gestion des eaux, établis de manière concertée entre les acteurs de l'eau, fixent entre autres les objectifs de renaturation et d'accès à l'eau.

Notons que d'après la législation fédérale, il est en principe interdit de construire dans une bande de 15 m le long de la rive et il convient de garder libre le bord du lac et de faciliter son accès au public.

## Les mesures de protection du foncier

### Les dispositifs français

En France, des mesures de veille et de maîtrise foncière peuvent être mobilisées à travers la politique d'Espaces Naturels Sensibles (ENS) des départements. Les sites définis comme tels sont, à terme, acquis par la collectivité (commune ou département) en vue de mettre en place des actions adaptées de gestion et de valorisation de ces milieux remarquables. Cette maîtrise foncière publique constitue le gage de la protection de ces espaces à long terme.

Les sites les plus intéressants d'un point de vue écologique et paysager peuvent également faire l'objet d'une acquisition par le Conservatoire du littoral et des rivages lacustres. Cet établissement public, en charge de la

En février 2012, 83 ha d'espaces naturels au nord du lac du Bourget sont devenus propriété du conservatoire du littoral, grâce à un travail de fourmi réalisé par le Conservatoire d'Espace Naturel de Savoie (CEN) qui achète depuis 20 ans, parcelle par parcelle, les terrains d'intérêts environnementaux situés sur ce secteur. Le CEN en garde la gestion et l'usufruit.



Photo 1 – Embouchure de la Dranse sur le Léman (© B. Merk Mietta) ◀



Photo 2 – Lac du Bourget (© CISALB) ◀





Photo 3 – Le lac d'Aiguebelette, bientôt classé Réserve Naturelle Régionale (© GRAIE) ◀

protection de ces sites, confie la réalisation d'opérations d'entretien, de communication et l'ouverture au public, à des organismes publics ou associatifs, par le biais de conventions.

Les aménagements autorisés sur ces sites sont donc strictement limités à ceux nécessaires à la réalisation des objectifs de préservation et de valorisation du milieu naturel.

### Les dispositifs suisses

Ces mesures foncières existent également en Suisse et permettent de mettre en place une gestion adaptée pour une protection durable de ces milieux. Par exemple, l'association non gouvernementale Pro Natura dispose de réserves qui en font le plus grand propriétaire foncier privé du pays (61 km<sup>2</sup> en 2014); elle protège aussi d'autres espaces naturels à l'aide de contrats.

### Les mesures de protection de l'existant

Certaines mesures visent enfin à pérenniser l'intérêt de certains sites présentant un caractère naturel ou patrimonial remarquable.

**En France**, le classement d'un site en zone Natura 2000 par exemple, contribue à la sauvegarde du patrimoine naturel en favorisant, par la voie contractuelle, les pratiques humaines favorables aux habitats et espèces qui s'y trouvent.

## Mètres linéaires protégés pour chaque pourtour de lac

### Le Léman

Le réseau écologique lémanique comprend 61 sites qui couvrent environ 71 km du linéaire total des rives du Léman (environ 200 km), dont : 23 % bénéficient d'une protection forte (inconstructible, plan de gestion dédié, etc.); 66 % d'une protection moyenne et 11 % d'une protection faible (réglementation partielle ou simple inventaire) ou sans protection particulière.

### Lac du Bourget

Sur 47 km de rives du lac, les rives naturelles occupent 19 km dont 5 km en versant montagneux. L'APPB du sud du lac s'étend sur 1,5 km.

### Lac d'Annecy

Sur 38 km de rives du lac, 2 km sont couverts par des APPB et 3,4 km par des réserves naturelles nationales.

### Lac d'Aiguebelette

Sur les 14,2 km de rives du lac, près de 80 % sont restées naturelles, exemptes d'aménagement, et 7 km de rives sont classées en APPB.

Le lac possède 112 ha de zones humides intégrant les roselières aquatiques.



Vue aérienne du lac d'Annecy (© Office de Tourisme d'Annecy)



Photo 4 – Le lac d'Annecy à Doussard (© B. Claeysen) ◀

L'Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) vise quant à lui, la protection des sites naturels présentant des espèces protégées. La présence de ces espèces justifie la mise en œuvre d'un règlement particulier visant la limitation ou l'interdiction de certaines activités ou installations, ainsi que, le cas échéant, d'un plan de gestion. Enfin, les procédures de classement ou d'inscription ont pour objectif la protection de sites naturels ou bâtis ayant un caractère particulier en matière de paysage ou d'architecture, justifiant la nécessité de leur conservation. Outre la valeur de sensibilisation à la qualité du site que ce classement représente, toute modification de l'aspect de ces sites est soumise à des autorisations spéciales afin de préserver le site de toute atteinte à l'esprit des lieux. De la même manière, tous les travaux ou constructions prévus dans un périmètre de 500 m autour de tout monument historique classé sont soumis à un régime de contrôle assuré par l'architecte des bâtiments de France, afin d'éviter toute altération à l'environnement immédiat du monument.

**En Suisse**, des outils existent au niveau fédéral et/ou cantonal pour la protection de certains sites naturels remarquables : les autorités peuvent par exemple les rendre inconstructibles ou y imposer un plan de gestion. Ce sont les décisions de classement, les réserves naturelles de statut public ou privé, l'inscription de sites marécageux ou zones alluviales dans les inventaires fédéraux associés, ou encore les plans d'affectation.

D'autres outils confèrent une protection réglementaire de degrés variables ou affirment la reconnaissance de l'intérêt biologique, écologique ou paysager d'autres sites remarquables : inventaire fédéral des oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance nationale, inventaire des monuments naturels et des sites, inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale, etc.

### *Ce qu'il faut retenir*

**De rives totalement naturelles à un développement urbain incontrôlé, le pas peut être vite franchi si des mesures ne sont pas mises en œuvre pour protéger les milieux les plus remarquables des lacs alpins. Des dispositifs législatifs et des outils d'urbanisme sont disponibles pour maîtriser l'aménagement des rives des lacs.**

# Quels sont les aménagements emblématiques du bord des lacs ?

► Francesco Della Casa, Canton de Genève • Marie-Claude Rayssac, Ville d'Annecy • Jean-Paul Cart, CG 73 • Ludovic Ayot, CCLA •

**Les grands aménagements du bord des lacs ont été réalisés pour offrir à la population des espaces récréatifs et contemplatifs. Certains aménagements sont anciens, comme la rade de Genève ou le Pâquier à Annecy. D'autres, comme le chemin lacustre du lac du Bourget, sont plus récents.**

## La rade de Genève (Léman)

Pour la Genève médiévale, la rade (photo 1) avait essentiellement une valeur d'usage – système de défense, eau filante, pêche ou extraction de glaise. Un retournement s'opère à partir du XIX<sup>e</sup> siècle avec l'opération immobilière des Bergues. Ses protagonistes, James Fazy et Guillaume-Henri Dufour, ont certes l'intuition que la rade deviendra la façade touristique de la ville, mais surtout qu'elle en constituera le nouveau centre civique. L'édification de la statue de Jean-Jacques Rousseau sur l'ancien bastion, au cœur du dispositif, symbolise la fin de l'Ancien Régime.

Après la révolution fazyste\* de 1846, la rade est amplifiée par la construction d'un port marchand aux Eaux-Vives, d'un quai touristique aux Pâquis et de deux jetées destinées à protéger l'ensemble de la bise. Sur la première, rive gauche, le jet d'eau sera

installé en 1891 alors qu'en face, la seconde accueille un phare Belle Époque en 1894, avant que ne s'y adossent les Bains des Pâquis à partir de 1932. Destinée à l'origine à consommer l'excédent de production d'énergie électrique, une ligne d'ampoules ceinture la rade, lui donnant à peu de frais une spectaculaire présence nocturne.



Photo 1 – Inventé presque par hasard à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle pour gérer les surpressions hydrauliques dues à l'arrêt des machines des artisans genevois pendant la nuit, le jet d'eau devient progressivement un emblème de la ville de Genève. Depuis 1951, il culmine à 140 m, propulsé à 200 km/h par une station de pompage autonome utilisant l'eau du lac. (© État de Genève)

## Le Pâquier (lac d'Annecy)

En 1838, l'administration communale d'Annecy se lance à la conquête des rives inhospitalières du lac en achetant l'île appelée Clos Lombard, pré-marais qu'elle transforme en presqu'île et qu'elle remblaie pour y édifier une école de garçons (1843) et un vaste hôtel de ville (1855); elle y crée aussi un jardin à l'anglaise (1855-1863) ceinturé d'une vaste allée qui s'ouvre largement sur le lac (photos 2 et 3).



Photo 2 – Le site du Pâquier en 1911 (© Archives dép. Haute-Savoie, 5J en cours de classement)



Photo 3 – Le site du Pâquier aujourd'hui (© SILA – H. Crozet)



En 1852, se décident l'agrandissement et l'exhaussement du Pâquier qui vont permettre de l'assainir et de lui donner l'aspect qui nous est familier. La dernière portion de quai, au droit des rues Dupanloup et Saint-Bernard-de-Menthon, est construite en 1863, parachevant l'embellissement de ce site emblématique d'Annecy.

Sur la rive opposée, en 1863-1865, le quai des Marquisats vient prolonger l'actuel quai de Bayreuth construit en 1857-1858 et ouvrir une perspective nouvelle sur le lac. Cette mise en beauté des berges va largement contribuer, l'ère du tourisme venue, à la renommée d'Annecy.

### Le chemin lacustre (lac du Bourget)

L'opération la plus emblématique du projet Grand Lac, réalisée par le Conseil général de la Savoie entre 2006 et 2011, est l'aménagement des berges (photo 4) le long de la RD 1201 entre Viviers-du-Lac et Aix-les-Bains. L'aménagement a d'abord permis de sécuriser la route départementale sur 5 km entre les deux villes, en brisant la rectitude du tracé et les possibilités de dépassements.



Photo 4 – Le cap des Séséletts (© CG 73)

Un chemin lacustre de 4 km, au fil de l'eau et coupé de la circulation routière, est dédié aux modes de déplacements doux : piétons, cyclistes, rollers, personnes à mobilité réduite. Durant les beaux jours d'été, on compte jusqu'à 2 000 personnes par jour sur cet itinéraire.

Un cap paysager de 1 ha, créé sur l'emprise du lac, accueille les promeneurs pour une détente au bord de l'eau. Plus au nord, deux pontons permettent aux pêcheurs de taquiner la perche et le brochet. Enfin, des roselières ont été créées et restaurées sur plusieurs sites, au sud du cap et au nord de la plage du Lido.

### Le site du Souget (lac d'Aiguebelette)

Sur le lac d'Aiguebelette, la démarche des acteurs du territoire a été plutôt de préserver une intimité de chaque visiteur avec le lac. Dans cet esprit, le site du Souget (photo 5) a été racheté dans les années 1980 par le syndicat mixte du lac, permettant d'éviter la construction de lotissements et de proposer sur un espace de 15 ha, un lieu préservé, propice à la contemplation du lac et de ses abords avec en bas, une zone naturelle et une zone de loisirs, et en hauteur un camping.



Photo 5 – Plage du Souget, lac d'Aiguebelette (© GRAIE)

## Ce qu'il faut retenir

**Chaque grand lac dispose d'au moins un espace emblématique auquel la population est particulièrement attachée.**

**Au même titre que les paysages environnants ou que le plan d'eau, ces aménagements font partie intégrante de l'identité des lacs et du patrimoine local.**

**Fazyste** Révolution menée par le Parti Radical dirigé par James Fazy qui renverse le gouvernement et établit une nouvelle constitution le 24 mai 1847.

# Comment est organisé l'accueil du public ?

► SILA • Stéphanie Mercier et Audrey Klein, CIPEL • Géraldine Lapierre, CISALB •

## Chaque lac a des spécificités géographiques engendrant un développement touristique particulier.

**Le lac d'Annecy et le Léman** disposent d'un espace très contraint sur lequel cohabitent des pratiques et usages divers.

**Le lac du Bourget** est un lac de contrastes avec une côte ouest restée sauvage, et d'autres secteurs aménagés au fil du temps. Dans les années 1970, sonne l'alarme d'une qualité des eaux qui se dégrade. Une mobilisation générale s'opère vers une qualité environnementale retrouvée et une réappropriation du lac par ses riverains. Département, collectivités et associations s'impliquent pour valoriser et rendre accessible l'or bleu savoyard qu'est le lac du Bourget.

**Le lac d'Aiguebelette**, entouré de petites communes et hameaux, d'espaces naturels intimistes, propose un tourisme rural et sportif, tourné vers son plan d'eau et son territoire (photo 1).

## Les voies cyclables et piétonnes, chemins d'accès aux rives des lacs

Sur **le lac d'Annecy**, fin 1990, le Syndicat Mixte du Lac d'Annecy engage le prolongement de la piste cyclable créée par l'État en 1976. La «Voie Verte du lac d'Annecy» est aujourd'hui ouverte sur 30 km aux cyclistes, pratiquants de rollers, personnes à mobilité réduite et piétons sur les accotements uniquement. En 2012, elle est complétée par un chemin piétonnier relié aux débarcadères, permettant de combiner déplacement à pied et en bateau. Un programme est en cours entre Doussard et Annecy-le-Vieux, pour réaliser un itinéraire cyclable et piétonnier sur la rive est du lac.

Sur **le lac du Bourget**, la collectivité s'efforce d'améliorer les conditions d'accès au lac tout en veillant à la préservation des espaces naturels ouverts au public. 13 km de chemin lacustre relie le Bourget-du-Lac à Brison-Saint-Innocent (photo 2).

Depuis le château Thomas II, on accède à un parc de 15 ha où baignade, promenade, barbecues et jeux d'enfants sont autorisés. À la suite, la Maison des Pêcheurs conjugue gastronomie, pêche, port et hébergement. Tout proche, le cap des Sésélets, hot spot de kitesurf, côtoie les roselières. En rejoignant Aix-les-Bains, on trouve des plages, des restaurants, un centre nautique, un aquarium et un petit port. Au grand port, point nodal des bateaux de croisières lacustres, un sentier pédestre de 2 km permet de rejoindre la base de loisirs de la Pointe de l'Ardre. La Chautagne, située au nord, est un territoire qui envisage de nombreux aménagements pour valoriser ses atouts.

Photo 2 – Piste cyclable du lac du Bourget (© CISALB)



Photo 1 – Port d'Aiguebelette-le-Lac (© GRAIE)





**Le Léman** offre de multiples accès à son plan d'eau, avec des sites aménagés, comme les quais, les parcs ou certaines plages et des sites naturels préservés, où l'accès et l'accueil du public a toujours été pensé.

Les villes comme Évian-les-Bains, Thonon-les-Bains, Genève, Lausanne ou encore Montreux, s'efforcent d'offrir au public de belles promenades. Celles-ci peuvent avoir lieu sur les quais ou dans des parcs, à l'image du Pré Curieux, géré par la commune d'Évian-les-Bains et propriété du Conservatoire du Littoral. Ce lieu a été aménagé pour que le public puisse profiter d'un cadre de détente sur les rives du Léman. La mobilité douce est favorisée, avec un accès au site par bateau solaire. Des visites guidées permettent au public de découvrir la vie des zones humides avec des animations sur le thème de l'eau.

**Le lac d'Aiguebelette** a une piste cyclable qui fait le tour du lac, offrant de nombreux points de vue.

### Les lacs constituent des écrans de nature très sensibles, dont la fréquentation est encadrée

Sur le lac d'Annecy, la réserve naturelle du Bout du lac comporte un sentier accessible à tous avec un parcours pédagogique (photo 4). Dans la réserve naturelle des Grangettes, située à l'embouchure du Rhône sur le Léman, la circulation est encadrée, permettant à la faune et à la flore d'être préservées au mieux, tout en laissant la chance aux promeneurs de profiter de ce cadre naturel à proximité de zones plus urbanisées.

### Les plages incitent à la pratique de sports nautiques ou au repos

Le lac d'Annecy a 14 plages et zones de baignade officielles (photo 5), tandis que le lac du Bourget en dispose de 10. Le pourtour du Léman est jalonné de 115 plages. Le lac d'Aiguebelette dispose de 5 plages communales et de 3 plages privées.



Photo 3 – Pré Curieux sur les rives du Léman (© A. Klein)



Photo 4 – Le chemin piétonnier dans la réserve naturelle du Bout du lac à Annecy (© Gw. P. – SILA)

Photo 5 – Plage de Sévrier sur le lac d'Annecy (© SILA)



## Ce qu'il faut retenir

**Les plans d'eau ne sont plus les seuls espaces où l'accueil du public doit être organisé. Les aménagements sur les rives privilégient la découverte du territoire par le plus grand nombre, à travers des usages doux et la cohabitation de différentes pratiques respectueuses des espaces naturels.**



# Comment et pourquoi le niveau des lacs est-il régulé ?

► Renaud Jalinoux, CISALB • François Pasquini, État de Genève • SILA •

**Avant d'être régulé, le niveau des lacs fluctuait au gré de la météo. La régulation est née d'une volonté de maîtriser les aléas climatiques – crues et sécheresses – et de tirer bénéfice du plan d'eau, à des fins touristiques ou énergétiques. Chaque régulation a son histoire, ses origines, ses consensus, recherchés pour satisfaire ses différents usages. Aujourd'hui, les impacts sont connus et certains lacs envisagent de modifier les consignes d'exploitation des ouvrages.**

## Histoire et origine de la régulation des lacs

### Le Léman

Instaurée en 1884 pour mettre fin à un différend séculaire entre divers usagers du lac, la régulation du Léman assure depuis plus de 100 ans le maintien des niveaux du lac dans des limites compatibles avec ses différents usages. La capacité du Rhône à Genève a été augmentée par dragage et élargissement, et un barrage a été construit.

Le barrage du Seujet remplace depuis 1995 l'usine de la Coulouvrenière et le barrage du Pont de la Machine.

La régulation assure l'équilibre entre les débits d'apports entrants dans le lac, ses niveaux et la capacité d'évacuation limitée du Rhône à Genève. L'abaissement hivernal permet de stocker sans dommage la crue de fonte estivale, dont les débits dépassent souvent la capacité du Rhône à Genève.

### Lac du Bourget

La question de la régulation du lac s'est posée lors de l'aménagement hydroélectrique du Haut-Rhône, à la fin des années 1970.

En dérivant une partie importante du débit du Rhône vers l'usine de Belley, l'aménagement allait engendrer une baisse du niveau du Rhône au débouché du canal de Savières. Un barrage a été envisagé à cet endroit pour maintenir, en basses et moyennes eaux du fleuve, le niveau du lac du Bourget à une valeur acceptable. Les consignes d'exploitation du barrage de Savières datent de 1985.

### Lac d'Annecy

Plus que le contrôle du niveau du lac, c'est d'abord la maîtrise du débit de son exutoire, le Thiou, qui a été recherchée. L'essor des villes d'Annecy et de Cran-Gevrier est étroitement lié à cette rivière et à sa force motrice, qui a permis le développement dès le XVIII<sup>e</sup> siècle d'une industrie prospère (moulins, papeteries, manufactures, forges).

Divers aménagements ont ainsi été édifiés sur le Thiou, influant plus ou moins le niveau du lac. En 1874, un système de barrages est réalisé. Les vannes ont été remplacées en 1965, telles qu'elles apparaissent aujourd'hui.

### Lac d'Aiguebelette

Dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle, l'exploitation énergétique de l'eau du lac via son exutoire, le Thiers, a constitué un enjeu important pour le fonctionnement d'industries implantées sur La Bridoire.

La question de la régulation des niveaux du lac, notamment pour maintenir un débit suffisant dans le Thiers, est devenue une source de contentieux entre les communes riveraines et les industriels.

En 1909, avec la création d'un captage sur le Thiers pour alimenter la centrale hydroélectrique de La Bridoire, l'administration encadre les niveaux d'exploitation du lac avec un premier règlement d'eau. L'exploitation de la chute d'eau et de la centrale a été concédée à EDF en 1946.

### Les niveaux exceptionnels atteints par les lacs depuis leur régulation

Même régulés, les lacs sont tout de même confrontés aux crues et aux sécheresses, mais leur réponse peut différer.

Le lac du Bourget peut monter de plus de 2,50 m (crue de février 1990), tandis que les 3 autres ne montent guère de plus de 0,70 m. Ceci s'explique principalement par le fait que le lac du Bourget «accompagne» le Rhône qui est tout proche et joue un rôle de champ d'expansion de la crue du fleuve, en plus des apports en eau issus de son propre bassin versant.

En étiage, les situations s'inversent : le Rhône peut alimenter le lac du Bourget via le canal de Savières, ce qui limite très fortement la baisse du niveau du lac. Les autres lacs, qui ne bénéficient pas de ce type de fonctionnement, peuvent descendre de plus ou moins 0,50 m en cas de situation exceptionnelle.

## Qui assure la régulation, quels sont les niveaux imposés et comment ça marche ?

### Le Léman

C'est l'État de Genève qui est responsable, vis-à-vis de la Confédération et des cantons de Vaud et du Valais, des manœuvres de l'ouvrage de régulation du niveau du Léman au barrage de l'usine hydroélectrique du Seujet sur le Rhône, à Genève (photo 1). Les niveaux du lac sont imposés par un acte inter-cantonal (1984), qui fixe les niveaux minimums et maximums à 371,70 m et 372,30 m, et par un règlement (1997) sur la manœuvre du barrage, qui donne des niveaux cibles pour chaque période de l'année et qui précise l'exception des années bissextiles.



Photo 1 – Barrage du Seujet sur le Léman (© J. Louvion)

Le niveau maximal normal du lac se situe entre 372,15 et 372,30 m de juin à décembre, et le niveau minimal entre 371,60 à 371,75 m de mars à avril. Tous les quatre ans (années bissextiles), cette cote minimale est abaissée entre 371,45 et 371,60 m pour permettre les travaux d'entretien et de réfection des ouvrages situés au bord du lac. Lors de crues ou de fortes pluies, des fluctuations peuvent survenir et augmenter le niveau d'environ 30 cm. Depuis 1974, le maximum mesuré est de 372,60 m.

### Lac du Bourget

C'est la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) qui gère le barrage de Savières selon la consigne d'exploitation fixée par l'État en 1985. Cette consigne fait référence à une convention signée en 1978 par l'État, la CNR et l'agglomération aixoise (CALB).

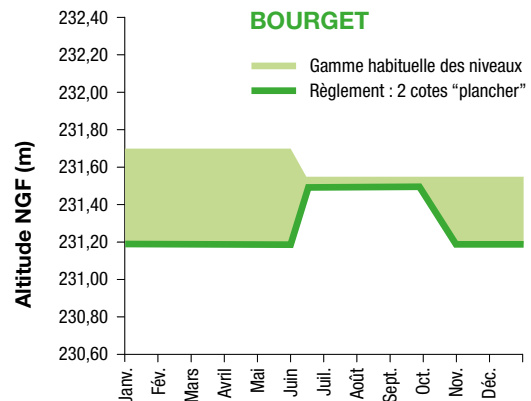
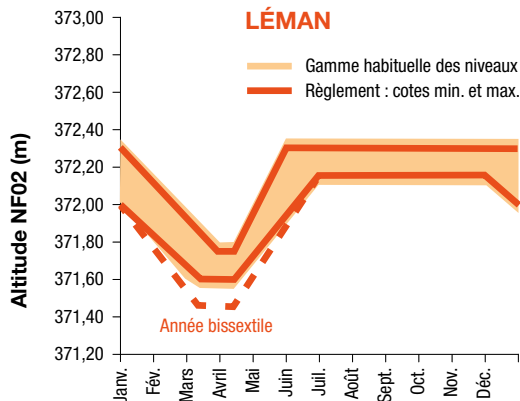
Le niveau du lac est régulé sur deux cotes planchers : 231,50 m en été et 231,20 m le reste de l'année. En période de crue, rien n'est changé et le niveau du lac monte comme avant la régulation. La consigne d'exploitation du barrage de Savières (photo 2) prévoit



Photo 2 – Les eaux du Rhône sont sur la gauche de la photo. Les eaux du lac du Bourget arrivent sur la droite grâce au canal de Savières (© CNR)

## COMPARAISON DES DIFFÉRENTS MODES DE RÉGULATION

L'échelle verticale est identique pour les 4 schémas, ce qui permet de visualiser les différentes amplitudes de niveaux habituellement rencontrées.



qu'en cas de sécheresse, si les apports du bassin versant du lac ne sont pas suffisants pour maintenir le lac à son niveau plancher, la CNR doit introduire de l'eau du Rhône dans le lac. Cela s'est produit durant l'été 2003 où un débit de 15 m<sup>3</sup>/s a été prélevé sur le fleuve pendant 3 semaines. Sans cet apport, le lac aurait baissé de 1 m, comme en 1962, 1964, 1972, 1976 et 1978.

## Lac d'Annecy

Selon le règlement de gestion, établi en 1876 et toujours en vigueur, l'État confie à la Ville d'Annecy la manœuvre des vannes sur le Thiou (photo 3).

Le lac doit être maintenu au plus près de son niveau légal de retenue, qui correspond à une altitude précise (446,97 m IGN69, soit une graduation de 0,80 à l'échelle de lecture du Pont de la Halle à Annecy).

Si les fluctuations du plan d'eau avant 1965 étaient encore marquées, le contrôle est désormais beaucoup plus efficace et donc le niveau beaucoup plus constant. L'amplitude entre le printemps (forte pluviométrie et fonte des neiges) et la fin de l'été (étiage naturel) ne dépasse généralement pas une dizaine de centimètres. De forts épisodes pluvieux peuvent toutefois faire monter ponctuellement le lac de 20 à 25 cm sur quelques jours, avant retour à la normale.



Photo 3 – Vanne de régulation du lac d'Annecy située sur son émissaire, le Thiou (© D. Zanella – SILA)



Photo 4 – Dérivation du Thiers, lac d'Aiguebelette (© F. Lainé)

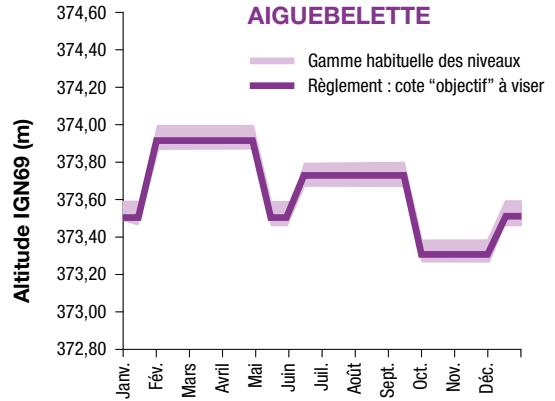
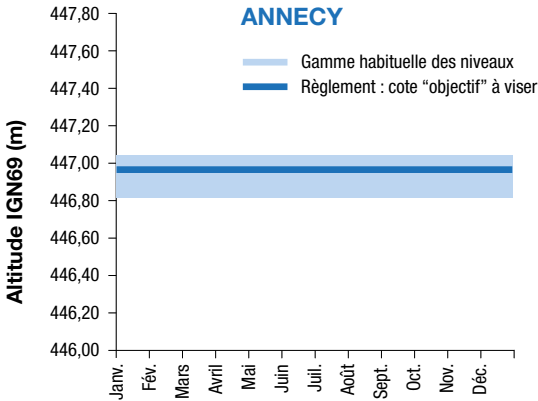
## Lac d'Aiguebelette

C'est EDF qui exploite l'ouvrage de régulation en s'efforçant, par une gestion anticipée, d'atteindre et de maintenir le niveau du lac autour de valeurs cibles, sous réserve des incidents d'exploitation ou des aléas climatiques.

Ces valeurs cibles ont été établies en concertation avec l'État et les principaux usagers du lac. Elles constituent un compromis qui tient compte des enjeux et usages du plan d'eau, tels que la pratique des activités touristiques et sportives et la production d'électricité.

En période de fortes précipitations, EDF anticipe la montée du lac en déstockant l'eau et prévient ainsi





(source : D. Zanella – SILA)

l'inondation des infrastructures riveraines. En fin d'été, des phases d'abaissement sont prévues pour exonder les zones littorales, favorables aux roselières aquatiques. La régulation tient compte également de la reproduction du poisson dans les zones de végétation littorale submergées.

### Les bénéfices et les impacts de la régulation

La stabilité du niveau a amené une certaine facilité pour les usages : navigation, gestion des ports, loisirs... sur tous les lacs. Elle diminue les dégâts dus aux crues, garantit une profondeur d'eau suffisante tout au long de l'année et facilite la navigation. En revanche, les impacts environnementaux ont été conséquents, même s'ils n'ont pas été immédiats. La régulation du niveau des lacs entraîne :

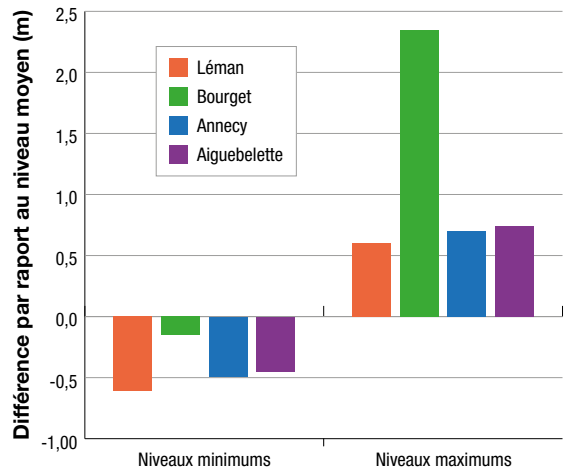
- une réduction des surfaces exondées en zone littorale ;
- une absence de développement horizontal et une perte de germination pour les roselières ;
- une absence de dépollution des sédiments par oxydation.

Un niveau constant concentre l'énergie des vagues toujours sur une même zone, fragilisant les roseaux à leur base du fait de l'érosion, et en hauteur du fait de l'accumulation de flottants. Les feuilles, tiges mortes et débris divers s'accumulent et ne sont pas dispersés. La qualité des sédiments proches des rives diminue.

Le CISALB a en projet d'introduire une baisse de 40 cm tous les 4 ans à l'automne, pour retrouver un marnage proche des conditions naturelles.

Au SILA, une réflexion est en cours pour évaluer la possibilité de réintroduire des fluctuations plus importantes des niveaux, en croisant bénéfices écologiques et intérêts socio-économiques. Ce travail permet également d'aborder les impacts prévisibles des changements climatiques. La régulation a en effet ses limites, et en cas de sécheresse importante (ex. 2003, 2009), le niveau du lac ne peut pas être maintenu constant et diminue, impactant les usages habituels du plan d'eau et de ses rives.

Des réflexions similaires sont en cours au lac d'Aiguebelette, dans le souci de maintenir l'équilibre biologique du lac.



(source : R. Jalinoux – CISALB)

### Ce qu'il faut retenir

**Si la régulation du niveau des lacs, cadrée par les différents acteurs, a permis une certaine conciliation des usages, elle rencontre des limites qui nécessitent d'être repensées dans un contexte de changement climatique afin de garantir les principaux usages et veiller à un bon fonctionnement biologique des lacs.**

# Pourquoi un recours au génie écologique dans la restauration des roselières littorales ?

► André Miquet, CEN Savoie • Gérard Blake, Université Savoie-Mont-Blanc, Polytech • Christophe Moiroud, CNR •

**Les roselières (roseaux, scirpes lacustres, nénuphars...) sont à la base de la structure et du fonctionnement des zones littorales. Depuis plus d'un demi-siècle, elles ont connu sur les grands lacs une régression marquée. Afin de les restaurer, il est généralement nécessaire de passer par des interventions lourdes de génie écologique. Cela pose question dans des milieux aussi sensibles. Pourquoi la nature a-t-elle besoin de notre intervention ?**

## Des roselières désormais moins résistantes

La régulation des niveaux des lacs a été décidée et calée sur des critères hydrauliques et nautiques, à une époque où les impacts environnementaux étaient peu pris en compte et méconnus (voir question 6-05 : *Comment et pourquoi le niveau des lacs est-il régulé ?*), avec pour conséquence une restriction de l'espace bénéficiant d'inondations et d'exondations régulières. La restriction de ce marnage naturel a plusieurs effets négatifs agissant en synergie.

Sur certains lacs, le rabaissement du niveau estival a exondé des roselières devenues inaccessibles à la faune aquatique et vouées au développement des ligneux.

Sur d'autres, la disparition des étiages empêche toute germination et freine la minéralisation de la matière organique stockée dans les sédiments; la stabilisation des niveaux exacerbe l'érosion des berges. La capacité d'autoépuration des sédiments et de cicatrisation des ceintures végétales est amoindrie : ayant privé les lacs de leurs bordures naturelles, on les a ainsi fragilisés.

## Une demande sociétale de prévisibilité et de technicité

Après des décennies de lacs relativement stables, acteurs et usagers sont de moins en moins enclins à revenir sur cet acquis. Malgré un intérêt croissant pour la biodiversité, il est difficile de remettre en cause la régulation des niveaux et l'on préfère s'en remettre au génie écologique.

L'investissement de moyens financiers et techniques lourds pour restaurer les roselières et les berges est parfois préféré ou priorisé par rapport à une rediscussion du calendrier des niveaux, compte tenu de la complexité et de la multiplicité des usages et des acteurs concernés : plages, navigation, ports, riverains... Une marge de négociation se fait toutefois jour, elle est étudiée sur le lac d'Annecy, programmée sur le lac du Bourget, et mise en œuvre sur le lac d'Aiguebelette. Ce choix du génie écologique est également dicté par l'urgence de roselières en situation critique ou d'espèces animales proches du seuil de disparition.



Restauration de la roselière de la baie de Portout au lac du Bourget. ◀

Photo 1 – Reprofilage de la berge par projection de matériaux limono-argileux issus du site (© GREN)  
Photo 2 – Plantation de jeunes roseaux qui ont poussé pendant un an en arrière du site (© CISALB)

## Une houle devenue trop forte en raison de la stabilisation des niveaux

Fractionnées, clairsemées et vieillissantes, les roselières sont vulnérables face à une houle dont les effets sont concentrés sur une ligne de rive figée. Dès lors, tout projet de restauration passe soit par une atténuation de cette houle avec la mise en place de récifs artificiels et de fascines\* qui devront respecter la nature lacustre des lieux, soit par une adaptation des berges (pente et granulométrie) (voir question 6-07 : *Des piquet en bois et des récifs pour protéger les roselières ?*).

Aussi, les techniques de génie végétal pourront renforcer localement et de manière complémentaire la résistance de la roselière durant les premières années. Ceci donne lieu à des chantiers d'enrochements, de battage de pieux et de transferts de matériaux.

## Redonner aux roselières un espace et une dynamique de recolonisation

Le génie écologique est une réponse instantanée, alors qu'on a affaire à une problématique de long terme : celle du rééquilibrage de la ligne et du profil des berges dans le nouveau contexte hydrologique. Pour autant, il faut bien offrir aux roselières de l'eau peu profonde avec un substrat de garnissage.

Puis vient le temps du génie végétal : les roselières relictuelles sont rarement en mesure de s'étendre, côté lac, faute de stimulation par un étiage marqué. Des plantations sont donc nécessaires, impliquant savoir-faire et recherche appliquée en matière de culture, mode opératoire, provenance, génétique. La vitalité des roseaux implantés et l'inertie propre aux espèces sont des critères essentiels de reconstitution de l'habitat littoral.



Restauration des roselières du lac d'Annecy

Photo 3 – Les jeunes plantules de scirpes sont produites localement à partir de graines grâce à un partenariat avec le lycée agricole de Poisy-Chavanod et la CNR (© D. Zanella – SILA)

Photo 4 – Elles sont ensuite transférées en bassin pour poursuivre leur croissance, puis enfin introduites dans le lac (© D. Zanella – SILA)

## Ce qu'il faut retenir

**Le génie écologique permet de contrer à moyen terme la régression des roselières et de ses espèces : dispositifs anti-houle, apports de matériaux, plantations... des chantiers impressionnants mais qui ne doivent pas dispenser gestionnaires et usagers du lac de redonner aux lacs les vertus d'un marnage plus naturel.**

**Fascines** *Petits barrages en bois permettant d'atténuer la pression des vagues sur les roselières.*



# Des piquets en bois et des récifs pour protéger les roselières ?

► Christophe Moiroud, CNR • SILA •

**Sur les lacs alpins, la régression des roselières conduit à une diminution globale de la biodiversité. Cette dégradation doit être ralentie, voire bloquée, pour le maintien de ces écosystèmes et leur capacité de résilience\*. Pour ces raisons, la restauration des roselières est engagée.**

## Chronique d'une régression silencieuse et actions de préservation

La régression des roselières au cours du xx<sup>e</sup> siècle a été observée sur la plupart des lacs alpins (voir question 2-05 : *Pourquoi la végétation des rives est-elle importante ?*).

Le rétablissement d'un marnage plus naturel permettant une régénération durable de ces ceintures de végétation est complexe à mettre en œuvre sur ces lacs fortement anthropisés (voir question 6-05 : *Comment et pourquoi le niveau des lacs est-il régulé ?*). En parallèle, des interventions sont à réaliser pour freiner cette dégradation, reconquérir des surfaces perdues sur les secteurs à enjeux et présentant de grandes potentialités.

Le facteur prépondérant sur lequel l'homme peut agir efficacement est l'atténuation de la houle. Ce facteur, sans être la cause unique de la régression de la végétation lacustre, est un levier sur lequel il convient d'agir. Suite à la régulation du niveau d'eau, l'énergie des vagues est concentrée sur une même zone.

La limitation de l'intrusion des bateaux dans ces milieux est également un axe de restauration facile à mettre en place et très efficace. Au-delà des roselières, ces restaurations bénéficient également aux cortèges des herbiers aquatiques.

## Les protections contre la houle

Différents ouvrages existent pour atténuer la pression des vagues sur la dynamique des roselières. Leur choix dépend des enjeux environnementaux des sites à sauvegarder et de la force de la houle à juguler. L'objectif est d'obtenir des dispositifs efficaces sur la houle fréquente et résistant à des vagues très fortes pour assurer la pérennité des ouvrages. L'enjeu est également de maintenir la connectivité biologique et physique entre la zone pélagique (pleine eau) et la zone littorale.



Photo 1 – Fascine végétale pour protéger la roselière de la baie de Mémard au lac du Bourget (© CISALB)



Photo 2 – Ouvrage de protection sur le lac d'Annecy de type « fascine imputrescible » (© D. Zanella – SILA)



Photo 3 – Ouvrage de protection sur le lac d'Annecy construit à l'aide de pieux jointifs (© D. Zanella – SILA)



Photo 4 – Îlot artificiel au sud du lac du Bourget (© C. Moiroud)

### Les fascines

Ces petits barrages en bois sont en général formés d'une double série de pieux, entre lesquels sont fixés des fagots de branches, disposés dans le sens longitudinal sur une hauteur suffisante vis-à-vis de la houle (photo 1).

Afin de maintenir la circulation en pied des ouvrages, les fagots ne sont pas au contact du sol, permettant ainsi le maintien d'une colonne d'eau libre. Les expériences menées depuis les années 1990 ont montré que ces fascines de saules ne sont pas durables dans ce type de configuration lacustre. Ainsi, des ouvrages faits de bois durs (photo 2) ont été imaginés pour garantir une pérennité satisfaisante ; ils commencent à être déployés.



Photo 5 – Piquetage physique sur les roselières du lac d'Aiguebelette (© M. Bouron – CCLA)

### Les palissades en pieux jointifs

Ces ouvrages (photo 3) sont constitués de pieux de 20 à 30 cm de diamètre et d'une longueur de 6 à 8 m, disposés sur deux rangées en quinconce. L'écartement entre les pieux et les rangées doit être très faible pour assurer une bonne atténuation des vagues. L'implantation (longueur et angle à la berge) est tributaire des vents dominants par rapport au rivage et de la morphologie de la berge.

### Les récifs artificiels

Ces ouvrages (photo 4) sont constitués d'enrochements ou d'éléments bétons préfabriqués, qui sont partiellement ou totalement immergés selon les degrés d'efficacité recherchée et d'intégration paysagère souhaitée. Ils sont déployés au droit de zones littorales très agressées par la houle. Ces constructions, dites « lourdes », peuvent être végétalisées (création d'îlots de saules).

### Le piquetage physique des roselières

Ces dispositifs (photo 5) sont mis en place depuis le début des années 1980 pour éviter et interdire toute navigation à l'intérieur des ceintures végétales. Les dispositifs sont composés de pieux en bois durs espacés de 0,8 à 1 m, d'un diamètre de 10 à 15 cm. Les pieux sont suffisamment ancrés dans les sols en place pour éviter d'être arrachés lors de chocs (embâcles, embarcations...).

## Ce qu'il faut retenir

**Les ceintures végétales littorales nécessitent une intervention humaine pour les maintenir et permettre une amélioration de leur état de conservation. L'évolution des techniques et la mise en place d'actions concrètes ces 15 dernières années ont conduit à une optimisation des ouvrages en adéquation avec la fragilité de ces milieux.**

**Résilience** Capacité d'un écosystème à récupérer un fonctionnement normal après avoir subi une perturbation.

