128 / 09-2023

Léman iques

Bulletin de l'Association pour la sauvegarde du Léman

De la puissance des Grands Lacs

Jean-Marcel Dorioz

Les Grands Lacs de la planète : portrait de famille

Introduction

Les travaux scientifiques sur les Grands Lacs de la planète dressent un portrait pessimiste de l'état de santé de ceux-ci. Bien que vastes et diversifiés, ces macroécosystèmes s'avèrent à la fois particulièrement exposés et vulnérables à l'intensification des activités humaines. Les dégradations (qualité des eaux) et perturbations (biodiversité) qui en résultent sont notamment dues aux pollutions qui se cumulent, parfois depuis un siècle, et restent, à quelques exceptions près, insuffisamment ou non traitées.

Dans un tel contexte, rien d'étonnant à ce que la plupart des colloques scientifiques sur les Grands Lacs mette en évidence le fossé qui s'est creusé entre l'état général de ces milieux, devenu souvent lamentable, et l'absolue nécessité de pouvoir exploiter durablement leurs ressources pour assurer l'avenir de l'humanité. À l'issue du récent colloque international d'Evian « *Large lakes, small world* »[1], une quarantaine de chercheurs a tenu, sur la base de ce constat, à tirer un signal d'alarme planétaire en rédigeant collectivement une publication scientifique solennelle traitant de la rapide dégradation en cours des Grands Lacs du monde (voir Jenny *et al.*, 2020). Le texte que nous vous soumettons ici se réfère largement à cet appel et à l'ouvrage rédigé en prolongation de celui-là (Quae 2023). Il doit aussi beaucoup aux autres références citées dans la bibliographie ainsi qu'à plusieurs articles parus dans *Lémaniques.*

Une première partie esquisse modestement une géographie des Grands Lacs, présentant la diversité, la complexité des fonctionnements et des services rendus par ceux-ci, tout en tentant de répondre de façon simplifiée à la question « qu'est ce qui fait d'un lac, un Grand Lac » ? La deuxième partie, à paraître dans un prochain *Lémaniques,* proposera un tour d'horizon des grands types de « maladies » qui menacent les Grands Lacs. L'eutrophisation, une maladie mondialisée et une « grande affaire » dans l'histoire de l'ASL fera l'objet d'un développement particulier. Enfin, comme « nous autres, nous avons le lac » (C.-F. Ramuz, Journal,1902), nous tenterons de tirer des leçons de ce qui se passe ailleurs, pour mieux sauvegarder « notre » cher Léman.

1. Organisé dans le cadre de l'EuroLeague for Life Sciences (ELLS), Réseau universitaire européen actif dans le domaine des sciences du vivant.

Les Grands Lacs, particularités du format XXL

L'objet Grands Lacs

Pour Forel[2], les lacs sont des « îles d'eau au sein des continents », une belle métaphore exprimant un certain confinement du milieu lacustre. Administrativement, un lac est « une masse d'eau de surface, stagnante ». Un minimum de profondeur (> 7 m) est requis pour que se développe une organisation verticale et des fonctionnements dignes d'un lac avec notamment 1) un compartiment de pleine eau (ou « pélagique »), porteur d'une biodiversité spécifique à base de plancton et siège de la production chlorophyllienne et 2) un compartiment profond (dit « benthique ») plutôt voué à des fonctions de biodégradation et de recyclage.

Parmi les quelque 117 millions de lacs de plus de 0,2 ha de la planète répondant à ces critères, seuls quelques-uns (1709) obtiennent, en raison de leur taille exceptionnelle, le titre envié de « Grands Lacs ».

2. François-Alphonse Forel (1841-1912), pionnier dans l'étude des lacs et fondateur de la science des lacs la « limnologie ». Sa monographie, *Le Léman* (écrit entre 1892 et 1904), est le fruit d'une étude du lac couvrant toutes les sciences, de la physique à la biologie.

Le critère de taille retenu est la surface et le seuil est un minimum, fixé par Jenny *et al.* (2019) à 100 km^2 après un arbitrage statistique multi-paramètres. Concrètement, au-delà de 100 km^2, les lacs atteignent une taille critique et notamment, une masse d'eau suffisante pour qu'émerge un ensemble de propriétés spécifiques. L'essentiel se joue au niveau de l'hydrodynamique : la grande taille induit la possibilité de mouvements en masse de l'eau qui se traduisent d'une part, par le développement de véritables courants, à l'image mais en bien moins puissants que leurs équivalents marins, d'autre part par l'existence de véritables vagues. Ces deux phénomènes physiques et leurs multiples conséquences écologiques sont abordées brièvement dans le paragraphe suivant.

La grande taille permet également des montées en puissance de certaines autres fonctions lacustres. Ainsi, seul un plan d'eau suffisamment vaste et volumineux est susceptible d'atténuer certains extrêmes du climat régional. Dans le contexte de canicules récurrentes, cette propriété renforce l'attractivité socioéconomique des territoires situés à la périphérie des Grands Lacs, au risque, à terme, d'accroître de façon démesurée l'usage de leurs ressources et d'aggraver leurs pollutions. Cet exemple illustre bien la manière dont la taille XXL « Grand Lac » crée des conditions particulières d'échanges entre un lac et son environnement, en l'occurrence atmosphérique et humain.

Des masses d'eau un peu... turbulentes

La clé de voûte de l'hydrodynamique d'un Grand Lac est la possibilité de mouvements en masse de l'eau, qu'il s'agisse de courants ou de vagues. Prenons le Léman (582 km^2), un cas type moyen. Il est le siège de **véritables courants** créés par les vents, la rotation de la terre et les différences de température et de densité entre les couches d'eau (ou « gradients thermiques »). Les courants brassent la masse d'eau à la fois latéralement et verticalement. Un exemple : un ensemble de courants latéraux affectant le Léman est repérable sur les clichés satellite du 6 sept. 2021 (https://twitter.com/UmrCarrtel/status/1435176832156962826) car visualisés par les contrastes de turbidité créés par la dispersion d'un bloom algal généralisé et heureusement temporaire (voir *Lémaniques* 124, p. 2). Autre preuve que ces courants transfèrent de la matière : la pollution plastique du littoral se révèle très spatialisée, probablement en relation avec les courants (*Lémaniques* 127). Les courants verticaux ne sont pas moins influents et transporteurs :

édito

Le Léman, face à ses imposants aînés

Voilà une présentation qui replace à son échelle notre « petite mer intérieure ». (C.-F. Ramuz, 1920)

Admis dans la cour des Grands grâce à sa profondeur maximale (309 m) et de là, à son volume, ce n'est ainsi pas au modeste étalement de ce puits de lumière enchâssé entre montagnes et vignobles que le Léman doit cette distinction.

Ce qui frappe dans ce tour d'horizon des Grands Lacs, c'est l'extrême diversité que présentent leurs caractéristiques propres, leurs conditions géographiques, leur capacité (ou non) à intégrer l'emprise humaine...

Et surtout, ce qui leur est en revanche commun et rassemble des populations plus ou moins partageantes, un pouvoir immense, celui de détenir cet élément indispensable à la vie qu'est l'eau...

Et qui plus est, comme le symbolise magnifiquement *La Grande Vague de Kanagawa*, la puissance de la nature face à la faiblesse des êtres humains. Cette célèbre gravure sur bois du peintre japonais Hokusai, est une estampe publiée en 1830 ou 1831 pendant l'époque d'Edo* (1603-1867).

Raphaëlle Juge

* Période de l'histoire du Japon, XVIIe-XIXe siècles et également l'ancien nom de Tokyo.

Couverture : Hokusai, *La Grande Vague de Kanagawa* (détail), 1830-1831, Wikipédia

Fig 1. Les vagues dans les plus grands des Grands Lacs, sans être équivalentes en puissance aux vagues océaniques, sont spectaculaires et susceptibles de perturber la navigation. Elles font la joie des surfeurs, ici sur le Lac Supérieur, même en plein hiver. Photo https://oui.surf/surf-the-greats/

1) les baigneurs du petit lac ont expérimenté cet été, début août, une remontée brutale de masses d'eaux profondes glaciales ; 2) régulièrement, en fin d'hiver, la presse locale relaie l'annonce de la CIPEL et fait ses gros titres sur le fameux brassage des eaux du lac, à nouveau insuffisant pour ré-oxygéner les eaux profondes du lac.

Les **vagues et les tempêtes** sont d'autres mouvements dont l'intensité est spécifique aux Grands Lacs. Leurs effets mécaniques (érosion, transport) sont suffisamment puissants pour modeler le littoral, éroder des ouvrages... Dans des lacs gigantesques comme les lacs américains ou le Baïkal, la puissance des vagues devient spectaculaire lors de tempêtes (fig. 1), avec couramment des creux de 5 à 6 m malmenant la navigation marchande.

L'hydrodynamique d'un Grand Lac, avec sa puissance mécanique et de transport, règne sur des composantes majeures de l'écologie du lac, sur sa réponse aux pollutions et sur certains usages. Des phénomènes aussi cruciaux pour l'état de santé du lac que l'intensité de la régénération des nutriments, l'oxygénation des milieux profonds, la dispersion des polluants, en dépendent. La biodiversité est également sous influence : la puissance des mouvements d'eau renforce la diversification des habitats, ce qui permet une expression plus étendue de la biodiversité, une organisation écologique plus complexe, avec des effets en cascade sur certains usages comme la pêche ou les activités récréatives. Bien entendu, les effets hydrodynamiques des Grands Lacs ne sont pas puissants au point de tout structurer à eux seuls : l'organisation spatiale de la masse d'eau, sa biodiversité et la qualité des milieux, dépendent aussi de l'hétérogénéité géographique du lac, notamment de l'existence de sous-unités plus confinées, telles que baies, golfes, marais côtiers... Ce sont souvent des lieux privilégiés d'aménagements et, avec les embouchures et les îles, des points chauds de gestion (fig. 2, tabl. 1, Lac Champlain, USA-Canada).

Des milieux à inerties démultipliées

D'autres propriétés montent spectaculairement en puissance avec la taille mais sans pour autant être spécifiques des Grands Lacs. C'est le cas de la stratification estivale, une organisation partagée par tous les lacs suffisamment profonds et qui consiste en une succession verticale de couches d'eau de températures décroissantes et de densités croissantes. C'est surtout le cas de l'inertie écosystémique, une propriété qui se manifeste par une résistance aux changements d'état de l'écosystème. Pour les Grands Lacs les changements se déroulent sur des temps longs. Pressions et contraintes s'accumulent pendant des décennies avant d'induire une transformation dont il n'est pas exclu qu'elle puisse parfois produire une rupture assez brutale, à l'image des proliférations explosives de plancton. Pour les gestionnaires des Grands Lacs, la lenteur des changements d'état est une caractéristique primordiale qui conditionne aussi bien les trajectoires de dégradation (pollution) que de restauration (dépollution). Cette puissance d'inertie s'explique par la combinaison démultipliante entre des « temps de séjour de l'eau[3] » plutôt longs et de grands volumes d'eau qui confèrent au système de grandes capacités, à la fois de dilution et de résistance aux changements physico-chimiques et biologiques.

Temps de séjour et dilution sont aussi à l'origine de la sensibilité particulière des Grands Lacs vis-à-vis des composés toxiques : ils s'y trouvent en effet à la fois très dilués, donc à basse intensité mais pour de longues durées de résidence et d'action, surtout dans les eaux profondes. Les durées en cause (souvent des décennies) permettent un cumul progressif de polluants de diverses natures et dont les impacts écologiques s'appliquent sur plusieurs générations d'espèces sensibles. De tels types d'impacts, pourraient aboutir à des ruptures dans les dynamiques écologiques et produire des nuisances associées à des disparitions ou des pullulations d'espèces.

Des intégrateurs environnementaux haute performance

Tous les Grands Lacs sont connectés à la fois à un environnement atmosphérique et à un environnement terrestre (bassin versant, littoral). Les bassins versants leur fournissent des flux hydrochimiques, parfois pour le meilleur quand il s'agit de flux de nutriments suffisants pour soutenir la productivité de l'écosystème, plus couramment pour le pire quand les nutriments sont en excès et/ou quand le flux entrant transfère des polluants. Dans le contexte du pire, ces flux entrants contiennent le cumul des pollutions hydriques produites dans l'ensemble du bassin versant (des milliers de km^2, voir tabl. 1) par les diverses occupations de sols (villes, campagnes...) et activités de ce territoire (agriculture, industrie...). Suit un long séjour des eaux entrées dans le lac dont résulte une accumulation pluriannuelle de flux polluants. La qualité de l'eau du lac reflète, en conséquence, une image lissée dans le temps de la pollution régnant dans le vaste territoire auquel ce lac est associé hydrologiquement. D'un lac à l'autre, la qualité de l'eau et donc l'état du lac, varient selon le type de développement anthropique.

L'environnement atmosphérique n'est pas en reste : il est le siège du dérèglement climatique dont nous reparlerons

Fig 2. Lac Champlain (USA, Canada, 72 îles). Ce lac est l'archétype d'un plan d'eau fragmenté en sous-unités morphologiques, présentant une hétérogénéité marquée en termes de qualité de l'eau et siège d'une écologie complexe, ce qui en complique la gestion. Photo Wikipédia, Copernicus Sentinel-2, ESA - https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home

3. Durée nécessaire au renouvellement théorique complet de l'eau d'un plan d'eau.

Tableau 1. Caractéristiques morphologiques et géographiques des Grands Lacs du monde auxquels il est fait référence dans cet article. Les valeurs peuvent varier selon la source d'informations. Les chiffres en **bleu** indiquent le rang que le Léman occupe sur les 100 lacs les plus volumineux et profonds du monde. En **vert**, les tailles records atteintes par les plus Grands Lacs (hors Mer Caspienne).

Lacs	Surface (km^2)	Volume (km^3)	Profondeur moyenne (m)	Profondeur maximale (m)	Temps séjour (an)	Bassin versant (km^2)	Localisation
Mer Caspienne*	371'000	78'200	211	1025	—	3'626'000	Asie centrale
Baïkal	31'722	**23'615**	**744**	**1642**	375	539'500	Russie
Tanganyika	32'893	18'900	574	1471	**485**	231'000	Afrique
Supérieur	**82'414**	12'232	146	406	191	207'200	USA/Canada
Victoria	69'485	2'424	40	83	23	238'900	Afrique
Michigan	57'750	4'918	85	281	62	—	USA
Huron	59'600	3'538	59	230	22	193'473	USA/Canada
Ontario	19'477	1'639	86	244	6	**690'000**	USA/Canada
Erié	25'719	489	19	64	2,6	58'800	USA/Canada
Nicaragua	8'624	108	—	130	—	23'844	Amér. centrale
Léman	582	89 **(43e)**	154 **(28e)**	309 **(55e)**	11,3	7'395	France/Suisse
Constance	536	48	90	251	4,5	1'150	D/CH/A
Biwa	670	28	41	103	5,5	3'843	Japon
Champlain	1'269	26	—	122	2,6	23'720	USA/Canada
Balaton	592	1,9	3,2	12,5	5,5/2,0	5'180	Hongrie
Deux exemples de lacs endoréiques très vulnérables car en cours d'assèchement**							
Tchad	2'500-8'000 (1960: 25'000)	6,3	4 (3-7)	10,5	—	2'400'000	Afrique (eau douce)
Mer d'Aral	8'000 (1980; 40'000)	—	7	68	—	690'000	Asie centrale (eau salée)

* Juridiquement, la mer Caspienne est un lac salé mais certains pays riverains souhaitent que le droit de la mer s'applique. Son statut fait toujours débat.

** Lacs sans embouchure sur une mer ou un océan, alimentés par les eaux d'un bassin hydrographique fermé. Ils sont alimentés par les précipitations et ces apports d'eau ne sont perdus que par évaporation ou infiltration dans le sol. Il existe plusieurs dizaines de lacs endoréiques sur la planète et parmi les plus grands, la mer Caspienne, le Grand Lac Salé, le lac Titicaca, le lac Balkhach.

Sources des données : https://atlasocio.com ; Wikipedia.

mais véhicule aussi des pollutions, notamment urbaines et chargées de substances nocives bien connues, telles que les PCB, HAP et les métaux dits lourds...). Selon l'Agence de Protection de Environnement des USA, les méga-villes littorales des Grands Lacs (p. ex. Chicago) constituent une menace désormais majeure pour la santé des Grands Lacs américains... Exemple à ne pas suivre, évidemment.

Les 1709 Grands Lacs, tous grands et tous différents

Dimensions spatiales

Les 1709 Grands Lacs se répartissent sur toute la planète, chacun avec son « style », c'est-à-dire sa morphologie, son hydrochimie, sa biodiversité, ses usages...et chacun tributaire de ses origines géologiques (glaciaire, tectonique ou alluviale), de sa position géographique, de la topographie et du climat de son bassin versant... Le tableau 1 montre que certains plans d'eau sont gigantesques, couvrant plusieurs dizaines de milliers de km^2, comme les lacs Supérieur, Victoria, Tanganyika et Baïkal. Le groupe des 5 Grands Lacs d'Amérique du Nord (Supérieur, Michigan, Huron, Erié, Ontario) s'étend au total sur près de 245'000 km^2 (fig. 3).

La profondeur moyenne se situe autour de la centaine de mètres, mais avec une variabilité très forte comme en témoigne le grand écart des maxima: 1642 m pour le Baïkal, 1471 m pour le Tanganyika et tout juste à 12 m pour les lacs Nicaragua et Balaton (voir tabl. 1). Rappelons les 309 m du Léman qui le classe 55e sur les 194 lacs du monde de plus de 100 m de profondeur maximale.

Tous les Grands Lacs n'ont pas des mensurations suffisantes pour influencer, à l'échelle continentale, l'organisation des flux naturels et des activités humaines. Les plus modestes restent néanmoins des pôles majeurs de la géographie régionale et nationale. A l'amont, ils dépendent de bassins versants qui dépassent couramment 5'000 km^2 (7395 km^2 pour le Léman) et atteignent près de 150'000 à 550'000 km^2 pour les géants comme le lac Huron, ou le Baïkal (voir tabl. 1). A l'aval, l'émissaire lacustre participe en général au débit de vastes systèmes fluviaux. Parmi les grands fleuves du monde, plusieurs sont alimentés par des Grands Lacs: le Nil pour le lac Victoria, le Saint-Laurent pour les cinq Grands Lacs américain, le Congo pour le lac Tanganyika...

En termes de stock d'eau, même les « Grands Lacs » de petits volumes (moins de 25 km^3) constituent des réservoirs qui restent significatifs, par rapport à la consommation d'eau d'un pays moyen. Parmi les 100 lacs dont le volume dépasse 25 km^3, le lac Baïkal trône avec 23'615 km^3, plusieurs dépassent 10'000 km^3 (Tanganyika, lac Supérieur...). Le Léman occupe la 43e place avec 89 km^3 et distance plusieurs dizaines de lacs. Au total, les 1709 Grands Lacs contiennent 90 % de l'eau douce planétaire, les cinq plus grands en cumulant à eux seuls la moitié: les Grands Lacs revêtent donc un intérêt primordial vis-à-vis des enjeux mondiaux de l'eau.

Dimensions temporelles

Le **« temps de séjour »** moyen de l'eau dans la cuvette lacustre représente la durée nécessaire au renouvellement théorique complet de l'eau d'un plan d'eau sur une année. Pour les Grands Lacs, les temps de séjour sont plutôt longs, la gamme allant de la décennie (Léman, 11 ans) au siècle avec une pointe à 375 ans pour le Baïkal. Cependant, le temps de séjour moyen ne s'accroît pas linéairement avec la masse d'eau car certes, il dépend du volume, mais aussi du bilan annuel entre flux entrant (affluents tributaires, pluie) et flux sortant (exutoire et évaporation). Les eaux de fond des lacs profonds, moins brassées, tendent à avoir

Fig 3. Les cinq Grands Lacs d'Amérique du Nord, un groupe à taille continentale qui s'étend sur 1200 km d'Ouest en Est, représentant à lui seul presque 20 % de l'eau douce mondiale. Ces lacs sont depuis un siècle la plaque tournante de l'industrie, du commerce et de la pollution américaine. L'émissaire est le fleuve Saint-Laurent qui se jette dans l'Océan atlantique. De gauche à droite : Lac Supérieur, Lac Michigan, Lac Huron, Lac Ontario, Lac Erié. Photo Wikipédi

des temps de séjour plus longs (Léman, deux ans de séjour en surface contre 30 ans au fond). Il s'ensuit une sensibilité particulière de ce dernier compartiment à l'anoxie[4] naturelle (Lac Tanganyika) ou anthropique (Léman).

Les **lacs ont aussi un âge** qui marque le temps écoulé depuis leur formation. Le Baïkal et le Tanganyika, font figures d'ancêtres avec leurs 25 et 12 millions d'années respectifs. Ce temps très long permet une longue histoire évolutive des biodiversités : les centaines d'espèces de poissons qu'ils hébergent en sont la marque (le lac Tanganyika en compte plus de 300 dont 95 % d'endémiques, fig. 5). À l'opposé, les Grands Lacs périalpins, qui datent de la fonte des glaciers, ne bénéficient que d'à peine 10-12'000 ans d'histoire naturelle, d'où moins de diversité piscicole (une vingtaine d'espèce pour le Léman dont plusieurs introduites) et peu d'endémisme.

Quel que soit l'âge des lacs, un point nodal de leurs histoires est la « rencontre » avec l'intensification des activités humaines. Celle-ci se produit, selon la situation géographique, entre très récemment, pour les lacs reculés et désormais affectés par le changement climatique (Alaska, Sibérie) et au plus 100 à 150 ans, pour les lacs mis sous pression depuis le début de la révolution industrielle et l'urbanisation massive associée (USA, Canada, Europe du Nord).

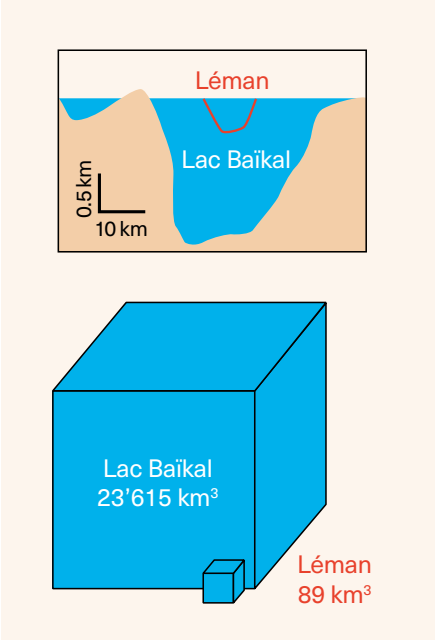


Fig. 4. Dans la palette étendue des Grands Lacs, un des plus petits d'entre eux, Le Léman, 5 fois moins profond, 54 fois moins étendu et 265 fois moins volumineux que le Lac Baïkal.
Infographie ASL (*Lémaniques* 106, p. 2)

Les services rendus par les Grands Lacs, eau, matière, biodiversité et culture

Les Grands Lacs structurent une géographie de l'eau complexe. Ils fournissent l'eau tout autour d'eux, à des centaines de millions de personnes et aux activités économiques industrielles et agricoles situées dans leurs périphéries. Leur eau est aussi délocalisée et distribuée à des populations éloignées : le lac Biwa (672 km^2, Japon) alimente ainsi, via un aqueduc, 15 millions de personnes et le lac Tchad (14'000 km^2) 30 millions, en bordure du Sahara. Aux USA, presque 80 % de l'eau utilisée est fournie par les fameux cinq Grands Lacs. Les fleuves et rivières issus des Grands Lacs assurent pour leur part une distribution d'eau lacustre pour les activités humaines à des centaines, voire des milliers de km de l'émissaire (pour le Léman et le Rhône, voir *Lémaniques* 114). Il est très probable que ces divers usages des Grands Lacs comme réservoir d'eau à l'échelle régionale et continentale, vont, dans le contexte planétaire actuel, s'étendre et s'intensifier.

Les ressources fournies sont aussi alimentaires. Poissons, écrevisses, végétaux, sont souvent, et plus crucialement

(suite en page 8)

4. Manque d'oxygène dissous dans le milieu.

Le monde de Lémo

Bassin versant

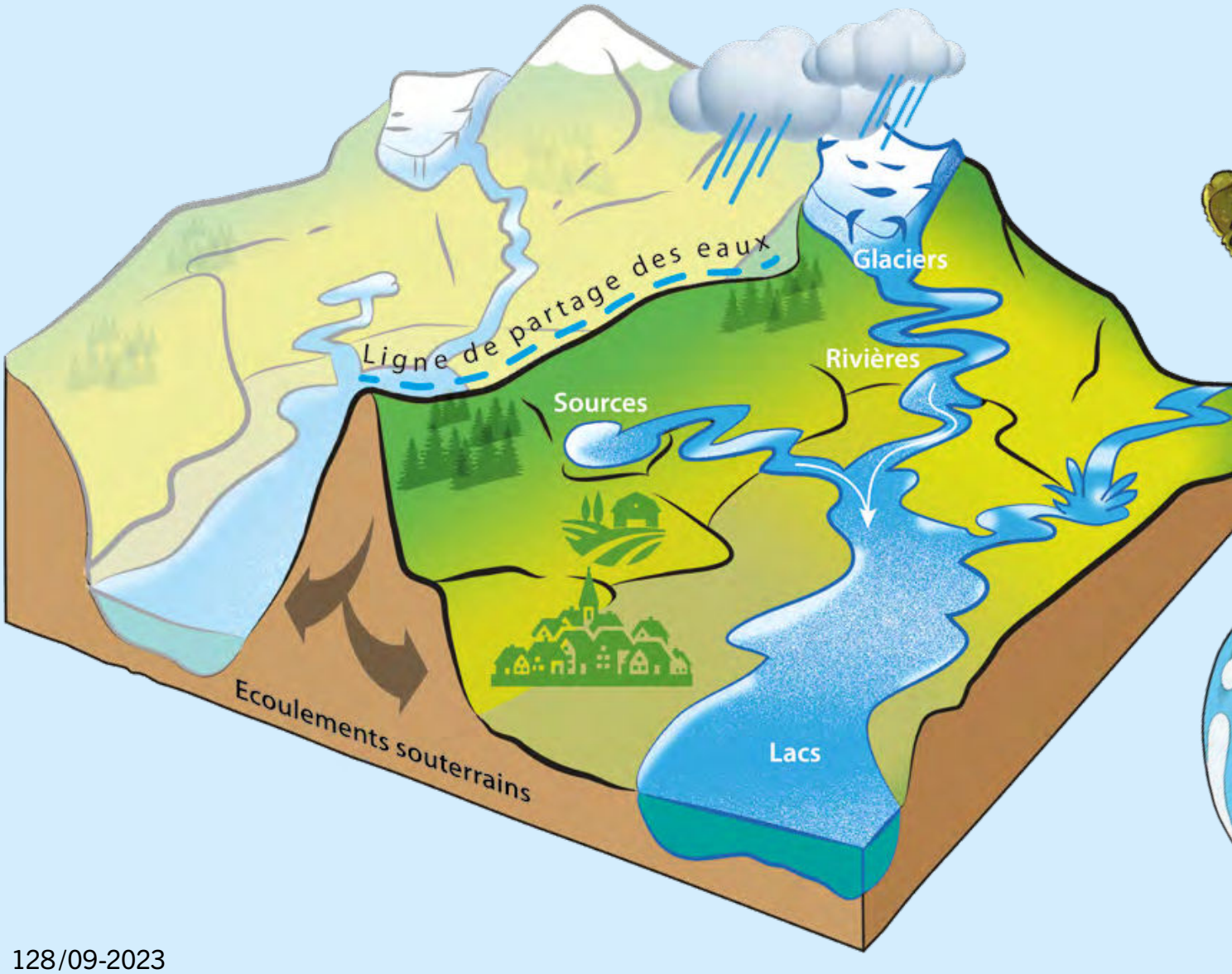
Mais d'où vient toute l'eau qui remplit le Léman ? Du jet d'eau de Genève ? Des égouts ? Du pipi des poissons ? Aucune de ces idées farfelues n'est correcte… En fait, l'eau du lac est amenée par une multitude de ruisseaux et de rivières qui prennent leur source souvent très loin du lac, dans les montagnes !

Pour le Léman, les rivières prennent leur source dans les cantons de Vaud, Fribourg et Genève, d'autres en Valais et quelques-unes en France ! Elles canalisent l'eau de pluie et l'eau de fonte des glaciers, formant un réseau de cours d'eau qui vont **« déverser »** leur eau dans le Léman. Les crêtes des montagnes sous lesquelles une partie des rivières prennent leur source **délimitent le territoire occupé par ce réseau**. Ce territoire est appelé le **bassin versant** ou **bassin d'alimentation** du Léman.

On peut donc dire que pour protéger le lac, il est important de protéger aussi tous les ruisseaux et rivières depuis leur source. Par exemple, si une rivière de montagne est polluée, la pollution peut arriver jusque dans le lac et causer des problèmes à tout son écosystème !

8'300 km

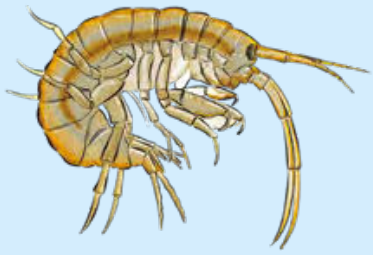
Le savais-tu ? Si on mettait toutes les rivières du bassin versant lémanique les unes derrière les autres on atteindrait une distance d'environ 8'300 km, soit la distance entre Genève et Pékin !



Le capitaine Lémo te répond !

Benoît, 8 ans : « Est-ce qu'il y a des crabes dans le lac ? »

Non. Il existe des **crabes d'eau douce** que l'on peut retrouver dans les régions subtropicales du monde, mais pas sur le continent européen ! Cependant, tu peux observer d'autres espèces de crustacés dans le lac. Par exemple, tu peux voir des **gammares** (petites crevettes), des **écrevisses** ou encore des aselles, mais il y en a beaucoup d'autres !



Le savais-tu ? Les crustacés sont une famille d'animaux qui ont la particularité d'avoir leurs os à l'extérieur du corps : c'est un **exosquelette** qui constitue leur carapace ! Celle-ci fait l'objet de **mues** (perte de la carapace et élaboration, à chaque mue, d'une plus grande) pour permettre à l'animal de grandir.

Si toi aussi, tu veux poser une question au capitaine Lémo, envoie-la à l'adresse suivante : **capitaine.lemo@asleman.org**

Aide la **Venoge** (rivière) à rejoindre le **Léman** !

Fig 5. Lac Tanganyika : un énorme lac, le plus grand réservoir d'eau douce d'Afrique (voir tableau 1), menacé par le changement climatique et la pollution. Avec plus de 1.300 espèces de vertébrés et d'invertébrés, ce lac très ancien est un des écosystèmes d'eau douce les plus riches du monde. Parmi ces espèces, 500 sont endémiques. Photo Wikipédia

dans les pays en développement, une composante clé de l'alimentation et de l'économie des populations riveraines. Les pêcheries des Grands Lacs africains (Victoria, Kivu, Tanganyika… fig. 5) sont quasi industrielles et produisent un peu plus d'un million de tonnes de poissons par an, destinées au marché local et à l'exportation. Les Grands Lacs sont aussi des sites d'aquaculture. Les risques associés à ces usages intensifs sont la surpêche, l'introduction d'espèces exotiques perturbatrices de l'écosystème.

Bien d'autres fournitures matérielles sont exploitables, elles aussi, non sans risque pour le lac. Il s'agit d'extractions de matériaux (sable…), de production d'énergie (hydroélectricité, hydrothermie et même éolien offshore), navigation commerciale… Les impacts avérés sont le dérangement de la faune, l'artificialisation des fonds et du littoral, la modification des habitats.

Les services lacustres ne s'arrêtent pas à ces multiples flux matériels et à l'économie qui en découle. Les Grands Lacs jouent également un rôle culturel et sociétal important, comme le montre leur place dans la mythologie populaire, dans les pratiques récréatives et le patrimoine paysager ainsi que l'importante vie littéraire, artistique et scientifique qui leur est associée. Les fonctions sportives et récréatives (pêche, nautisme, baignade, patin à glace, etc.) les placent au cœur des enjeux touristiques mais s'accompagnent souvent d'une artificialisation préjudiciable au littoral. Enfin, ce sont tous des hauts lieux de biodiversité, des buts ou des relais dans les migrations animales, des fonctions qui, comme la sauvegarde du littoral, ont besoin de mesures conservatoires. Or celles-ci s'imposent avec peine.

De tous les services évoqués précédemment, bien peu pourraient être rendus sans l'aptitude de ces écosystèmes à l'auto-entretien, un service discret (et « bénévole ») qui repose sur la capacité du milieu à réguler la variabilité naturelle de ses fonctions et à compenser une part des nuisances générées par certains usages. Couramment, l'offre de ces services écosystémiques est insuffisante pour faire face aux attentes inconsidérées des activités humaines.

Conclusion

Le portait de famille dressé précédemment constitue une approche rapide : 1) de l'extrême diversité des Grands Lacs et ; 2) des traits physiques et écologiques qui font de ces objets une catégorie de système aquatique un peu à part, en raison de leur taille.

Nombre d'entre eux, un peu partout sur la planète, jouent un rôle clé et à des échelles continentales, ou quasi, pour les activités humaines. Dans un futur proche, ce rôle pourrait s'étendre et faire de ces énormes masses d'eau des atouts majeurs pour un monde surchauffé (à tous points de vue…). Une telle perspective suppose la mise en œuvre, dans bien des cas, d'une meilleure gestion et utilisation de ces milieux, notamment des services associés à des prélèvements d'eau et à des rejets d'eaux usées.

Un constat s'impose en effet : comme presque tous les macro-écosystèmes de la planète, la plupart des Grands Lacs sont actuellement, certains depuis un siècle, soumis à une surcharge de stress anthropiques et en premier lieu de pollutions auxquelles ils sont, par nature, surexposés et hypersensibles. Ces stress résultent pour l'essentiel de l'intensification des activités humaines à la périphérie des plans d'eau.

Les Grands Lacs ont de tout temps été une aubaine pour l'humanité ; on les pense inépuisables, même encore de nos jours, au point souvent d'y injecter les eaux usées produites par les vastes territoires formant leurs bassins versants ou de bouleverser leurs littoraux et d'exploiter leurs ressources sans s'inquiéter de la capacité de l'écosystème à compenser et entretenir ces usages. Seules quelques décennies de stress physique, chimique et biologique suffisent pour que ces pressions se traduisent par de spectaculaires dégradations de la qualité des eaux et des milieux et pour que se développent des pathologies chroniques et généralisées affectant tout l'écosystème. Ces pathologies étant étroitement associées à des trajectoires socio économiques régionales, comprenons-les comme des « maladies de civilisation ». Citons :

- l'eutrophisation, une pathologie de lac trop nourri (dont le Léman se relève),
- l'acidification due aux pollutions atmosphériques (un problème résolu mais qui risque de rebondir),
- la salinisation et l'assèchement (dans des situations de bilans d'eau devenus durablement déficitaires),
- la surexploitation des ressources et des habitats (origine ou cofacteur de dégradations des régulations écosystémiques), etc.
- les diverses pollutions chimiques et l'accumulation de plastiques

Les tableaux cliniques de quelques cas choisis de maladies de civilisation seront présentés dans un article de Lémaniques à venir. Nous y évoquerons également les traitements de restauration, encore peu fréquents, toujours laborieux, parfois couronnés de succès, mais qui peuvent aussi aboutir à des échecs ou à des rechutes parfois imputables au changement climatique et/ou aux polluants émergeants.

Bibliographie restreinte

Jenny J.-P. *et al.*, 2020. « Scientists' warning to humanity : rapid degradation of the world's large lakes », *J. Great Lakes Res.*, 46 (2020), pp. 686-702.

Dorioz J.-M., Anneville O., Domaizon I., Goulon C., Guillard J., Jacquet S., Montuelle B., Rasconi S., Tran-khac V., Jenny J.-P., 2023, *Les grands lacs à l'épreuve de l'anthropocène*, Versailles, Quae, Collection Enjeux sciences, 144 p.

Touchard L. 2022. *Limnologie physique et dynamique, une géographie des lacs et des étangs*. L'Harmattan.

Pourriot, R., Meybeck, M. (eds.), 1995. *Limnologie générale*. Collection d'écologie n° 25. Masson, Paris, 976 p.

Les *Lémaniques* cités dans cet article sont accessibles à la lecture sur https://asleman.org/trimestriel-asl/

Remerciements

Des relectures constructives et pointilleuses ont été assurées par R. Juge, S. Mader et C. Desvignes. Mille sept cents neufs merci.

Suzanne Mader Coralie Di Stadio

infos@asl

Activités adieau

Camp EAU'tour du Léman

Les deux semaines estivales ont comblé les participants à nos camps EAU'tour du Léman. Une météo de rêve a permis à la barque latine la Demoiselle et à ses équipiers de découvrir cinq escales tout autour du lac. Nous vous partageons le message reçu des parents d'Apolline et Emilien de la région de Reims (France) qui n'ont pas hésité à faire 1'000 km aller-retour pour que leurs enfants puissent participer à ce camp.

“Nous tenions à vous remercier ainsi que toute votre équipe et l'équipage de la Demoiselle pour la merveilleuse semaine que les enfants ont passée. Apolline et Émilien sont revenus EN-CHAN-TÉS ! Ils ont vécu une expérience qu'ils ne sont pas prêts d'oublier. Merci pour la richesse de cette semaine tant au niveau culturel, activités, rencontres… Nos p'tits moussaillons sont vraiment chanceux d'avoir vécu cette expérience. Merci pour l'encadrement. Merci d'avoir partagé quotidiennement les photos et commentaires de la journée. Nous étions heureux et envieux de lire leur programme. Bravo également à la cuisinière ! Nous vous souhaitons une bonne continuation et nous ne manquerons pas de partager vos coordonnées autour de nous !”

Et le retour d'Adrien Bonny, responsable du camp du mois de juillet :

“Une très belle semaine avec une super équipe de moussaillons. Une semaine presque parfaite car un orage terrible était attendu mardi…. mais finalement cela a mis une ambiance mystique à bord avec des éclairs au loin, quelques gouttes de pluie, une incertitude dans l'air sur le programme. Et donc une soirée formidable avec du recul et surtout pas de tempête ! Le reste de la semaine s'est déroulé à la perfection entre baignades, magnifiques navigations à voile, atelier de découverte du Léman, actions de ramassage de déchets et surtout beaucoup de rires et de fous rires.”

Et celui de Coralie Di Stadio, responsable de celui du mois d'août :

“ETL en août, c'était incroyable ! Un groupe super solidaire avec 19 curieux ! Une équipe fantastique et des bateliers en or surtout la cuisinière, on a tellement bien mangé. Tous les jours il y avait des informations sur la faune, la flore ou l'histoire autour du Léman et les enfants ont adoré observer la vie subaquatique (plongées avec masque et tuba quasi tous les jours). On a pu observer plusieurs fois des étoiles filantes en dormant sur le pont, juste magique ! Et le dernier soir, les matelots ont réalisé un spectacle pour remercier les bateliers. La soirée s'est transformée en dancing sur le pont : macarena, la chenille, country, tous sur le pont à danser. Et à la fin tout le monde connaissait « plantes aquatiques », « foulque macroule » et « Léman » (non lac Léman).”

Les aventuriers et aventurières du Léman

Onze enfants de 8 à 12 ans ont participé aux cinq jours de camp non résidentiel de découverte du Léman au travers de la baignade, du Paddle, de la plongée subaquatique ou encore grâce au partage d'expérience avec les sauveteurs de Genève. Cette année, pour la première fois une initiation à la voile a ravi les participants.

Briefing des jeunes par les instructeurs du club Mora Mora avant le baptême de plongée
Photo ASL

Passeport vacances de l'été

Durant le mois de juillet, une cinquantaine d'enfants ont été accueillis à Genève, Vevey et Lausanne pour quatre journées d'animations organisées par l'ASL.

Après prélèvement de plantes aquatiques et de plancton, les enfants ont appris à reconnaître de nombreux êtres vivants à l'aide de loupes et de binoculaires, bien que la concentration en plancton soit particulièrement faible pour la saison. Certains ont également pu découvrir la faune sous lacustre grâce à une balade avec masque et tuba dans les herbiers.

À noter que nous avons pu accueillir un enfant en chaise roulante à Genève.

L'équipe du mois d'août a pu se régaler de caracs fait maison. Merci la cambusière ! Photo ASL

Observation de micro-organismes lors des passeports vacances vaudois Photo ASL

C'est à l'aube que l'ASL donne rendez-vous aux curieux pour ses Éveils du Léman Photo ASL

Les sorties d'observation « Éveil du Léman »

Durant l'été, nous avons proposé 5 sorties « Eveil du Léman » aux amoureux d'observation de la faune et de la flore lémaniques. C'est aux aurores que nous avons donné rendez-vous aux participants pour découvrir le bal matinal des oiseaux. Ceux qui étaient présents à la Perle du lac ont par exemple eu la chance de pouvoir observer un Grèbe pêchant coup sur coup une Ecrevisse américaine puis un Brochet.

Puis, les plus courageux, l'eau étant fraîche fin juillet, se sont immergés dans les herbiers pour contempler la diversité de plantes aquatiques, ainsi que des Perches et des Gardons.

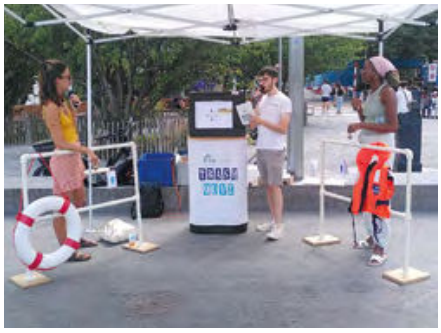
Nouvelles capsules vidéo

Notre collaboration avec Thibaud Agoston, humoriste romand, a entamé sa 3e saison. De nouvelles capsules vidéo ont été réalisées pendant l'été afin de mieux faire connaître la biodiversité du Léman. Elles seront diffusées dès cet automne sur les réseaux sociaux pour toucher un large public et pourront également être consultées sur notre site internet et notre chaîne YouTube. Sur un ton décalé, elles présentent les caractéristiques spécifiques à huit espèces présentes dans le Léman et ses affluents : castor, Harle bièvre, anguille, couleuvre, Moule quagga, pipistrelle, crapaud et plancton.

Tournage d'une capsule biodiversité avec Thibaud Agoston sur le plongeoir des Bains des Pâquis. Photo ASL

Trash Quiz, le jeu décalé de l'ASL

Le jeu décalé de l'ASL pour présenter la problématique des déchets sauvages dans l'environnement a à nouveau sévi durant tout l'été. Pas moins de 250 personnes ont relevé le défi et ont répondu aux questions désarçonnantes de notre équipe d'animation. Autant de petites graines semées, également auprès du public présent, pour faire évoluer les mentalités et changer les habitudes afin de réduire le nombre de déchets au bord et dans le lac.



De nombreuses personnes ont participé au Trash Quiz de l'ASL cet été Photo ASL

La saison estivale d'arrachage de Renouées

Durant tout l'été, de nombreuses personnes sont venues nous prêter main forte pour combattre la Renouée du Japon, plante invasive qui met à mal la biodiversité lémanique. A noter que dans le canton de Vaud, treize groupes de bénévoles autonomes gèrent différentes stations dont cinq depuis cette saison (Noville, Vuachère, Chamberonne, Vidy, La Tour-de-Peilz). L'autonomie de ces groupes permet de soulager les équipes de l'ASL qui peuvent ainsi dégager du temps pour se concentrer sur d'autres aspects dans la lutte contre cette plante néophyte.

Travail méticuleux à Sciez (F) pour extraire rhizomes et racines Photo ASL

Nous avons par exemple pris contact avec sept propriétaires privés dont les parcelles sont colonisées et avons pu les aider à effectuer les premiers arrachages qui sont souvent les plus conséquents. Nos conseils et l'aide de leur commune pour le traitement des déchets à évacuer permet à ces propriétaires de lutter efficacement contre ces plantes qui envahissent leur parcelle.

À noter également, la recolonisation de certaines stations par la flore indigène au fur et à mesure des arrachages. Entre le début et le milieu de la saison, on observe que certaines espèces indigènes regagnent du terrain aux dépens des renouées.

Nous avons pu constater une augmentation de la sensibilité du public à cette problématique lors des différents contacts que nous avons eus cette saison. Peut-être que notre *Lémaniques* 126 sur les 10 ans de lutte contre la Renouée et les nombreux articles de presse qui ont relayé notre action y sont pour quelque chose. Nous avons par ailleurs été invités à participer à une journée de formation du SANU à la Tour-de-Peilz et à une réunion sur la gestion de la Venoge pour parler de notre expertise en la matière.

L'étude Pla'stock de l'ASL vue par les media

Le dernier *Lémaniques* (127) traitant de notre étude Pla'stock a eu droit à une très belle couverture médiatique, puisque 18 media suisses et français ont relayé les informations transmises à la presse. Plusieurs interviews télévisées et radiophoniques ont pu être réalisées durant l'été et relayées sur les réseaux sociaux.

Les medias ont été particulièrement frappés par l'abondance de certains macroplastiques tels que les films alimentaires, les pellets destinés à la fabrication d'objets, les cotons-tiges, les déchets issus de la construction, dont les fibres utilisées dans le béton projeté, et les bio-media (mini-grilles) des stations d'épuration.

Le phénomène de fragmentation transformant les macroplastiques en microvoire nanoplastiques invisibles à l'œil nu – et qui ne peuvent dès lors plus être ramassés lors des nettoyages – a également frappé les esprits.

Un autre fait marquant de l'étude Pla'stock qui a interpellé les journalistes est le fait que les Grangettes, la plus belle zone naturelle du Léman, soit la plus impactée de toutes les plages répertoriées avec plus de 40'000 microplastiques au mètre carré.

Applaudissements des membres pour clore la 43e AG de l'ASL Photo ASL

43e Assemblée générale de l'ASL

La 43e Assemblée Générale de l'ASL a eu lieu le 13 juin dernier à Hermance. Un grand merci à Madame la maire Karine Bruchez de son accueil. Les magnifiques conditions météorologiques ont permis de profiter pleinement de ce site et de la terrasse de la salle communale pour le repas de clôture.

La partie « récréative » guidée par Jenifer Schlup chargée de projets à l'OCEau (Service du lac, de la renaturation des cours d'eau et de la pêche) et Emmanuelle Favre, responsable du programme flore à l'OCAN, était dévolue à la visite commentée de l'Hermance près de 15 ans après les travaux transfrontaliers de renaturation du cours d'eau.

La partie statutaire a été menée par Pascal Mulattieri, Président de l'ASL depuis un an:

“ Cette année a été riche en émotion, puisque succéder à Jean-Bernard Lachavanne co-fondateur et Président durant 42 ans, est pour moi un grand honneur. J'ai été surpris des nombreuses sollicitations auxquelles j'ai dû répondre et j'ai ainsi pu constater que l'ASL continue d'être un acteur reconnu du bassin lémanique et que l'on peut dès lors se réjouir des années à venir. L'année 2022 a été marquée par la sortie de crise sanitaire et le début de l'invasion de l'Ukraine, mais plus localement il s'agit d'une nouvelle année sans brassage complet du Léman, de nouveaux extrêmes climatiques et une sécheresse historique.

On pourrait dire que le Léman va assez bien, mais cela dépend de ce que l'on prend en compte. Effectivement, pour certains paramètres, comme le phosphore, les chlorures et certains micropolluants, on a connu pire; mais il est clair que:

- les changements climatiques ont aussi une influence sur le lac; en témoignent les changements du régime thermique des eaux et les blooms phytoplanctoniques.
- l'arrivée d'espèces invasives ou leur prolifération incessante comme celle de la moule Quagga ou des renouées et, plus récemment encore, d'un certain Lagarosiphon (une plante d'aquariophilie).
- la présence de micropolluants dans les résidus médicamenteux, le plastique et bien d'autres substances ne doivent pas nous laisser indifférents; c'est notamment lorsqu'il y a des dérèglements des écosystèmes que nous mesurons la pertinence de nos actions passées ou actuelles. ”

Deux nouveaux membres du comité ont été élus lors de cette séance, il s'agit de:

Diane Maitre, biologiste et plongeuse, Genève

Biologiste spécialisée dans les milieux aquatiques d'eau douce et plongeuse, Diane Maitre a commencé son parcours à l'ASL en tant que bénévole pour le projet Halte aux Renouées, puis a été engagée comme collaboratrice, responsable des projets dans le canton de Vaud d'animation du programme jeunesse « ad'eau » et de « Halte aux Renouées ». Elle a quitté ses fonctions fin 2022 après cinq ans passés au sein de l'équipe de l'ASL pour rejoindre l'Office cantonal de l'Eau du canton de Genève où elle gère tout ce qui concerne la biologie du lac, notamment le monitoring du littoral lémanique genevois et les suivis mensuels du phytoplancton lémanique.

Hubert J. du Plessix, juriste et ornithologue, président de la Fondation Phragmites, Mies

Avec plus de 45 ans d'expériences en ornithologie, en particulier sur les oiseaux d'eau, et en tant que gestionnaire de réserves naturelles comme la Gouille Marion à Mies, la réserve Reynold Rychner à Chavannes-des-Bois, ou le Marais du Grand Bataillard dans les marais de la Versoix, Hubert J. du Plessix fait preuve d'une activité débordante: il assure le suivi du monitoring des oiseaux nicheurs en zones humides pour la réserve naturelle « Les Crénées » au bord du lac à Mies et participe chaque année aux recensements internationaux des oiseaux d'eau entre Versoix et Céligny. Il est aussi Fondateur de la Fondation Phragmites.

Présence de l'ASL cet été auprès du public

Journée suisse des poissons

C'est à l'abri des averses, sous l'immense avant-toit de la Maison de la pêche des Eaux-Vives, qu'un grand nombre de visiteurs (surtout des enfants) a pu participer à la Journée suisse des poissons organisée aux Eaux-Vives (GE) par la Fédération suisse de pêche (FSP). Une large palette d'animations et de stands a été organisée sous le slogan « Le Brochet, un super ambassadeur pour la biodiversité»: expositions sur l'état des cours d'eau, informations sur le Brochet, poisson de l'année, exposition de poissons du lac sur un lit de glace, vidéos sur grand écran, initiation à la pêche au bouchon ou à la mouche sous la conduite de pêcheurs experts. Le stand tenu par l'ASL présentait l'importance des herbiers aquatiques, habitat du Brochet, ainsi que le rôle primordial du plancton, base de la chaîne alimentaire.

Dans le cadre de la Journée suisse des poissons, les enfants ont apprécié pouvoir découvrir les micro-organismes se cachant dans les plantes aquatiques avec l'aide de Damien Ganty, civiliste à l'ASL Photo Maxime Prevedello.

Exposition *Beyond Water* à l'Arcade de l'ASL

La 2e édition de la Biennale de l'Art et de la Nature urbaine (re)connecting.earth (02) a eu lieu à Genève du 1er septembre au 1er octobre. L'ASL était ravie d'être partenaire de cet événement passionnant qui s'est concentré cette année sur l'eau et la biodiversité autour du Léman, en alliant des approches artistiques à des activités éducatives et scientifiques.

L'arcade de l'ASL, transformée pour l'occasion, a été un des lieux d'exposition où plusieurs œuvres surprenantes étaient présentées au public. Le 31 août, une présentation de l'exposition par le directeur artistique de la Biennale, Bernard Viennat, a permis au public de découvrir les œuvres de Hans Haacke, Pinar Yoldas, Mark Dion et Carmen Perrin.

Les visiteurs ont ensuite pu admirer pendant tout le mois de septembre les œuvres de ces quatre artistes marquants de l'art environnemental qui témoignent d'une prise de conscience face à la crise écologique. En regard de l'exposition, les visiteurs ont également pu observer, grâce aux microscopes de l'ASL, des microplastiques retrouvées sur les plages du Léman lors de l'étude Pla'stock.

1er Triathlon d'Evian

En tant que partenaire caritatif du Triathlon d'Evian, l'ASL a tenu un stand durant le week-end du 16 et 17 septembre pour sensibiliser le public et les participants à l'importance de préserver la qualité des eaux du Léman, afin que la nage en eau libre continue de pouvoir être pratiquée en toute quiétude.

En outre, l'ASL a mis à disposition des athlètes des verres réutilisables « Net' Léman » afin d'éviter l'usage de gobelets en plastique jetable, trop souvent retrouvés lors de nos nettoyages des berges et des fonds du lac.

Prochaines rencontres avec l'ASL

Couleurs du lac – 15 octobre – Nernier (F)
Le 15 octobre, la ferme d'Antioche à Nernier accueillera pour la 5e édition de « Couleurs du du lac » un événement créé à l'initiative de l'ASL, avec le soutien de la commune de Nernier, du Centre permanent d'initiatives pour l'environnement Chablais-Léman et du Géoparc mondial Unesco du Léman. Cette année, la thématique sera « le Léman à fleur de peau », avec au programme :

- 9 h 15 : ouverture des portes et de l'exposition
- 10 h : « Les dessous fleuris du Léman ? », conférence de Raphaëlle Juge (ASL)
- 11 h : « Des aliens dans le Léman », conférence Stéphan Jaquet (INRAE)
- *12 h : Possibilité de restauration sur réservation : www.asleman.org*
- 14 h : « Dans l'œil du drone, beautés et blessures du littoral » (de Saint-Gingolph à Hermance), conférence Jean-Paul Lugrin (Lac en partage) et Jean-Marcel Dorioz (ASL).

Une exposition de photos prises à partir d'un drone présentant le littoral lémanique réalisée par l'association « Lac en partage » pourra être admirée durant toute la journée.

L'événement (conférences et exposition) est ouvert à tous et gratuit.

Boat Show, 10 au 12 novembre à Palexpo Genève
Cette année, l'ASL présentera, lors du Boat Show (anciennement Salon nautique du Léman), un nouveau projet de science participative qu'elle animera, en collaboration avec l'EPFL, autour de la qualité et de la transparence de l'eau.

Pour mener à bien cette étude, l'ASL recherche 500 usagers du Léman se rendant régulièrement sur le lac avec leur embarcation et prêts à participer à cette étude.

Il s'agira de collecter des informations de base sur la transparence et la couleur de l'eau en utilisant un outil scientifique appelé « disque de Secchi » et une application sur smartphone.

ASL association pour la sauvegarde du Léman

Bulletin trimestriel de l'association pour la sauvegarde du Léman (ASL)
Numéro 128/septembre 2023

Responsable de la rédaction
Raphaëlle Juge Tél. +41 79 336 87 37
raphaelle.juge@genevedurable.ch

Secrétariat général
Suzanne Mader • Rue des Cordiers 2
CH-1207 Genève • Tél. +41 22 736 86 20
Fax +41 22 736 86 82
www.asleman.org • asl@asleman.org

Adhésion à l'ASL et dons
CCP 12-15316-0

Tirage
7700 exemplaires (papier 100 % recyclé)

Impression
Atar Roto Presse SA, Genève

Donateurs 2022 – Remerciements

Nos chaleureux remerciements à vous, nos généreux donateurs de l'année 2022, qui, pour la plupart, nous êtes fidèles depuis de nombreuses années.

Mécènes (dès CHF 5'000.–)
- Canton de Vaud, DGE-BIODIV, dont report 2021 (87'700.–)
- Fonds Electricité Vitale Vert (79'354.–)
- Payot SA (50'551.–)
- Canton de Genève, DT-OCEau (45'900.–)
- Fondation privée genevoise (45'000.–)
- Fondation Valery (40'000.–)
- Canton de Genève, DT-OCAN (36'975.–)
- Loterie Romande Vaud (30'000.–)
- Ville de Genève – Service Agenda 21 (27'828.–)
- Loterie Romande Vaud, report 2021 (22'000.–)
- CIPEL (20'000.–)
- Loterie Romande Genève (20'000.–)
- Services Industriels de Genève (15'538.–)
- Crédit Agricole Next Bank (Suisse) SA (14'000.–)
- Philippe Dutoit (10'000.–)
- Jean-Christophe & Colette Egli (10'000.–)
- Canton de Vaud, DGE-GEODE (10'000.–)
- Equestrio Foundation (10'000.–)
- Fondation Bertarelli (10'000.–)
- Fondation conseillée par Carigest SA (10'000.–)
- ADM International Sàrl (10'000.–)
- J.P. Morgan Private Bank (10'000.–)
- Rentes Genevoises (10'000.–)
- Chanel Joaillerie (9'682.–)
- Banque du Léman (7'000.–)
- Fédération romande de plongée (dissolution) (5'500.–)
- Jean-Luc Chillier (5'200.–)
- Fonds Smile Wave - Fondation Philanthropia (5'010.–)
- Pierre-Yves Firmenich (5'000.–)
- Patrick Odier (5'000.–)
- Geneva Trust Company (GTC) SA (5'000.–)

Compagnons du Lac (de CHF 1'000.– à 5'000.– ou de 700€ à 3'500€)
- BNP Paribas (4'000.–)
- IHS Markit, une entreprise de S&P Global (3'996.–)
- Simon Pickard (3'500.–)
- Longbow Finance SA (3'000.–)
- Piguet Galland et Cie SA (3'000.–)
- Banque Cantonale de Genève (2'500.–)
- Drinkotec SARL (2'500.–)
- Fondation Genève Tourisme + Congrès (2'009.–)
- Luc Argand (2'000.–)
- Sophie & Thomas Hart (2'000.–)
- Patek Philippe SA (2'000.–)
- Burger « Chez Tot'Aulps » (€ 2'000.–)
- Ville de Genève, Service des écoles et institutions pour l'enfance (1'620.–)
- Philippe Gudin (1'500.–)
- Hydro-Geo Environnement (1'500.–)
- Isabelle Ducimetière, en mémoire de Gérald Ducimetière (1'400.–)
- Mairie de Genthod (1'335.–)
- Chantal Wohlwend (1'200.–)
- Ivan Pictet (1'100.–)
- Rachel Boubet (1'000.–)
- Jacques de Saussure (1'000.–)
- Jacques Hubert Gay (1'000.–)
- Marc Gilgen (1'000.–)
- Hakan Kardes, en mémoire d'Orazio Missana (1'000.–)
- Nicole Pautex Schneider (1'000.–)
- Anne et Gilles Petitpierre (1'000.–)
- Antoine Taddei (1'000.–)
- Bénévolat-Vaud (1'000.–)
- Fondation Pierre Demaurex (1'000.–)
- Repetti Sàrl (1'000.–)
- Mairie d'Anières (1'000.–)
- Mairie de Collonge-Bellerive (1'000.–)
- Don anonyme (1'000.–)
- Rotary Club Thonon-Léman (€ 700.–)

Amis du Lac (de CHF 500.– à 1'000.– ou dès € 350.–)
- Pierre-Alain Givel (900.–)
- Claude Mumenthaler (900.–)
- Hubert Jochaud du Plessix (850.–)
- Henriette Lonchamp (800.–)
- BetterImpact Sàrl (800.–)
- Thitti Sàrl (751.–)
- Gilles Favre (700.–)
- Françoise Le Fort (700.–)
- Sitel SA Environnement Paysage (700.–)
- Michel Firmenich (620.–)
- Jacquet SA (620.–)
- Mairie de Chêne-Bougeries (605.–)
- Catherine Biner-Bradley (600.–)
- Thomas Jundt (600.–)
- Emil Frey AG (600.–)
- William de Rham (570.–)
- Muriel Palluat (570.–)
- Mairie de Bellevue (550.–)
- Mairie de Céligny (520.–)
- Catherine Blanc (500.–)
- Maryse Bory (500.–)
- Jean-Charles Corthésy (500.–)
- Bernard Firmenich (500.–)
- Jean-Claude Mulli (500.–)
- Charles et Anne-Marie Pictet (500.–)
- Laurence Senn (500.–)
- Eleanor Taylor Jolidon (500.–)
- Max & Marie-Claude Vogt (500.–)
- Olivier & Béatrice Vuillemin (500.–)
- A Priori Sàrl (500.–)
- Duvernay SA (500.–)
- INCEO SA (500.–)
- SERBECO SA (500.–)
- Verein PRS PET-Recycling Schweiz (500.–)
- Mairie de Cologny (500.–)
- Mairie de Corsier (500.–)
- Mairie de Dardagny (500.–)
- Mairie de Presinge (500.–)
- Mairie de Troinex (500.–)
- Ville de Pully (500.–)
- Société Générale (€ 500.–)
- Jean-Claude Gianola (€ 390.–)
- François Bullat (€ 350.–)
- Yves Champod (€ 350.–)