

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

CAMPAGNE 2019

PAR

LE CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA COMMISSION INTERNATIONALE

CIPEL, ACW – Changins – Bâtiment DC, Route de Duillier, CP 1080, CH – 1260 NYON 1

SURVEILLANCE DU LEMAN

Les analyses physico-chimiques d'eau du lac, incluant les micropolluants, ainsi que le suivi biologique, est réalisé au point le plus profond du lac, [désigné SHL2](#).

1. QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE A SHL2

L'année 2019 a été chaude : avec 2011, c'était la troisième année la plus chaude observée depuis 1980. Les températures exceptionnelles ont essentiellement été relevées en février et mars puis de juin à la fin de l'année. Le rayonnement était également particulièrement élevé sur presque l'ensemble de l'année, faisant de 2019 la deuxième année en termes de flux d'énergie captés par le lac sur la période 1981-2019. De telles conditions météorologiques ont conduit à des températures de l'eau plus élevées que la moyenne et ont entravé le brassage hivernal qui ne s'est étendu que jusqu'à 135m. Ainsi, les couches profondes n'ont pu être ré-oxygénées, et les concentrations en oxygène à 309m sont restées inférieures à $4 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ tout au long de l'année. Les températures printanières élevées ont également impacté la phénologie de reproduction de la perche.

Les concentrations en chlorure semblent se stabiliser depuis 2016. En 2019, la concentration moyenne en azote total ($667 \mu\text{gN L}^{-1}$) était en diminution par rapport à l'année 2018, tout en restant proche de celle mesurée en 2017. La concentration moyenne annuelle en azote nitrique ($542 \mu\text{gN L}^{-1}$) a continué à baisser.

Les concentrations en phosphore total et dissous ont nettement diminué par rapport à 2018. Avec des concentrations moyennes pondérées de $16.20 \mu\text{g L}^{-1}$ et $11.91 \mu\text{g L}^{-1}$ respectivement, ces concentrations s'inscrivent de nouveau dans le prolongement d'une tendance à la baisse interrompue en 2018.

2. SUIVI BIOLOGIQUE DE LA ZONE PELAGIQUE (SHL2)

L'évolution de l'indice Brettum, établi sur la base de la composition taxonomique de la communauté phytoplanctonique, indique que l'impact de la baisse des concentrations en phosphore demeure manifeste. En été et automne, la biomasse des picocyanobactéries peut égaler voire dépasser celles du nano- et micro-phytoplancton. Ce groupe phytoplanctonique tend à être favorisé par la baisse des concentrations en phosphore et le réchauffement du lac. En hiver, la biomasse de certaines espèces filamenteuses telles que *Planktothrix rubescens* (cyanobactérie) et *Mougeotia gracillima* (Conjugatophycée) sont importantes. Malgré une baisse de la productivité phytoplanctonique au printemps, la biomasse phytoplanctonique moyenne annuelle demeure élevée ($1515 \mu\text{g L}^{-1}$), supérieure à l'objectif fixé par la CIPEL pour le plan en cours ($1000 \mu\text{g L}^{-1}$).

La communauté zooplanctonique voit son abondance diminuer depuis la fin des années 80. Cette baisse continue de l'abondance du zooplancton reste principalement due au déclin des daphnies ; en 2019 la tendance à la baisse observée depuis quelques années chez les cyclopoïdes *Leptodora* et *Bythotrephes* se poursuit.

Le régime alimentaire du corégone demeure dominé par les daphnies, *Bythotrephes* et *Leptodora*. Les contributions relatives de ces proies au bol alimentaire présentent une forte saisonnalité récurrente d'une année à l'autre. En 2019, le démarrage de la fraie était plus précoce qu'en 2018. Les données de reproduction du corégone récoltées pendant l'hiver 2018-2019 doivent être considérées avec prudence en raison du faible nombre d'individus échantillonnés et des conditions météorologiques qui ont limité le nombre de prélèvements.

3. MICROPOLLUANTS DANS LES EAUX DU RHÔNE ET DU LAC (SHL2)

Cent-seize produits phytosanitaires, trente-quatre principes actifs pharmaceutiques, deux agents anti-corrosion et quatre composés organiques (le 1,4-dioxane, le méthyl tertbutyl éther – MTBE, la benzidine et son métabolite le 4-aminobiphenyl) ont été analysés dans les eaux du Rhône en amont du Léman tout au long de l'année 2019. A l'exception d'un pic de concentration en amidosulfuron en mars, aucun produit phytosanitaire n'a dépassé les exigences de l'Ordonnance sur la protection des eaux ($0.1 \mu\text{g L}^{-1}$). Sur les 34 principes actifs pharmaceutiques recherchés, certains sont retrouvés dans les eaux du Rhône à des concentrations encore très importantes. Un maximum de $1.3 \mu\text{g L}^{-1}$ a été mesuré pour la metformine (moyenne $0.43 \mu\text{g L}^{-1}$) ; la guanyl-urée (principal métabolite de la metformine) a culminé à $2.94 \mu\text{g.L}^{-1}$ (moyenne $1.24 \mu\text{g L}^{-1}$).

En termes de flux annuels, les quantités totales de produits phytosanitaires déversées par le Rhône dans le lac en 2019 s'élèvent à 280 kg (contre 308 kg en 2018, 444 kg en 2017 et 577 kg en 2016). Les principes actifs pharmaceutiques d'origine industrielle diminuent à 132 kg an^{-1} (contre 341 kg en 2018 et 672 kg en 2017). La charge en 1,4-dioxane, estimée à 182 kg an^{-1} , est en diminution progressive (345 kg en 2018, 6 tonnes en 2014).

La surveillance des micropolluants dans les eaux du Léman comprend le suivi de 381 pesticides, 66 résidus médicamenteux et 5 métaux (totaux et dissous) depuis la surface jusqu'au fond ainsi que le suivi du manganèse au fond du lac.

Ce programme de surveillance de la qualité de l'eau du Léman a une finalité essentiellement de "contrôle de la ressource en eau de boisson.

Les teneurs en pesticides et en métaux satisfont aux exigences requises pour les eaux de boisson au sens des législations suisse et française, ainsi qu'aux valeurs limite pour la protection de l'environnement.

Pour les résidus médicamenteux, l'azithromycine, la clarithromycine et le diclofénac ont une valeur seuil définie dans la législation suisse. La présence dans l'environnement de ces résidus médicamenteux n'est toutefois pas souhaitable, notamment dans des eaux destinées à l'alimentation en eau potable, comme celles du Léman. La metformine a été mesurée entre 0.40 et $0.61 \mu\text{g L}^{-1}$ à 15 m de profondeur et 0.21 à $0.51 \mu\text{g L}^{-1}$ à 100 m, indiquant une stabilisation, voire une baisse après une hausse relativement continue depuis 2014. Les concentrations de guanyl-urée oscillaient entre <0.05 et $0.34 \mu\text{g L}^{-1}$.

ETUDES SPÉCIFIQUES

1. MICROPOLLUANTS HYDROPHOBES DANS LES AFFLUENTS

Une surveillance de polluants hydrophobes (polychlorobiphényles - PCB, polybromodiphényléthers - PBDE et hydrocarbures polycycliques aromatiques - HAP) a été initiée en 2018 dans les rivières du bassin lémanique avec des capteurs passifs. Il s'agissait d'obtenir une vision d'ensemble homogène de la présence de ces micropolluants, et d'estimer les concentrations et charges pondérées dans le temps de ces micropolluants. La première campagne (automne 2018, réalisée sur 46 sites) a permis d'identifier les portions de cours d'eau présentant les concentrations et charges de PCB, PBDE et HAP dissous les plus élevées. Afin de confirmer les tendances observées en 2018 et de fournir davantage d'informations sur les sources de pollutions potentielles, une seconde campagne a été réalisée au printemps 2019 sur 32 sites. Afin d'acquérir davantage de connaissances sur la répartition des polluants hydrophobes entre la phase dissoute (échantillonnée avec les capteurs) et la phase particulaire, des données sur les concentrations dans les matières en suspension (MES) ont également été acquises sur deux sites en déployant des trappes à MES.

Comme en 2018, il a été montré que la charge de ces polluants dissous arrivant au Léman est principalement due au Rhône, ce dernier participant en 2019 à 76% des apports en PCB, 77% en PBDE et 86% en HAP. Les charges de PCB, PBDE et HAP dans l'Arve représentent respectivement 33%, 25% et 36% de celles du Rhône après leur confluence à Genève. Des concentrations élevées ont été mesurées lors d'une des deux campagnes au moins le Nant d'Avril, Vengeron, Venoge, Chamberonne, Arve (Passy) et Rhône (Evionnaz) pour les PCB et les PBDE, ainsi que l'Eau Froide de Roche pour les PBDE. De même, des concentrations élevées en HAP ont été relevées dans le Vengeron, le Nant d'Avril et la Chamberonne.

Ces deux campagnes fournissent une base de connaissances qui permettra de définir un protocole de surveillance régulier des affluents, et de préciser si le lac joue un rôle de « puits » (voire de source) pour ces polluants.

2. MICROPLASTIQUES

La pollution par les microplastiques est une source de préoccupation croissante du fait de leurs impacts potentiels sur les écosystèmes et la santé humaine. Depuis quelques années, il est établi que les microplastiques sont présents dans l'ensemble des écosystèmes aquatiques (rivières, lacs, mers, océans) dont le Léman et ses affluents. Dans le cadre d'une démarche d'évaluation de la pollution par les microplastiques du Léman, cette étude visait à identifier leur présence dans le système digestif de poissons du lac ainsi que dans l'eau du Rhône et de la Versoix.

Un inventaire de la présence de microplastiques a été réalisé dans 103 appareils digestifs de plusieurs espèces de poissons prélevés dans le Léman par des pêcheurs professionnels. Les espèces choisies incluent à la fois des poissons carnivores, qui sont parmi les plus consommés du lac, et des poissons planctonophages ou omnivores. Par ailleurs, un échantillon d'eau du lac et six échantillons d'eau de rivière recevant des apports urbains plus ou moins marqués ont été analysés.

Au total 16 particules de plastique >500 µm ont été identifiées dans dix des 103 poissons analysés, ce qui représente 9.7% des individus étudiés. 80% de ces particules ont été identifiées dans les tubes digestifs de gardons (*Rutilus rutilus*) et de lottes (*Lotta lotta*). Des microplastiques ont été détectés dans l'ensemble des échantillons d'eau analysés. Les concentrations en microplastiques >500 µm mesurées dans l'eau varient entre 0.02 et 0.11 particules/m³ et entre 0.17 et 0.38 particules/m³ pour les microplastiques >100 µm.

Ces résultats témoignent d'une contamination relativement limitée des eaux de rivière analysées dans le cadre de cette étude. Les populations de poissons du lac semblent également faiblement contaminées par les microplastiques de taille >500 µm. Des investigations complémentaires sur des particules de plus petite taille sont envisagées.

3. MACROPHYTES

En 2019, une campagne de relevé des macrophytes du Léman a été effectuée afin d'analyser l'évolution qualitative et quantitative des communautés de macrophytes. Dans un contexte de réchauffement progressif des eaux superficielles observé depuis 1973, la zone littorale se caractérise par une évolution dans la distribution des espèces. On remarque que les herbiers d'espèces de grande taille prospèrent au détriment des petites espèces qui se cantonnent sur de petites surfaces. La richesse floristique à l'échelle du Léman reste comparable à celle de 2009. Les herbiers de macrophytes atteignent généralement les limites de la beine lacustre, dans les gammes de profondeurs maximales de colonisation que peuvent atteindre les spermaphytes dans la littérature (8-14m), généralement en progression par rapport à 2009. La comparaison des abondances relatives des chroniques de 1975 à 2019 met en évidence (1) la régression constante de *Stuckenia pectinata*, espèce indicatrice d'une altération de la qualité des eaux, qui a prospéré dans le Léman du début du 20ème siècle à la mise en place des mesures d'amélioration de qualité des eaux. (2)

En parallèle, la progression de *Chara denudata* semble indiquer que la qualité des eaux du Léman s'améliore. Les grands herbiers de *S. pectinata* sont progressivement supplantés par des herbiers de *Potamogeton perfoliatus* et *Myriophyllum spicatum*. Les recouvrements de characées sont en régression par rapport aux recouvrements de 2009. Cette régression a probablement pour origine une variabilité spatio-temporelle importante, difficile à mettre en évidence dans le cadre d'un suivi décennal. Face à un contexte de réchauffement progressif des eaux superficielles, il est possible que l'on observe à terme des modifications des communautés de macrophytes en faveur des espèces les plus thermophiles.

4. ESPECES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Depuis le début du XXe siècle, les communautés d'invertébrés benthiques des lacs alpins ont changé suite au flux de nouvelles espèces en provenance principalement des régions ponto-caspiennes, asiatiques et nord-américaines. Plus d'une quinzaine d'espèces de macroinvertébrés aquatiques ont colonisé le Léman. Près de la moitié d'entre elles proviennent de la région ponto-caspienne. Des suivis ont été mis en place dès 2003 pour détecter leur arrivée et évaluer leur abondance relative. Un risque élevé d'impacts écologiques et/ou socio-économiques existe pour quatre espèces de mollusques : l'escargot de Nouvelle-Zélande (*Potamopyrgus antipodarum*), les moules zébrée et quagga (*Dreissena polymorpha* et *D. rostriformis bugensis*), la palourde asiatique (*Corbicula fluminea*) et trois espèces de crustacés : le gammare du Danube (*Dikerogammarus villosus*), la crevette de vase (*Chelicorophium curvispinum*) et la crevette mysid *Hemimysis anomala*.

Depuis les années 2003, les fonds littoraux changent avec l'installation du gammare du Danube, de la palourde asiatique (2008), de la crevette de vase (2010) et enfin de la moule quagga (2015). La biodiversité littorale des espèces endogènes est en déclin rapide depuis le début des suivis avec une régression de la biomasse des grandes moules unionidés, du gammare indigène, de l'aselle et de la biodiversité des larves d'insectes.

5. ETAT DES LIEUX PROVISOIRE SUR LA MOULE QUAGGA (*DREISSENA ROSTRIFORMIS BUGENSIS*)

Les premières observations de l'espèce *D. rostriformis bugensis* (moule quagga) dans le Léman remontent à 2015, dans le canton de Vaud. Depuis, cette espèce tend à supplanter la moule zébrée (*D. polymorpha*), introduite antérieurement : 80 % des moules collectées sur la beine lacustre à l'occasion de l'étude sur les macrophytes sont constitués de quagga. L'espèce est désormais présente sur l'ensemble du lac.

Les larves véligères des deux espèces de dreissènes sont trop ressemblantes pour être distinguées. Cependant, l'analyse de la phénologie des larves véligères collectées avec le zooplancton indique une saisonnalité marquée par de fortes abondances en été ; depuis 2017, ces larves sont également fortement présentes en hiver. Ce changement dans la phénologie des véligères est une indication de la colonisation du lac par la moule quagga. Avec sa capacité à s'implanter à de plus grandes profondeurs (jusqu'à 80 m), celle-ci pose actuellement de sérieux problèmes aux services gestionnaires de pompage d'eau en obstruant les prises d'eau (potables, de refroidissement, etc.). De plus, son aptitude à filtrer de grands volumes d'eau a des conséquences positives sur la transparence des eaux, mais entraîne aussi des risques de réduction de la biomasse planctonique dans les zones où elle prolifère.