

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Campagne 2001

PAR

LE CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA COMMISSION INTERNATIONALE

CIPEL, CP 80, CH - 1000 LAUSANNE 12

L A C

Evolution physico-chimique

Un brassage hivernal partiel des eaux

L'année 2001 se singularise par un hiver doux qui ne provoque qu'un faible brassage. Les températures moyennes hebdomadaires de l'air pendant l'hiver 2000-2001 n'ont jamais été négatives.

Le brassage hivernal des eaux n'atteint que 100 mètres en mars 2001. La réoxygénation des eaux profondes est donc limitée et la concentration en oxygène dissous des eaux du fond du Grand Lac ne dépasse pas 4.55 mgO₂/l au début avril. Cette concentration reste aux alentours de 4 mgO₂/l pendant la plus grande partie de l'année dans les eaux du fond.

L'évolution des teneurs en nutriments

Le faible brassage hivernal et une consommation des nutriments par le phytoplancton durant tout l'hiver n'ont pas permis une homogénéisation totale de ceux-ci sur toute la colonne d'eau.

La teneur moyenne en phosphore continue à diminuer pour atteindre 34.2 µgP/l en phosphore total en 2001 contre 36.5 µgP/l en 2000.

Le stock en phosphore total est de 2'930 tonnes P en 2001 contre 3'130 en 2000 et 3'360 en 1999.

L'azote nitrique et l'azote total restent stables par rapport aux années précédentes : 48'600 tonnes N pour les nitrates contre 47'450 en 2000.

Le stock en chlorure continue d'augmenter pour atteindre 651'600 tonnes (7.60 mg Cl/l), soit 2.4% de plus qu'en 2000. Toutefois, ces concentrations restent très inférieures à des concentrations pouvant induire un effet toxique sur la biologie et sont inférieures ou équivalentes à celles d'autres lacs de la région (Lac du Bourget et Lac de Neuchâtel).

Evolution biologique

Le bactérioplancton

La campagne 2001 est caractérisée par une relation assez étroite entre la production bactérienne et la production primaire phytoplanctonique. La concentration totale des bactéries hétérotrophes, celle des bactéries actives et de la production bactérienne passent par plusieurs pics en correspondance avec de fortes valeurs de la production primaire phytoplanctonique ou avec des phases de dégénérescence du phytoplancton.

La concentration en nutriments organiques (COD et CODB) s'est fortement accrue par rapport à l'année précédente alors que tous les descripteurs des populations microbiennes sont en diminution. C'est le cas en particulier de la production bactérienne, dont les valeurs sont maintenant inférieures à celles des années 1986 et 1987 et inférieures à celles enregistrées dans le lac d'Annecy, considéré comme oligo-mésotrophe.

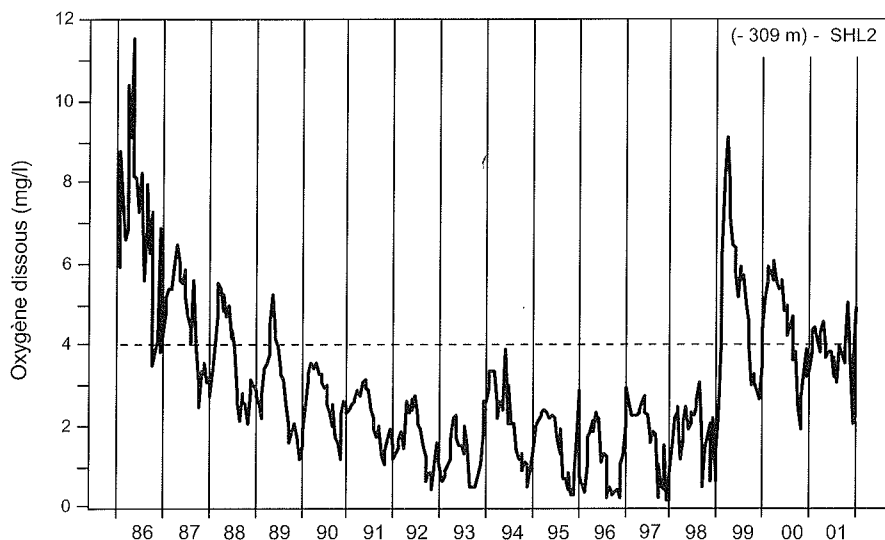


Figure 1

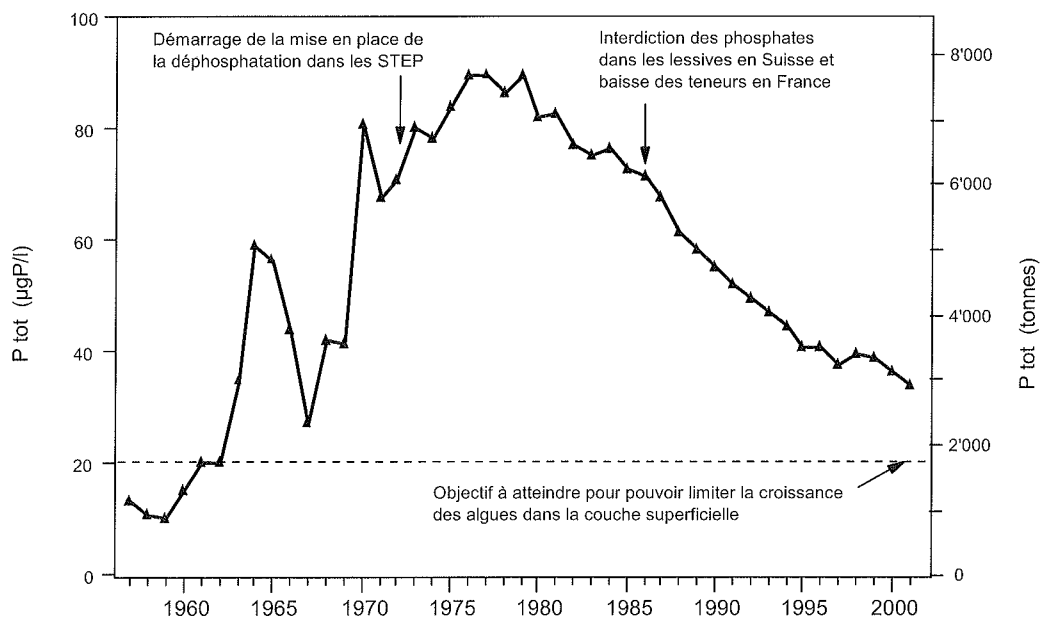


Figure 2

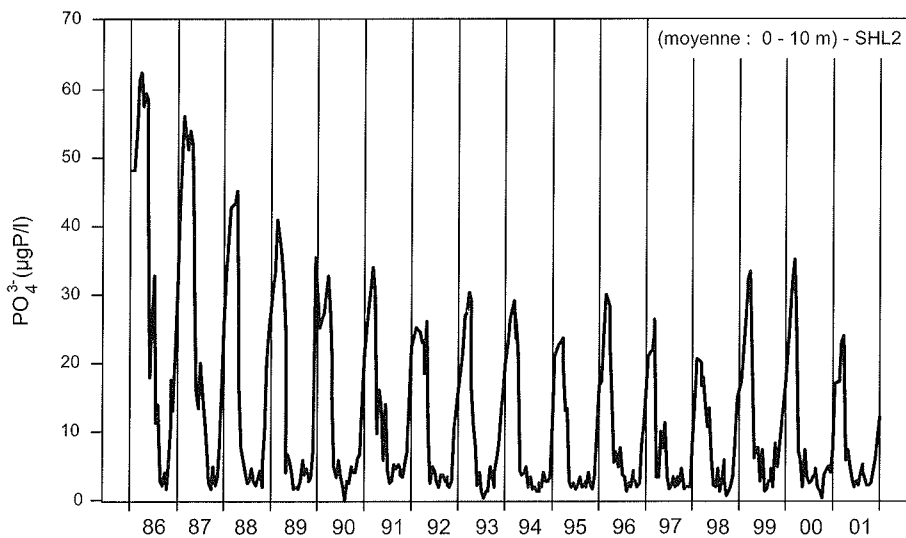


Figure 3

Le rapport de la production bactérienne à la production primaire très importante en 2001 est en forte diminution par rapport aux années précédentes (de l'ordre de 4.6 % contre 40 % en 2000 et 27 % en 1999).

Dans les années antérieures, les résultats suggéraient que la diminution de la production bactérienne était due à la limitation de la ressource en carbone organique plutôt qu'à la pression de prédation par le zooplancton. En 2001, cette explication n'est pas vérifiée et compte tenu des autres résultats de biologie, la deuxième hypothèse semble la plus probable.

□ Le phytoplancton

La production phytoplanctonique est la base du fonctionnement trophique dans le Léman. Elle exprime la vitesse de renouvellement de la biomasse phytoplanctonique, consommant les sels nutritifs dissous dans la couche supérieure du lac, et alimentant les échelons trophiques supérieurs.

L'année 2001 est marquée par d'importants changements par rapport aux années 1990 et suivantes. Ces modifications semblaient déjà amorcées en 2000 :

- Fortes biomasses phytoplanctoniques en général, avec en particulier un maintien de cette biomasse à un niveau élevé en hiver, et développement de formes filamenteuses ou coloniales en été. Ce développement occasionne un blocage du transfert de la matière organique vers les consommateurs (séquestration du carbone et des sels nutritifs) à la fin de l'été.
- La production est par conséquent beaucoup plus élevée que ces dernières années, notamment l'hiver, sous forme de nanophytoplancton consommable par le zooplancton. Cependant, la productivité, correspondant au rendement de production pour une biomasse donnée, reste dans une gamme faible comme depuis quelques années.
- L'enfoncement du phytoplancton dans des couches plus profondes est toujours visible, mais la production phytoplanctonique est la plus forte dans la couche 0-10 m en été.

Les phases d'eaux claires de printemps sont toujours apparentes, mais il semble avéré que des variations de densité du phytoplancton dans les eaux de surface puissent survenir à très petite échelle temporelle, parfois en quelques jours seulement.

La persistance du phytoplancton pendant les mois d'hiver est donc le fait le plus marquant en 2001, et ce phénomène est également remarqué dans d'autres lacs de la région, celui de Neuchâtel par exemple. Les causes à rechercher seraient donc plutôt d'ordre climatique. Cette production hivernale a plusieurs conséquences : d'abord un appauvrissement plus précoce des eaux de surface en phosphore, et ensuite la possibilité pour le zooplancton de se développer plus précocement à la fin de l'hiver.

Les années 2000-2001 marquent donc une rupture par rapport au schéma d'évolution annuel établi au cours des années 90. Il sera intéressant d'en observer les conséquences en 2002.

□ Le zooplancton

L'étude du zooplancton a été fortement perturbée, de façon nettement plus importante qu'en 1998 et 2000, par un fort développement de microphytoplancton filamenteux. Ceci n'a pas permis une estimation des valeurs moyennes annuelles pour les microcrustacés en particulier.

Les biovolumes sédimentés mesurés jusqu'en juin 2001 sont plus importants que les deux années précédentes.

□ Le régime alimentaire des corégones et des gardons

L'alimentation des poissons permet d'apporter des indications sur les ressources alimentaires disponibles pour les poissons. Ces ressources sont exclusivement zooplanctoniques en 2001 pour les corégones et les gardons. Ce résultat est en accord avec les valeurs des biovolumes sédimentés du premier semestre 2001, qui sont supérieurs à ceux des années précédentes.

Il est possible d'en conclure que les Daphnies étaient moins abondantes à partir du mois de juin 2001 dans le zooplancton que les deux années précédentes. La présence de Cyclopoïdes dans les estomacs des gardons traduit l'absence de ressources préférentielles comme les Daphnies et le fort taux de vacuité des estomacs confirme la diminution de la ressource alimentaire pour les gardons dès le mois de juin après la phase des eaux claires. Les corégones ont su trouver tout au long de l'année des *Bythotrephes* et *Leptodora* avec une nette prépondérance des premiers en 2001 dans le régime alimentaire des corégones. Ces organismes sont des prédateurs du petit zooplancton.

□ Le fonctionnement biologique du lac

Avec toutes les données biologiques disponibles et les concepts généralement admis du fonctionnement trophique du compartiment pélagique des lacs profonds, une explication du fonctionnement biologique du Léman en 2001 peut être proposée.

Au début 2001, le biovolume sédimenté du zooplancton est supérieur à 100 ml/m² alors qu'en 1999 et 2000 il est nettement inférieur à 100 ml/m². La pression de prédation du zooplancton sur le phytoplancton est donc potentiellement forte au printemps 2001. La très faible biomasse de nanophytoplancton présente du 22 mai au 25 juin pourrait s'expliquer par un broutage important. Ce broutage provoque l'effondrement de la dynamique des Daphnies par manque de ressource trophique et crée une niche trophique propice au microphytoplancton qui prend la place du nanoplancton fortement consommé. Une fois la dynamique du microplancton engagée, ce compartiment peut se maintenir car il n'entre pas facilement dans le réseau trophique. Les Daphnies ne peuvent pas consommer le microphytoplancton alors que cette ressource reste plus accessible aux Cyclopoïdes qui sont une part de l'alimentation des grands cladocères prédateurs dont la dynamique peut se maintenir. *Bythotrephes* et *Leptodora* restent alors la ressource principale des poissons pélagiques en été. La dynamique des Daphnies redémarre en septembre après le déclin du microphytoplancton et la légère reprise de la dynamique du nanophytoplancton fin août. On les retrouve dans les estomacs des gardons en septembre et des corégones en octobre.

□ La qualité sanitaire des eaux littorales pour la baignade

En 2001, les contrôles de la qualité hygiénique des eaux littorales et des plages, faits par les autorités compétentes, montrent que pour 84 % des 93 points de contrôle cette qualité est bonne, qu'elle est moyenne pour 13 % des cas et que dans 2 % des stations, l'eau peut être momentanément polluée. Une station est actuellement qualifiée de mauvaise qualité (une carte de l'état sanitaire des eaux de baignade a été publiée dans La Lettre du Léman No 25 - juin 2002).

Malgré une fluctuation interannuelle sur les proportions relatives des classes de bonne et moyenne qualité, l'évolution au cours de ces dernières années montre une nette amélioration de la situation. En effet, en 1992, les plages de bonne qualité ne représentaient que 52 % et la proportion des plages dont la qualité des eaux était momentanément polluée était de 12 %.

Micropolluants

Les teneurs en métaux (mercure, plomb, cadmium, chrome, cuivre, manganèse et fer) des eaux du Léman demeurent faibles et satisfont pleinement aux exigences requises pour les eaux de boisson et la vie piscicole. De même, les exigences relatives à la qualité des eaux dans les cours d'eau fixées dans l'Ordonnance suisse sur la protection des eaux (OEaux, 1998) sont respectées pour les métaux surveillés. Seules les concentrations de cuivre observées sont quelquefois proches des exigences fixées par cette ordonnance.

Des traces d'herbicides triaziniques et de métolachlore sont toujours décelées dans les eaux du lac. Bien que les concentrations demeurent faibles, et probablement sans effet toxique sur l'écosystème, il faut relever que leur présence n'est pas souhaitable et que toute mesure visant à en limiter l'apport est à encourager.

Les teneurs en NTA et EDTA des eaux du lac restent faibles et respectent les tolérances requises pour les eaux de boisson.

BASSINS VERSANTS DU LÉMAN ET DU RHÔNE AVAL

□ Bilan des apports au lac par les rivières

L'année 2001 est une année de pluviométrie élevée au voisinage du Léman. Les débits moyens annuels sont supérieurs à la moyenne de la période 1981-2000.

En 2001, les apports en phosphore total au lac par les quatre rivières principales ont été de 1'120 tonnes. Le Rhône amont représente 94 % de ces apports. Les neuf rivières secondaires apportent 41.8 tonnes de phosphore total au Léman.

Les apports en phosphore dissous ont représenté un total de 57 tonnes, constitués pour environ 60 % par le Rhône amont (34 t), 30 % par les trois autres affluents principaux (16 t), et pour le reste par les sept affluents secondaires (8 t), dont la Versoix qui à elle seule apporte 4 tonnes. Les apports des quatre rivières principales montrent une baisse de près de 9.5 % par rapport à ceux de 2000. Les concentrations moyennes annuelles sont dans les rivières secondaires, telles que la Chamberonne (47 µgP/l), la Versoix (32.1 µgP/l) et la Morges (40.7 µgP/l) quoique encore relativement élevées, en baisse par rapport à 2000.

Les apports en azote minéral total par le Rhône amont représentent 65 % du total des apports répertoriés (quatre rivières principales et neuf rivières secondaires). Les concentrations en azote minéral total varient de 0.59 mgN/l dans la Dranse à 4.31 mgN/l dans la Morges. Une rivière principale, la Venoge, dépasse la concentration moyenne annuelle de 3 mgN/l.

Les apports en chlorure sont toujours en augmentation avec 60'200 tonnes dans les rivières principales. Sept affluents secondaires apportent 3'150 tonnes. La concentration moyenne annuelle pondérée dans les rivières secondaires (11.4 mgCl/l) est du même ordre que celle des rivières principales (13.5 mgCl/l).

□ Bilan des apports au Rhône aval (jusqu'à Chancy)

Les analyses effectuées sur les différentes rivières en aval du lac permettent de faire la part apportée par le bassin versant du Rhône entre sa sortie du Léman et Chancy pour les éléments chimiques tels que les nitrates, le phosphore total et le phosphore dissous. Entre le Rhône émissaire et Chancy, pour des débits multipliés par 1.42, on constate que les nitrates sont multipliés par un facteur de 2.2, le phosphore total augmente d'un facteur 2.9 et le phosphore dissous d'un facteur 5.

□ L'épuration des eaux usées - pour l'ensemble du bassin CIPEL

Bien que les débits transitant par les STEP soient en baisse, l'année 2001 a été marquée par des déversements en entrée de STEP plus importants que l'année précédente. L'observation de la pluviométrie en 2001 permet d'expliquer ce phénomène; en effet les mois de mars et avril ont concentré une partie importante des précipitations, ce qui a provoqué de nombreux déversements à cette période. Ces déversements ont eu une influence négative sur les rendements globaux des STEP.

Il faut signaler que certaines STEP ne sont pas équipées pour mesurer les débits aux points de déversement. Une estimation des débits déversés sans être mesurés a été réalisée pour l'ensemble des STEP du bassin CIPEL. Cette estimation induit une augmentation de près de 30 % des déversements d'eaux usées dans le milieu naturel. La même estimation conduite pour le bassin du Léman et le phosphore total évalue les charges déversées sans être mesurées à près de 21 tonnes par an, soit 14 % de plus que les rejets mesurés (exutoire des STEP et déversements).

La connaissance des débits, et donc des charges, déversés par les 27 STEP de capacité supérieure à 10'000 EH non encore équipées pour ce type de mesure permettrait de quantifier de manière beaucoup plus précise ce phénomène.

Pour la grande majorité des stations d'épuration (STEP), les mesures démontrent très clairement le problème de qualité des réseaux (présence d'eaux claires parasites). Plus de la moitié des eaux arrivant aux STEP sont des eaux parasites. Leur diminution dans les réseaux permettrait de diminuer sensiblement les déversements d'eaux usées non traitées dans le milieu naturel.

□ **L'épuration des eaux usées dans le bassin du Léman**

En 2001, 159 stations d'épuration (STEP) étaient en service dans le bassin versant du Léman. La population raccordée à ces stations représentait environ 835'000 habitants permanents, 540'000 habitants saisonniers (capacité d'hébergement touristique) et environ 696'000 équivalents-habitants industriels, soit un total de 2'071'000 équivalents-habitants.

Sur ces 159 STEP, 137 sont équipées pour la déphosphatation (99 % de la capacité nominale des installations; 99 % de la population raccordée). Pour le bassin hydrographique du Léman, le nombre de STEP contrôlées (contrôle sur 24 heures) est de 133 (84 % du nombre de STEP et 96 % de la population raccordée).

Pour la matière organique (DBO_5), le rendement moyen d'abattement pour les STEP est de 93 % sur les eaux traitées et la valeur moyenne de sortie en DBO_5 (pondérée par les débits) est de 12 mgO_2/l . Le rendement est en légère baisse par rapport à celui de 2000.

Pour le phosphore total, le rendement moyen d'élimination est de 88 % sur les eaux traitées. Il est en baisse par rapport à 2000 (90 %) et revient au même niveau qu'en 1999. La concentration moyenne de sortie est de 0.56 mgP/l , en augmentation par rapport à 2000 (0.49 mgP/l).

□ **L'épuration des eaux usées dans le bassin du Rhône aval (jusqu'à Chancy)**

Pour le bassin versant du Rhône aval jusqu'à Chancy, le nombre de STEP contrôlées (contrôle sur 24 heures) est de 26 sur 57 (46 % du nombre de STEP et 78 % de la population raccordée). Il convient d'augmenter la couverture de ces contrôles, en particulier sur la partie française de ce bassin versant.

Pour la matière organique (DBO_5), le rendement moyen d'abattement pour les STEP contrôlées est de 68 % sur les eaux traitées et la valeur moyenne de sortie en DBO_5 (pondérée par les débits) est de 63 mgO_2/l . Cette baisse considérable du rendement est due aux travaux de rénovation de la STEP d'Aïre (la plus importante du bassin CIPEL) durant lesquels seul un traitement primaire a été appliqué.