

CONSEIL SCIENTIFIQUE

DE LA COMMISSION INTERNATIONALE
POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN
CONTRE LA POLLUTION

RAPPORTS

SUR LES ÉTUDES
ET RECHERCHES ENTREPRISES
DANS LE BASSIN LÉMANIQUE

PROGRAMME QUINQUENNAL 2001-2005
CAMPAGNE 2005

*Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut.,
Campagne 2005, 2006*

Editeur :

Commission internationale pour la protection
des eaux du Léman contre la pollution

23, av. de Chailly
Case postale 80
CH - 1000 LAUSANNE 12

Tél. : CH - 021 / 653 14 14
F - 00 41 21 / 653 14 14

Fax : CH - 021 / 653 14 41
F - 00 41 21 / 653 14 41

E-mail : cipel@cipel.org

Site web : <http://www.cipel.org>

La reproduction partielle de rapports et d'illustrations publiés dans les
"Rapports de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution"
est autorisée à la condition d'en mentionner la source.
La reproduction intégrale de rapports doit faire l'objet d'un accord avec l'éditeur.

SOMMAIRE

| | |
|--|---|
| FICHE SIGNALÉTIQUE DU LÉMAN ET DE SON BASSIN VERSANT | 7 |
|--|---|

| | |
|---|----|
| CONCLUSIONS GÉNÉRALES - Campagne 2005 | 11 |
|---|----|

RAPPORTS SUR LES ÉTUDES ET RECHERCHES ENTREPRISES DANS LE BASSIN LÉMANIQUE

| | |
|--|-----------|
| 1. MÉTÉOROLOGIE | 19 |
| 1. Introduction | 19 |
| 2. Température de l'air | 20 |
| 3. Pluviométrie | 22 |
| 4. Insolation | 24 |
| 5. Rayonnement | 26 |
| 6. Vent | 28 |
| 7. Conclusions | 29 |
| 2. ÉVOLUTION PHYSICO-CHEMIE DES EAUX DU LÉMAN | 31 |
| 1. Méthodes | 32 |
| 2. Régime thermique et influence sur la stratification ou le mélange des eaux | 33 |
| 3. Evolution saisonnière dans les couches superficielles | 37 |
| 4. Evolution saisonnière dans les couches profondes | 44 |
| 5. Evolution interannuelle des principaux paramètres | 47 |
| 5.1 Oxygène dissous | 47 |
| 5.2 Phosphore dissous et phosphore total | 49 |
| 5.3 Transparence | 51 |
| 5.4 Azote nitrique et azote total | 51 |
| 5.5 Chlorure | 52 |
| 6. Evolution physico-chimie des eaux du Petit Lac entre 2001 et 2005 | 53 |
| 6.1 Evolution interannuelle des principaux paramètres | 53 |
| 7. Conclusions | 61 |
| - Bibliographie | 61 |
| - Annexes | 62 |
| 3. MÉTAUX ET MICROPOLLUANTS ORGANIQUES | 65 |
| 1. Introduction | 66 |
| 2. Echantillonnage | 66 |
| 2.1 Lac | 66 |
| 2.1 Exutoires de STEP | 67 |
| 3. Méthodologie | 67 |
| 3.1 Analyses chimiques | 67 |
| 3.2 Contrôles | 68 |
| 4. Résultats | 68 |
| 4.1 Métaux | 68 |
| 4.2 Pesticides (phytosanitaires) dans le lac | 69 |
| 4.3 Pesticides (phytosanitaires) dans les eaux potables | 72 |
| 4.4 Pesticides et composés figurant sur la liste des 87 substances à surveiller dans les rejets de STEP | 73 |
| 4.5 Médicaments et substances à effets endocriniens dans les rejets de STEP | 74 |
| 4.6 Médicaments et substances à effets endocriniens dans les eaux du lac | 74 |
| 4.7 Benzotriazole et tolytriazole dans le lac | 75 |
| 5. Conclusions | 76 |
| - Bibliographie | 76 |
| - Annexes | 78 |

| | |
|---|-----|
| 4. PHYTOPLANCTON DU LÉMAN | 89 |
| 1. Introduction | 90 |
| 2. Méthodes | 90 |
| 3. Résultats | 90 |
| 3.1 Richesse taxonomique | 90 |
| 3.2 Répartition par classe d'algues et par classe de taille | 91 |
| 3.3 Développement des principales espèces au cours de l'année | 93 |
| 3.4 Variations saisonnières et évolution interannuelle de la biomasse | 94 |
| 3.5 Contribution des principales espèces au sein de la biomasse totale | 97 |
| 3.6 Biomasse carbonée vs. Biovolume | 97 |
| 4. Conclusions | 98 |
| – Bibliographie | 98 |
| – Annexes | 99 |
| | |
| 5. ÉVOLUTION DU PHYTOPLANCTON DU PETIT LAC | 101 |
| 1. Introduction | 102 |
| 2. Méthodes | 102 |
| 3. Résultats | 103 |
| 3.1 Transparence, température et phosphore | 103 |
| 3.2 Richesse taxonomique | 104 |
| 3.3 Abondance | 106 |
| 3.4 Biomasse | 107 |
| 3.5 Microplancton et nanoplancton | 108 |
| 3.6 Cycles saisonniers | 108 |
| 3.7 Taxons dominants et très dominants | 109 |
| 3.8 Algues filamenteuses | 111 |
| 3.9 Chlorophylle a | 112 |
| 4. Conclusions et perspectives | 115 |
| – Bibliographie | 116 |
| | |
| 6. PRODUCTION ET BIOMASSE PHYTOPLANCTONNIQUES DANS LE LÉMAN | 117 |
| 1. Introduction | 117 |
| 2. Méthodes | 117 |
| 3. Résultats | 118 |
| 3.1 Répartitions verticales | 118 |
| 3.2 Variations saisonnières 2005 et comparaison avec les années 2003 et 2004 | 122 |
| 3.3 Comparaison interannuelle des valeurs de biomasse chlorophyllienne, de production primaire et de capacité photosynthétique | 122 |
| 3.4 Relation entre phytoplancton et éléments nutritifs | 122 |
| 4. Conclusions | 123 |
| – Bibliographie | 123 |
| | |
| 7. ÉVOLUTION DU ZOOPLANCTON DU LÉMAN | 127 |
| 1. Introduction | 127 |
| 2. Méthodologie | 127 |
| 3. Résultats | 128 |
| 3.1 Composition spécifique de la biocénose crustacéenne | 128 |
| 3.2 Dynamique saisonnière du zooplancton en 2005 | 128 |
| 3.3 Evolution à long-terme du zooplancton | 130 |
| 3.4 Biovolumes sédimentés et autres groupes planctoniques | 131 |
| 6. Conclusions | 132 |
| – Bibliographie | 132 |
| | |
| 8. RÉGIME ALIMENTAIRE DES CORÉGONES DU LÉMAN EN MILIEU PÉLAGIQUE | 133 |
| 1. Introduction | 133 |
| 2. Méthodologie | 134 |
| 3. Résultats | 134 |
| 3.1 Taille des poissons examinés | 134 |
| 3.2 Evolution mensuelle du taux de vacuité | 134 |
| 3.3 Composition du régime alimentaire | 135 |
| 4. Conclusions | 136 |
| – Bibliographie | 137 |

| | |
|--|-----|
| 9. ÉVOLUTION DU ZOOBENTHOS PROFOND DU LÉMAN | 141 |
| 1. Introduction | 141 |
| 2. Stations et méthodes | 142 |
| 3. Résultats | 143 |
| 3.1 Composition et fréquence des espèces | 143 |
| 3.2 Densité et biomasse | 144 |
| 3.3 Evaluation de la qualité biologique basée sur les communautés benthiques | 144 |
| 4. Conclusions | 144 |
| – Bibliographie | 145 |
| | |
| 10. BILAN DES APPORTS PAR LES AFFLUENTS AU LÉMAN ET AU RHÔNE À L'AVAL DE GENÈVE | 147 |
| 1. Généralités et méthodes | 148 |
| 2. Débits des affluents principaux et de l'émissaire | 151 |
| 3. Apports annuels des affluents | 152 |
| 3.1 Phosphore | 152 |
| 3.2 Azote minéral total | 156 |
| 3.3 Chlorure | 159 |
| 4. Etude de la qualité chimique des eaux des principales rivières du bassin versant du Léman et des eaux de la Versoix | 162 |
| 4.1 Rhône amont | 162 |
| 4.2 Dranse | 162 |
| 4.3 Venoge | 163 |
| 4.4 Aubonne | 163 |
| 4.5 Versoix | 164 |
| 5. Apports annuels : bassin versant du Rhône de Genève à Chancy | 164 |
| 5.1 Phosphore | 164 |
| 5.2 Azote total ou minéral total | 166 |
| 5.3 Chlorure | 167 |
| 6. Étude de la qualité chimique des eaux des principales rivières du bassin versant du Rhône de Genève à Chancy | 168 |
| 6.1 Rhône aval | 168 |
| 6.2 Arve | 168 |
| 6.3 Allondon | 169 |
| 7. Conclusions | 170 |
| – Bibliographie | 170 |
| – Tableaux récapitulatifs | 171 |

RAPPORTS TECHNIQUES

| | |
|---|-----|
| 11. CONTRÔLE DES STATIONS D'ÉPURATION (STEP) | 175 |
| 1. Introduction | 176 |
| 2. Etat des STEP : nombre de STEP, capacité et populations raccordées | 176 |
| 3. Contrôles | 177 |
| 4. Bilan de fonctionnement des STEP | 177 |
| 4.1 Débits | 177 |
| 4.2 Demande biochimique en oxygène (DBO ₅) | 179 |
| 4.3 Phosphore total | 179 |
| 4.4 Phosphore dissous (P-PO ₄) | 179 |
| 5. Conclusions | 186 |
| – Bibliographie | 187 |
| | |
| 12. ANALYSES COMPARATIVES INTERLABORATOIRES | 189 |
| 1. Introduction | 189 |
| 2. Éléments majeurs dans des eaux de type lac et rivière | 190 |
| 3. Aluminium dans l'eau de distribution | 191 |
| 4. Phytosanitaires | 191 |
| 5. Echantillon synthétique type "STEP" | 191 |
| 6. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) | 191 |
| 7. Conclusions générales | 191 |
| – Abréviations | 192 |
| – Bibliographie | 192 |
| | |
| – LISTE DES AUTEURS | 197 |

FICHE SIGNALÉTIQUE DU LÉMAN ET DE SON BASSIN VERSANT

LE LÉMAN

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------|---|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|----------|-----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| Position géographique moyenne : | 46°27' lat. N 6°32' long. E de Greenwich | | | | | | | | | | | | |
| Altitude moyenne du plan d'eau (1930-2003) * : | 372.05 m | mini : | 371.01 (08.03.1949) maxi : 372.91 (17.06.1937) | | | | | | | | | | |
| Superficie du plan d'eau ** : | 580.1 km ² | dont : | <table> <tr> <td>. France :</td> <td>234.8 km²</td> </tr> <tr> <td>. Suisse :</td> <td>345.3 km²</td> </tr> <tr> <td>- Vaud :</td> <td>298.0 km²</td> </tr> <tr> <td>- Valais :</td> <td>10.6 km²</td> </tr> <tr> <td>- Genève :</td> <td>36.7 km²</td> </tr> </table> | . France : | 234.8 km ² | . Suisse : | 345.3 km ² | - Vaud : | 298.0 km ² | - Valais : | 10.6 km ² | - Genève : | 36.7 km ² |
| . France : | 234.8 km ² | | | | | | | | | | | | |
| . Suisse : | 345.3 km ² | | | | | | | | | | | | |
| - Vaud : | 298.0 km ² | | | | | | | | | | | | |
| - Valais : | 10.6 km ² | | | | | | | | | | | | |
| - Genève : | 36.7 km ² | | | | | | | | | | | | |
| Volume moyen : | 89 milliards m ³ soit 89 km ³ | | | | | | | | | | | | |
| Débit moyen du Rhône amont (à la Porte du Scex) (1935-2004) * : | 182 m ³ /s | dont : | <table> <tr> <td>. maxi (1999) :</td> <td>227 m³/s</td> </tr> <tr> <td>. mini (1976) :</td> <td>127 m³/s</td> </tr> </table> | . maxi (1999) : | 227 m ³ /s | . mini (1976) : | 127 m ³ /s | | | | | | |
| . maxi (1999) : | 227 m ³ /s | | | | | | | | | | | | |
| . mini (1976) : | 127 m ³ /s | | | | | | | | | | | | |
| Débit moyen du Rhône à l'exutoire (à Genève) (1935-2004) * : | 250 m ³ /s | dont : | <table> <tr> <td>. maxi (1995) :</td> <td>327 m³/s</td> </tr> <tr> <td>. mini (1976) :</td> <td>166 m³/s</td> </tr> </table> | . maxi (1995) : | 327 m ³ /s | . mini (1976) : | 166 m ³ /s | | | | | | |
| . maxi (1995) : | 327 m ³ /s | | | | | | | | | | | | |
| . mini (1976) : | 166 m ³ /s | | | | | | | | | | | | |
| Temps de séjour théorique des eaux (volume/débit moyen) : | 11.4 ans | | | | | | | | | | | | |
| Longueur de son axe : | 72.3 km | | | | | | | | | | | | |
| Profondeur maximale : | 309.7 m | | | | | | | | | | | | |
| Profondeur moyenne : | 152.7 m | | | | | | | | | | | | |
| Longueur des rives * * : | 200.2 km | dont : | <table> <tr> <td>. France :</td> <td>58.0 km</td> </tr> <tr> <td>. Suisse :</td> <td>142.2 km</td> </tr> <tr> <td>- Vaud :</td> <td>102.0 km</td> </tr> <tr> <td>- Valais :</td> <td>7.6 km</td> </tr> <tr> <td>- Genève :</td> <td>32.6 km</td> </tr> </table> | . France : | 58.0 km | . Suisse : | 142.2 km | - Vaud : | 102.0 km | - Valais : | 7.6 km | - Genève : | 32.6 km |
| . France : | 58.0 km | | | | | | | | | | | | |
| . Suisse : | 142.2 km | | | | | | | | | | | | |
| - Vaud : | 102.0 km | | | | | | | | | | | | |
| - Valais : | 7.6 km | | | | | | | | | | | | |
| - Genève : | 32.6 km | | | | | | | | | | | | |

Caractéristiques morphométriques du Grand Lac et du Petit Lac

| | Léman | Grand Lac | Petit Lac |
|--|-------|-------------|------------|
| Superficie du plan d'eau (km ² / %) | 580.1 | 498.90 / 86 | 81.20 / 14 |
| Superficie de la zone 0-12 m (km ² / %) | 43.7 | 24.47 / 56 | 19.23 / 44 |
| Volume (km ³ / %) | 89 | 86 / 96 | 3 / 4 |
| Profondeur maximale (m) | 309.7 | 309.7 | 76 |
| Profondeur moyenne (m) | 152.7 | 172 | 41 |
| Longueur dans l'axe (km) | 72.3 | 49 | 23.3 |

Le Grand Lac forme un bassin unique, d'orientation approximative est-ouest, caractérisé par une plaine centrale étendue, limitée par la courbe isobathe 300 m. Orienté nord-est - sud-ouest, le Petit Lac est bien plus étroit et moins profond. Son plancher est découpé par une série de cuvettes peu marquées.

* Annuaire hydrologique de la Suisse, 2004

** Calculs informatiques effectués sur des cartes OFT (Office fédéral de topographie) au 1:25'000

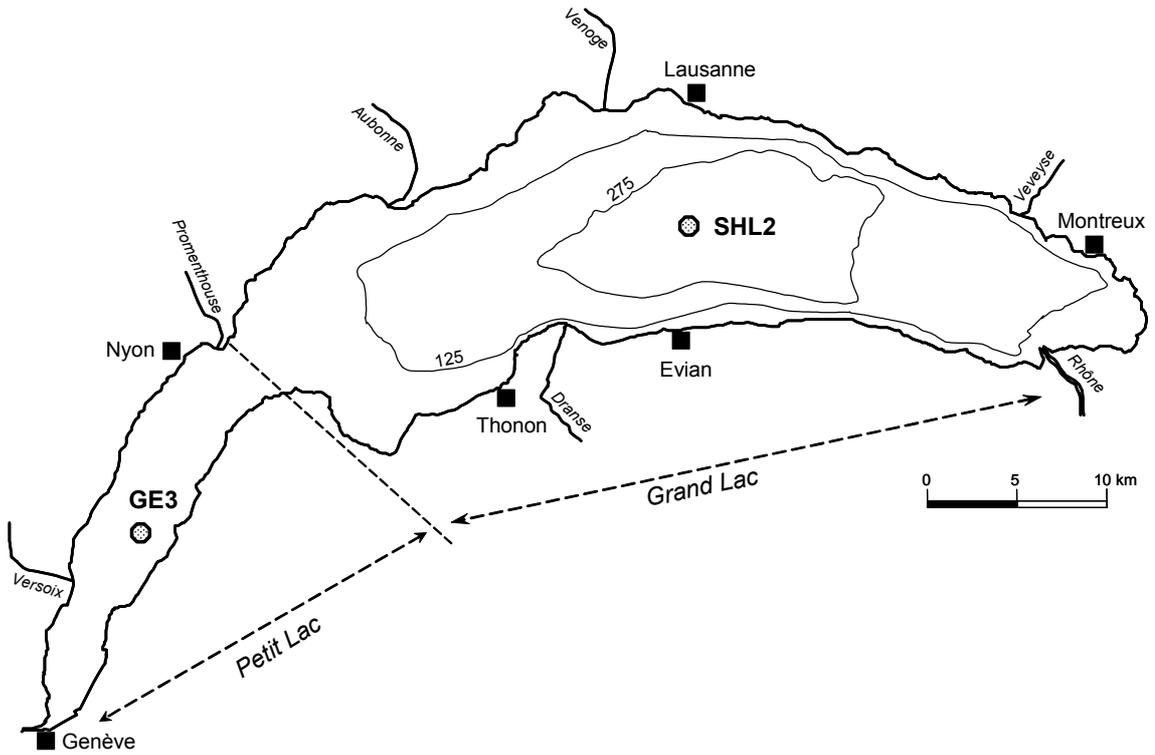


Figure 1 : Le Léman et la situation des stations de prélèvements
SHL2 : (coord. CH : 534.70 / 144.95)
GE3 : (ccord. CH : 506.10 / 128.04)

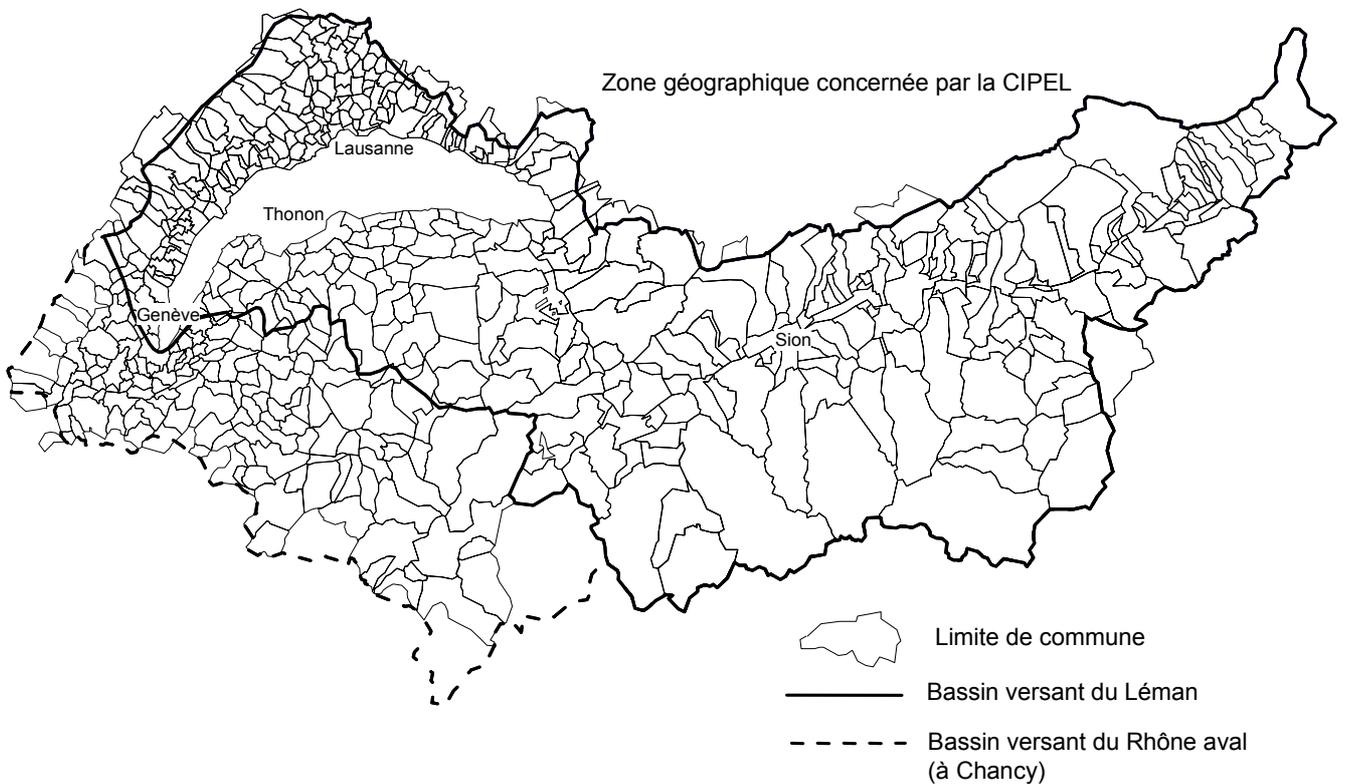


Figure 2 : Le bassin versant du Léman et du Rhône aval jusqu'à la frontière franco-suisse de Chancy

LE BASSIN VERSANT DU LÉMAN

Surface du bassin versant (lac compris) * : 7'975 km²
Surface du bassin versant (sans le lac) : 7'395 km²
dont : . France : 890 km²
. Suisse : 6'505 km²

Altitude moyenne * : 1'670 m
Altitude maximale (Pointe Dufour) : 4'634 m

Indice de glaciation (par rapport à la superficie totale) * : 9.40 %

Population permanente (01.01.2003) : 948'240
dont : . France : 122'410
. Suisse : 825'830

Population touristique
(capacité d'accueil - 01.01.2003) : 615'610
dont : . France : 169'370
. Suisse : 446'240

Répartition des modes d'utilisation des sols les plus importants (CIPEL, 1999) :

| | |
|----------------------|--------|
| . Terres incultes | 34.5 % |
| . Forêts | 22.0 % |
| . Pâturages | 23.0 % |
| . Terres cultivables | 20.5 % |

Les terres cultivables se répartissent de la manière suivante :

| |
|----------------------------------|
| . 63.1 % d'herbages |
| . 26.7 % de terres ouvertes |
| . 6.6 % de vignobles |
| . 2.6 % de vergers intensifs |
| . 1.0 % de cultures maraîchères. |

LE BASSIN VERSANT DU RHÔNE À CHANCY

(jusqu'à la frontière franco-suisse; bassin versant dont s'occupe la CIPEL)

Surface du bassin versant (lac compris) * : 10'299 km²
Altitude moyenne * : 1'580 m
Altitude maximale (Mont-Blanc) : 4'810 m
Indice de glaciation (par rapport à la surface totale) * : 8.40 %
Débit moyen du Rhône (à Chancy) (1935-2004) * : 342 m³/s
dont : . maxi (1995) : 434 m³/s
. mini (1976) : 219 m³/s

Population permanente (01.01.2003) : 1'620'800
dont : . France : 419'890
. Suisse : 1'200'910

Population touristique
(capacité d'accueil - 01.01.2003) : 919'560
dont : . France : 454'850
. Suisse : 464'710

* Annuaire hydrologique de la Suisse, 2004

CIPEL (1999) : Apports diffus de phosphore d'origine agricole. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1998, 221-229.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Campagne 2005

PAR

LE CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA COMMISSION INTERNATIONALE

CIPEL, CP 80, CH - 1000 LAUSANNE 12

L É M A N

Evolution physico-chimique

Un brassage hivernal complet avec réoxygénation des eaux profondes

L'hiver 2004-2005 a permis un brassage complet et une réoxygénation totale des eaux du fond, un tel brassage n'a pas été observé depuis 1986. Les concentrations en oxygène dissous du fond du lac restent supérieures à $4\text{mgO}_2/\text{L}$ jusqu'à la fin de l'année, ce qui ne s'est pas produit depuis plus de vingt ans (figure 1).

En fin de brassage, le 8 mars 2005, la température du lac était de $5.73\text{ }^\circ\text{C}$ tout le long de la colonne d'eau au point de suivi au centre du lac (SHL2). Une température aussi basse n'avait pas été enregistrée depuis 10 ans. Cependant, la tendance globale au réchauffement de la masse d'eau du lac est toujours vraie à l'échelle des quatre dernières décennies.

Les mesures effectuées sur le Petit Lac depuis 2001 jusqu'à 2005 sont présentées dans ce rapport. Le Petit Lac se démarque du Grand Lac par l'existence de brassages complets annuels, en relation avec sa profondeur plus faible. Les concentrations en oxygène du fond sont toujours supérieures à $6\text{ mgO}_2/\text{L}$ et le plus souvent supérieures à $8\text{ mgO}_2/\text{L}$. Les stocks de phosphore sont stables et la concentration moyenne en phosphore total sur les 5 dernières années atteint $21.0\text{ }\mu\text{gP}/\text{L}$.

Une phase des "eaux claires" tardive et longue

L'activité phytoplanctonique, accompagnée de la consommation des nutriments en surface, est importante de mars à septembre, masquée pendant une longue et nette période d'eaux claires observée entre le 6 juin et le 4 juillet 2005 du fait du broutage du phytoplancton par le zooplancton. Pendant la phase des eaux claires, la transparence était de 7.60 m à 8.80 m. Cette période est plus longue et arrive plus tardivement qu'habituellement.

Une stabilité de la concentration en phosphore

Le brassage a permis une redistribution importante des nutriments à partir des eaux du fond, mais, malgré la tendance générale des dernières années, le stock de phosphore n'a pas diminué par rapport à 2004. La concentration moyenne du lac est de $29.4\text{ }\mu\text{gP}/\text{L}$ (figure 2).

La décroissance de la concentration en phosphore dans le lac se poursuit lentement. L'effort de lutte à la source et d'amélioration de l'assainissement doit être maintenu et intensifié dans les secteurs où il n'est pas encore satisfaisant.

La diminution de la concentration en phosphore fait qu'il est rapidement consommé par la production d'algues au printemps et qu'il reste à une concentration très basse dans les couches superficielles de mai jusqu'en octobre.

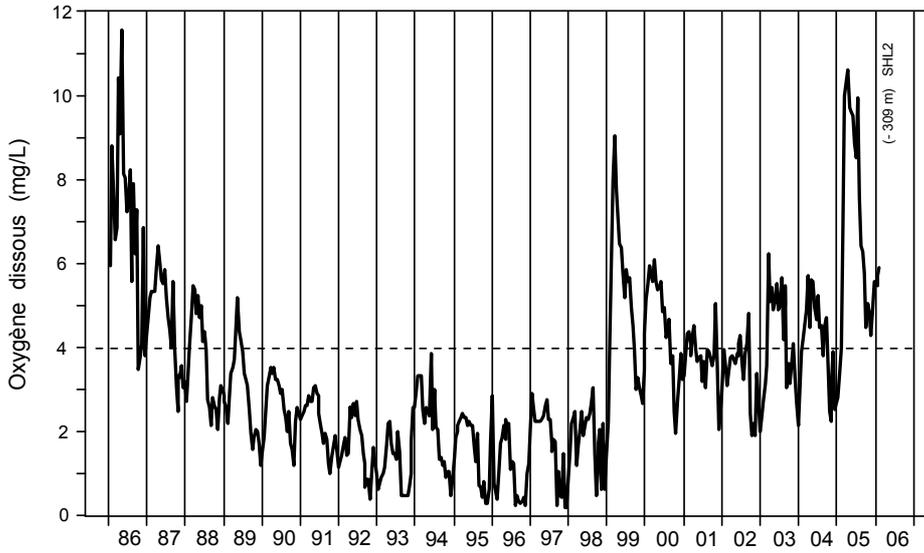


Figure 1

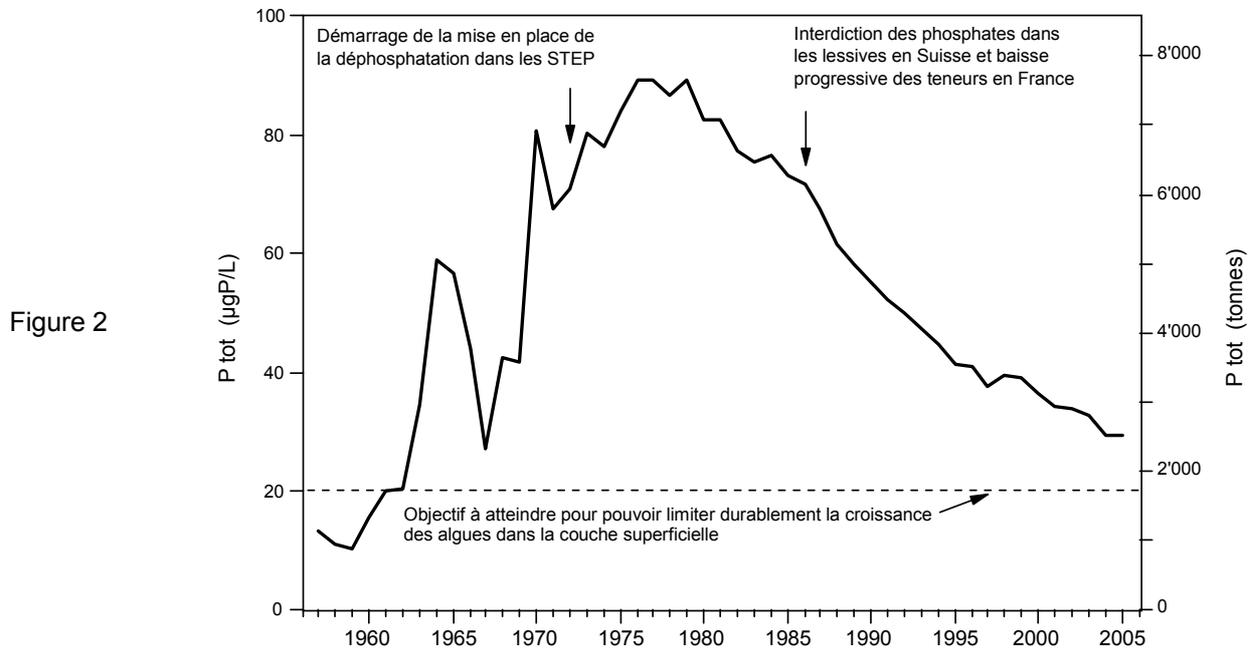


Figure 2

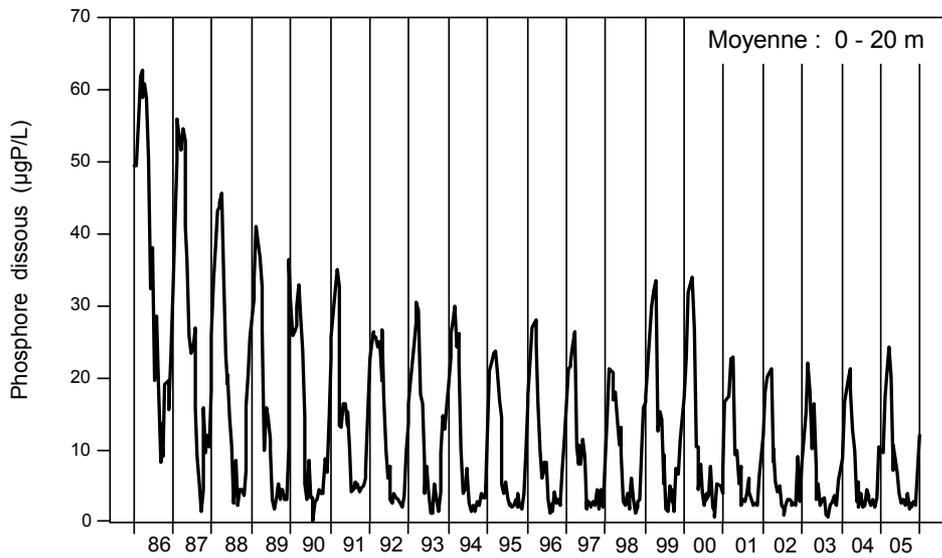


Figure 3

□ Une stabilité de la concentration en azote

Le stock d'azote, déjà stabilisé depuis une quinzaine d'années, reste lui aussi constant en 2005. L'azote nitrique est aussi constant depuis les années 1990 avec une teneur moyenne annuelle de 0.58 mgN/L en 2005, soit 2.57 mgNO₃/L (la norme d'eau de consommation en Suisse est de 40 mgNO₃/L et en France de 50 mgNO₃/L).

□ Les chlorures augmentent

Le stock de chlorures dans les eaux du Léman continue d'augmenter de 4 % par an.

Evolution biologique

□ Le phytoplancton

La biomasse annuelle moyenne a diminué de 18 % (293 µgC/L en 2005 contre 359 µgC/L en 2004), mais reste plus forte qu'en 2000-2003.

Avec 205 µgC/L, la biomasse printanière a considérablement augmenté (60 %) par rapport à 2004 (87 µgC/L), du fait de la phase printanière plus longue que les autres années (du 21 mars au 6 juin) mais aussi de développements importants d'espèces filamenteuses. Ce phénomène influence le rapport BP/BE (Biomasse Printanière/Biomasse Estivale), qui est en forte augmentation cette année. Par contre, la biomasse estivale a diminué de 30 % (372 µgC/L contre 540 µgC/L).

Les proportions du nanoplancton (12 % de la biomasse carbonée totale) et du microplancton (88 %) en 2005 sont comparables avec celles de 2004 où le nanoplancton représentait 9 % et était en baisse par rapport aux années antérieures.

Comme en 2004, la chlorophylle *a* représente le facteur prépondérant dans la modification de la transparence de l'eau.

Les valeurs moyennes de la biomasse chlorophyllienne dans la zone 0-20 m (5.6 mg.m⁻³), ainsi que celles de la production annuelle (261 gC.m⁻².an⁻¹), n'ont montré aucune différence significative comparées à celles de 2002, 2003 et 2004. Il en est de même pour les éléments nutritifs dans la zone 0-20 m, à l'exception du phosphore total dont la concentration était plus élevée qu'en 2003. L'analyse des relations phytoplancton-phosphore indique qu'au cours de ces 4 années, une fraction significative du phosphore était sous forme d'orthophosphate ou séquestrée par les organismes hétérotrophes.

□ Le zooplancton et l'alimentation des poissons

Comme pour les années précédentes les microcrustacés présentent une forte saisonnalité. Le pic d'abondance printanière des daphnies correspond bien à l'augmentation de la transparence début juin. La tendance à la baisse observée chez les microcrustacés depuis 1984 se poursuit cette année encore, et ce en raison d'une diminution des effectifs chez les daphnies, *Leptodora* et les calanoïdes.

La pêche du corégone est depuis six années de l'ordre de 300 tonnes. Les 7 années consécutives de données disponibles sur le régime alimentaire du corégone au Léman montrent clairement une tendance à l'augmentation de la part des *Bythotrephes* dans son régime alimentaire en particulier en été. Corrélativement la part des daphnies diminue. Ces dernières années les *Leptodora* contribuent à l'alimentation du corégone essentiellement en septembre et dans une moindre mesure en juin alors qu'en début de suivi elles étaient présentes dans les estomacs plus tôt dans l'été. La présence de nymphes de chironome dans le bol alimentaire du corégone, particulièrement en octobre 2005, et un taux de vacuité des estomacs élevé en été, traduisent un manque de disponibilité de la nourriture zooplanctonique au second semestre 2005. Ces tendances sont en accord avec l'évolution des densités de zooplancton mesurées dans le lac. Les densités en *Bythotrephes* dans le Léman sont relativement faibles, mettant ainsi en évidence une sélection alimentaire de la part du corégone.

□ **Le zoobenthos profond, évolution positive**

Le zoobenthos de la zone des 150 m de profondeur, étudié au printemps 2005, a permis de suivre l'évolution de la structure des communautés benthiques. Les paramètres quantitatifs comme la densité moyenne et la biomasse totale des vers oligochètes montrent une diminution significative des effectifs depuis 1998. De plus, l'accroissement de la densité des insectes chironomidés est particulièrement nette et réjouissante. Plusieurs indicateurs qualitatifs et quantitatifs concernant les oligochètes et chironomes montrent pour la plupart une évolution positive vers une amélioration de la qualité biologique des sédiments. Seul, l'indicateur de l'abondance relative des espèces d'oligochètes sensibles n'évolue pas dans le sens envisagé les années précédentes en augmentant progressivement. L'utilisation de plusieurs approches descriptives et de bioindication de la faune benthique des sédiments est donc actuellement nécessaire pour apprécier l'évolution du fonctionnement trophique à long terme du Léman.

□ **La qualité sanitaire des eaux littorales pour la baignade**

En 2005, les contrôles de la qualité sanitaire des eaux littorales et des plages, réalisés par les autorités compétentes, montrent que cette qualité est bonne pour 75 % des points de contrôle, qu'elle est moyenne dans 22 % des cas et que dans 3 % des stations, l'eau peut être momentanément polluée. Il n'y a plus de station actuellement qualifiée de mauvaise qualité (une carte de l'état sanitaire des eaux de baignade a été publiée dans La Lettre du Léman).

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 %.

Métaux et micropolluants organiques dans les eaux

Les teneurs en métaux lourds des eaux du Léman demeurent faibles et satisfont pleinement aux exigences requises pour les eaux de boisson et la vie piscicole.

La recherche de produits phytosanitaires dans les eaux du lac s'est poursuivie. Leurs concentrations totales, et surtout en foramsulfuron, continuent d'augmenter et se rapprochent sensiblement des valeurs limites pour l'eau potable. L'origine industrielle de certains de ces produits a été clairement identifiée. Une attention particulière a été portée sur l'eau potable afin de déterminer les abattements que permettent les diverses installations de potabilisation de l'eau existant sur le pourtour du Léman. Si les stations possédant les équipements les plus sophistiqués produisent de l'eau ne contenant quasiment plus de pesticides, la majorité d'entre elles ne conduisent qu'à des abattements de 50 à 75 % des pesticides initialement présents dans l'eau de la ressource. Le cas d'Yvoire, où le processus de traitement ne comprend qu'un simple tamisage et une chloration ne montre aucune réduction de pesticides; aussi, les concentrations dans l'eau potable ainsi produite se rapprochent beaucoup des valeurs maximales autorisées.

En 2005, la problématique des résidus de médicaments a également été étudiée. Une unique campagne d'analyse a été menée pour rechercher une centaine de principes actifs dans trois rejets de stations d'épuration, et dans l'eau du Léman. Dans les rejets de stations d'épuration (STEP), une trentaine de substances ont été mises en évidence, comprenant de nombreuses classes de médicaments dont beaucoup d'antibiotiques et de produits de contraste iodés, souvent présents à des teneurs importantes.

Des résidus de produits industriels, comme l'iso-nonylphénol, le bisphénol A ou encore les benzotriazoles ont aussi été mis en évidence et devront, par la suite, faire également l'objet d'une attention particulière.

BASSINS VERSANTS DU LÉMAN ET DU RHÔNE AVAL

□ Le bilan des apports au lac par les rivières

2005 est une année à pluviométrie déficitaire. Les débits des différentes rivières sont nettement inférieurs à leur moyenne sur 20 ans. La somme des débits moyens de l'ensemble des affluents contrôlés est de 184 m³/s. Le débit moyen à la sortie du lac (émissaire à Genève) est de 198 m³/s.

Les apports en phosphore total au lac par les onze rivières suivies ont été de 1081 tonnes. Le Rhône amont représente 95 % de ces apports. Il sort du lac 104 tonnes. Pour le phosphore dissous les apports sont de 52.3 tonnes et 43 tonnes sont exportées par l'émissaire.

Les flux de phosphore total apportés par le Rhône amont restent à des niveaux élevés. Par contre, la Dranse, la Venoge et l'Aubonne montrent une évolution à la baisse. Il en est de même pour les flux exportés par le Rhône aval à Chancy. L'Arve et l'Allondon ne montrent pas d'évolution nette.

Pour le phosphore dissous, l'ensemble des onze rivières suivies se déversant dans le lac, ainsi que le Rhône aval à Chancy, montrent une nette décroissance des apports depuis une vingtaine d'années. Il n'en est pas de même pour l'Arve et l'Allondon qui ne montrent pas d'évolution à la baisse.

Pour l'azote minéral total, l'ensemble des rivières auscultées montre une stabilité des apports au cours des années.

Pour le chlorure, l'ensemble des rivières à l'exception du Rhône amont et de la Dranse, présente une stabilité des apports. L'augmentation est particulièrement nette pour le Rhône amont (+ 5 % par an).

En ce qui concerne la qualité des eaux, on constate une nette baisse des concentrations en phosphore dissous dans les eaux des diverses rivières, à l'exception toutefois de l'Arve et l'Allondon où l'évolution n'est pas nette. Cette évolution à la baisse reflète l'effet de la mise en place de la déphosphatation dans les stations d'épuration et de l'interdiction du phosphate dans les détergents textiles et sa limitation dans les produits pour lave-vaisselle en Suisse et la baisse des teneurs dans ces produits en France.

Pour l'azote ammoniacal (N-NH₄), l'évolution est beaucoup moins significative. Pour quelques rivières on constate une légère diminution des valeurs moyennes, par contre pour presque toutes les rivières les valeurs maximales sont à la baisse.

Pour les concentrations moyennes annuelles en carbone organique dissous (COD), quelque soit la rivière, elles sont stables. On notera toutefois une très légère diminution des valeurs maximales.

□ L'épuration des eaux usées

En 2005, 222 stations d'épuration (STEP) étaient en service dans le bassin versant CIPEL (bassins hydrographiques du Léman et du Rhône aval depuis l'émissaire du lac jusqu'à la frontière franco-suisse de Chancy) totalisant 4'287'241 équivalents-habitants. 165 d'entre elles étaient contrôlées et ont transmis leurs données, représentant plus de 96 % de la capacité de traitement du bassin.

Les débits déversés mesurés dans les installations disposant de débitmètres sont moins élevés en 2005 avec environ 28'000 m³/j de moins qu'en 2004. Cette baisse peut être liée à l'amélioration des réseaux d'assainissement, mais surtout à la faible pluviométrie de l'année 2005. En effet, les débits des principaux affluents du Léman et du Rhône émissaire sont nettement inférieurs à leur moyenne sur 10 ans .

Globalement, les rendements d'épuration pour les paramètres DBO₅, P_{tot} et P-PO₄ sont plus élevés par rapport à l'année 2004. Ceci semble s'expliquer principalement par la baisse des débits collectés par les réseaux (eaux usées et eaux claires parasites), en relation avec la baisse de la pluviométrie, conduisant à une diminution des rejets directs en amont des stations d'épuration, d'une part, et/ou à de meilleures performances des ouvrages de traitement (diminution de la charge hydraulique), d'autre part.

Les résultats 2005 sont encourageants à plusieurs niveaux puisque le nombre de STEP contrôlées et transmettant leurs données a augmenté, notamment en Haute-Savoie. Le nombre de STEP mesurant le phosphore dissous s'est amélioré et les rendements globaux d'épuration pour la DBO₅, le P_{tot} et le P-PO₄ ont sensiblement progressé, même si ceux-ci s'expliquent en grande partie par la diminution des débits déversés, elle-même liée à des facteurs climatiques. Ces résultats positifs seront à confirmer en 2006. Le rendement d'épuration pour le phosphore total atteint 90 % et se rapproche progressivement de l'objectif fixé par la CIPEL d'ici 2010 (95 %).

Assurance qualité des analyses chimiques

Au cours de l'année 2005, les laboratoires membres du groupe de travail "Méthodologie" de la CIPEL ont pu participer à 6 essais interlaboratoires concernant des analyses d'éléments nutritifs majeurs (cycles de l'azote et du phosphore, matière organique, ions majeurs), de produits phytosanitaires (pesticides) et d'hydrocarbures polycycliques aromatiques, sur des matrices allant d'échantillons synthétiques à des eaux naturelles, en passant par des eaux minérales et des extraits de boues.

Le traitement statistique montre que l'ensemble des essais peut être considéré comme bon à très bon. Le nombre de résultats aberrants (test de Dixon) est faible, et la dispersion est bonne. Mis à part un ou deux cas particuliers, les écarts types sont du même ordre de grandeur que ceux observés les années antérieures, correspondant à une dispersion "typique" de ces essais (préparation des échantillons, techniques analytiques utilisées, etc...). La dispersion des résultats de l'essai concernant les hydrocarbures aromatiques polycycliques semble trop importante. Un essai avec des ajouts d'éléments majeurs dans les eaux naturelles s'est révélé très prometteur et sera répété.