

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 2006-2010
CAMPAGNE 2006

*Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut.,
Campagne 2006, 2007*

Editeur :

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

ACW - Changins - Bâtiment DC
50, route de Duillier
Case postale 1080
CH - 1260 NYON 1

Tél. : CH - 022 / 363 46 69
FR - 00 41 22 / 363 46 69

Fax : CH - 022 / 363 46 70
FR - 00 41 22 / 363 46 70

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 2006	11
---	----

RAPPORTS SUR LES ÉTUDES ET RECHERCHES ENTREPRISES DANS LE BASSIN LÉMANIQUE

1. MÉTÉOROLOGIE	21
1. Introduction	21
2. Température de l'air	22
3. Pluviométrie	24
4. Insolation	26
5. Rayonnement	28
6. Vent	30
6.1 Vitesse du vent	30
6.2 Rose des vents	32
7. Relation climat-lac	32
8. Synthèse des conditions climatiques	32
- Bibliographie	32
2. ÉVOLUTION PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DU LÉMAN	33
1. Méthodes	33
2. Régime thermique et influence sur la stratification ou le mélange des eaux	35
3. Evolution saisonnière dans les couches superficielles	38
4. Evolution saisonnière dans les couches profondes	46
5. Evolution interannuelle des principaux paramètres	49
5.1 Oxygène dissous	49
5.2 Phosphore dissous et phosphore total	51
5.3 Transparence	53
5.4 Azote nitrique et azote total	53
5.5 Chlorure	54
6. Conclusions	55
- Bibliographie	55
- Annexes	56
3. MÉTAUX ET MICROPOLLUANTS ORGANIQUES DANS LES EAUX DU LÉMAN	59
1. Introduction	60
2. Echantillonnage	60
3. Méthodologie	60
3.1 Analyses chimiques	61
3.2 Contrôles	62
4. Résultats	62
4.1 Métaux	62
4.2 Pesticides (phytosanitaires)	63
4.3 Médicaments	66
4.4 Produits cosmétiques	67
4.5 Micropolluants issus de produits industriels	68
4.6 Micropolluants et eau potable	69
5. Conclusions	71
- Bibliographie	71
- Annexes	74

4. PHYTOPLANCTON DU LÉMAN	83
1. Introduction	84
2. Méthodes	84
3. Résultats	84
3.1 Richesse taxonomique	84
3.2 Répartition par classe d'algues et par classe de taille	85
3.3 Développement des principales espèces au cours de l'année	85
3.4 Variations saisonnières et évolution interannuelle de la biomasse	88
3.5 Contribution des principales espèces au sein de la biomasse totale	89
4. Conclusions	91
- Bibliographie	91
5. PRODUCTION PRIMAIRE ET BIOMASSE CHLOROPHYLLIENNE DANS LE LÉMAN	93
1. Introduction	93
2. Méthodes	93
3. Résultats	94
3.1 Répartitions verticales	94
3.2 Evolution saisonnières des variables mesurées	94
3.3 Variations interannuelles	95
4. Conclusions	96
- Bibliographie	97
6. ÉVOLUTION DU ZOOPLANCTON DU LÉMAN	103
1. Introduction	103
2. Méthodologie	104
3. Résultats	104
3.1 Composition spécifique de la biocénose crustacéenne	104
3.2 Dynamique saisonnière du zooplancton en 2006	104
3.3 Evolution à long terme du zooplancton	107
3.4 Biovolumes sédimentés et autres groupes planctoniques	108
4. Discussion-Conclusion	109
- Bibliographie	109
7. RÉGIME ALIMENTAIRE DES CORÉGONES DU LÉMAN EN MILIEU PÉLAGIQUE	111
1. Introduction	111
2. Méthodologie	112
3. Résultats	112
3.1 Taille des poissons examinés	112
3.2 Evolution mensuelle du taux de vacuité	113
3.3 Composition de régime alimentaire	113
4. Conclusions	114
- Bibliographie	114
8. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DES RIVES DU LÉMAN ET DE LEUR POTENTIEL DE RENATURATION	117
1. Démarche de l'étude	119
1.1 Approche réseau des rives lémaniques	119
1.2 Déroulement de l'étude	119
2. Synthèse des principaux résultats	120
2.1 Diagnostic de la situation actuelle	120
2.2 Objectifs : milieux et espèces cibles	121
2.3 Mesures de renaturation et revitalisation	125
2.4 Structuration du Réseau Ecologique Lémanique	125
3. Recommandations / Résolutions	130
3.1 Mettre en oeuvre les mesures proposées pour la consolidation du REL	130
3.2 Valorisation des embouchures	131
3.3 Etude de faisabilité de la régulation des eaux du Léman	132
3.4 Valoriser les rives non prioritaires du REL	133
3.5 Autres conditions cadre	135
4. Conclusions	135
- Glossaire	136
- Bibliographie	136

9. BILAN DES APPORTS PAR LES AFFLUENTS AU LÉMAN ET AU RHÔNE À L'AVAL DE GENÈVE	137
1. Généralités et méthodes	138
2. Débits des affluents principaux et de l'émissaire	140
3. Apports annuels des affluents	141
3.1 Phosphore	141
3.2 Azote minéral total	145
3.3 Chlorure	148
4. Etude de la qualité chimique des eaux des principales rivières du bassin versant du Léman	151
4.1 Rhône amont	151
4.2 Dranse	151
4.3 Venoge	152
4.4 Aubonne	152
4.5 Versoix	153
5. Apports annuels : bassin versant du Rhône de Genève à Chancy	153
5.1 Phosphore	153
5.2 Azote total ou minéral total	155
5.3 Chlorure	156
6. Étude de la qualité chimique des eaux des principales rivières du bassin versant du Rhône de Genève à Chancy	157
6.1 Rhône aval	157
6.2 Arve	157
6.3 Allondon	158
7. Conclusions	159
– Bibliographie	159
– Tableaux récapitulatifs	160
10. MICROPOLLUANTS DANS LES EAUX DU RHÔNE	163
1. Introduction	163
2. Echantillonnage	164
2.1 Rhône amont - Porte du Scex	164
2.2 Rhône à l'amont et à l'aval de Viège et de Monthey	164
3. Méthodologie	164
3.1 Analyse des phytosanitaires	164
3.2 Contrôles	164
4. Résultats	164
4.1 Concentrations des produits phytosanitaires dans les eaux du Rhône	164
4.2 Charge des produits phytosanitaires ayant transité par le Rhône en 2006	165
4.3 Produits pharmaceutiques	169
5. Conclusions	170
– Substances recherchées	170
– Bibliographie	170
– Tableaux des résultats	171
11. ESTIMATION DE L'ÉCOTOXICITÉ DES SUBSTANCES RETROUVÉES DANS LE LÉMAN	173
1. Méthodologie	173
2. Sulfonylurées : amidosulfuron, foramsulfuron, metsulfuron-méthyl	174
3. Métalaxyl	176
4. Benzotriazole et Tolytriazole	177
5. Fluoroquinolones : Ciprofloxacine et Norfloxacine	179
6. Sulfaméthoxazole	180
7. Carbamazépine	182
8. Acide méfénamique	183
9. Produits de contraste iodés	184
10. Synthèse récapitulative	185
– Bibliographie générale	185
12. PESTICIDES D'ORIGINE AGRICOLE DANS LE BASSIN VERSANT SUISSE DU LÉMAN	187
1. Introduction	188
2. Objectif et démarche	188
3. Contenu de Pestibase	189
3.1 Mesures de pesticides	189
3.2 Utilisation des matières actives	190
3.3 Occupation du sol	190
4. Applications pratiques de Pestibase	190
4.1 Connaissance des pesticides utilisés en agriculture : quantités et matières actives	190
4.2 Intérêts de PestiBase pour le suivi du lac et des rivières	196
5. Conclusions et perspectives	201
– Bibliographie	201

RAPPORTS TECHNIQUES

13. CONTRÔLE DES STATIONS D'ÉPURATION (STEP)	205
1. Introduction	206
2. Etat des STEP	206
2.1 Nombre, capacité et populations raccordées	206
2.2 Contrôles	206
3. Bilan du fonctionnement des STEP	207
3.1 Débits	207
3.2 Phosphore	208
3.3 Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	210
3.4 Azote	214
4. Évolution des apports en phosphore au Léman	218
5. État de la situation par rapport aux micropolluants - résidus médicamenteux	219
6. Conclusions	223
– Bibliographie	223
14. ANALYSES COMPARATIVES INTERLABORATOIRES	225
1. Introduction	225
2. Éléments majeurs dans des eaux de type lac et rivière	226
3. Phytosanitaires	226
4. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	226
5. Echantillon synthétique type "STEP"	227
6. Conclusions générales	227
– Abréviations	227
– Bibliographie	227
– LISTE DES AUTEURS	235

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 (1930-2005) * :	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) (1935-2005) * :	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) (1935-2005) * :	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 2005*. OFEV, Berne, 2007

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

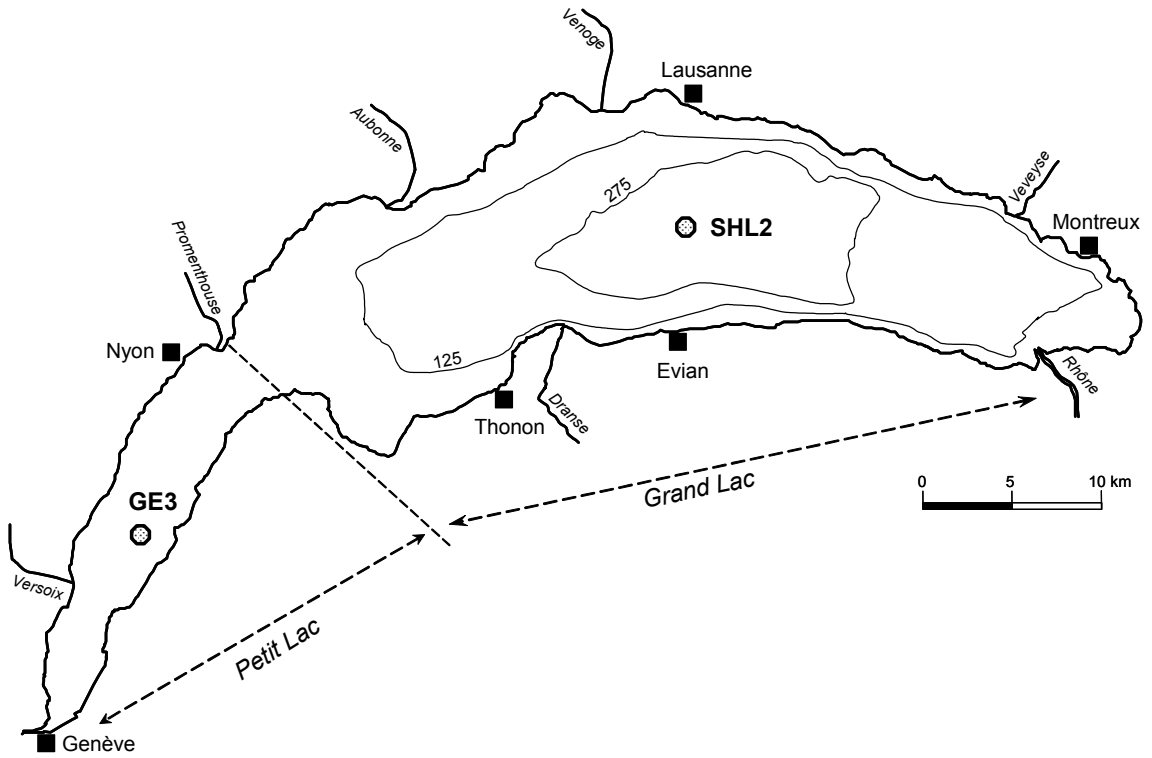


Figure 1 : Le Léman et la situation des stations de prélèvements
SHL2 : (coord. CH : 534.700 / 144.950)
GE3 : (ccord. CH : 506.100/ 128.040)

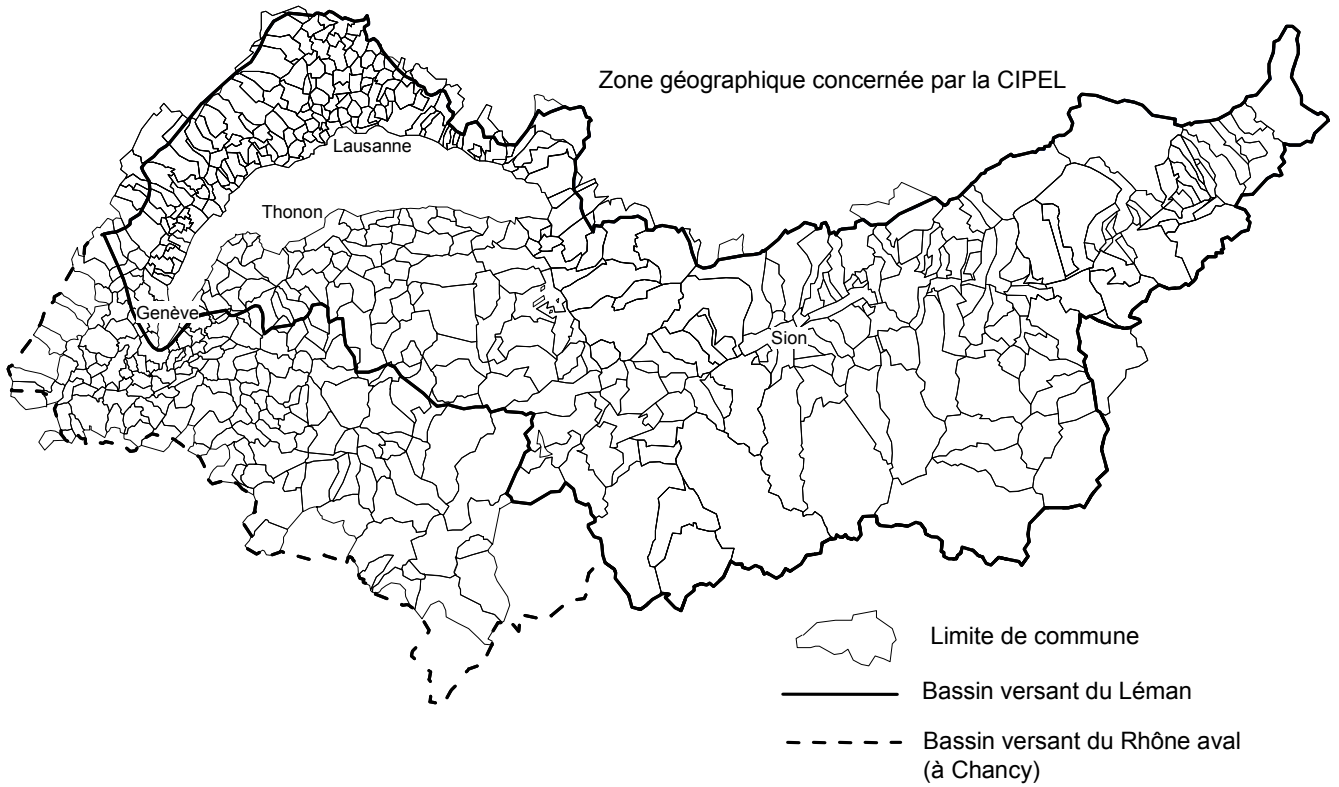


Figure 2 : Le bassin versant du Léman et du Rhône aval jusqu'à la frontière franco-suisse de Chancy

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) * : 10'323 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) (1935-2005) * : 341 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 2005*. OFEV, Berne, 2007

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

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Campagne 2006

PAR

LE CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA COMMISSION INTERNATIONALE

CIPEL, ACW - Changins - Bâtiment DC, CP 1080, CH - 1260 NYON 1

L É M A N

Evolution physico-chimique

Un nouveau brassage hivernal complet avec réoxygénation des eaux profondes

L'hiver 2005-2006 a été froid et a permis un brassage complet de la masse d'eau en 2006 avec une transparence importante de 15.5 m. Ce brassage fait suite au brassage de 2005 et permet une forte réoxygénation de l'ensemble de la masse d'eau, 10.9 mgO₂/L au maximum au mois de mars 2006. L'anaérobiose et les phénomènes de relargage au fond du lac sont donc limités. La température observée après le brassage le 15 mars 2006 était inférieure à 5.5°C dans toute la colonne d'eau et le fond a subi une lente désoxygénation constante jusqu'à la fin de l'année pour atteindre 3.37 mgO₂/L le 11 décembre 2006 (figure 1).

Une production phytoplanctonique précoce, ralentie après la phase des eaux claires

Bien que l'hiver ait été froid, la température moyenne annuelle de l'air (11.3°C) et l'insolation (2'000 h) sont élevées. L'augmentation de la production phytoplanctonique est observée immédiatement après le brassage. Les valeurs maximales sont enregistrées entre avril et août comme au cours des années précédentes, et une baisse importante est notée pendant la phase des eaux claires entre le 15 mai et le 12 juin 2006. Les concentrations en orthophosphate étaient très faibles ou voisines de zéro dans l'épilimnion après la phase des eaux claires et cela jusqu'à la fin de l'année, suggérant une limitation de la production phytoplanctonique par le phosphore.

Une baisse de la concentration en phosphore

Le stock de phosphore continue de diminuer et la concentration moyenne en phosphore total en 2006 est de 27.7 µgP/L soit une diminution de 6 % par rapport à 2005 (figure 2). Les efforts de lutte à la source et d'amélioration de l'assainissement doivent être maintenus et intensifiés dans les secteurs où ils ne sont pas encore satisfaisants par rapport aux objectifs fixés.

Une stabilité de la concentration en azote

L'azote total et l'azote nitrique sont relativement constants par rapport aux années précédentes.

Les chlorures augmentent

Le stock de chlorure continue d'augmenter (+2 %) pour atteindre 8.61 mgCl⁻/L, soit 738'040 tonnes de Cl⁻.

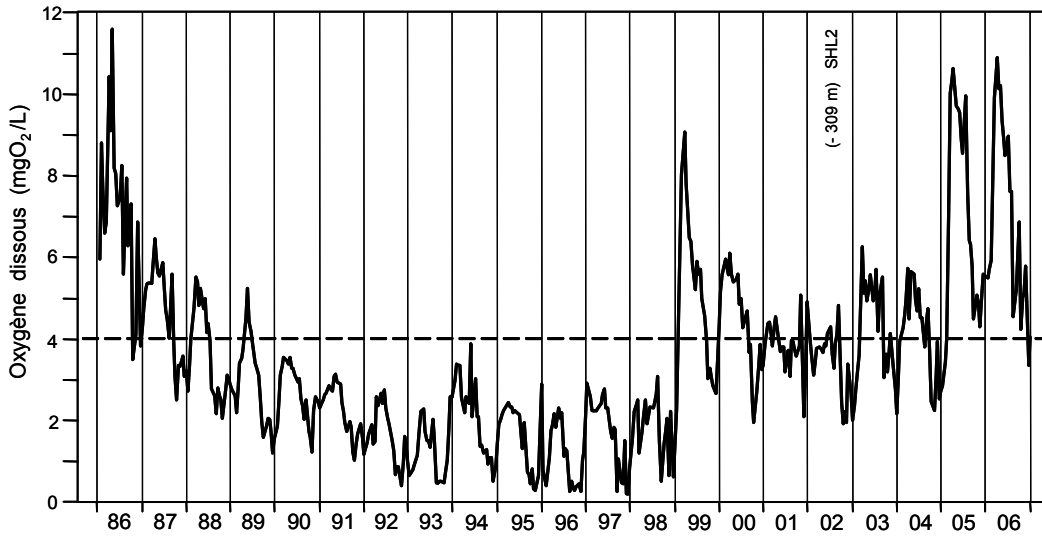


Figure 1

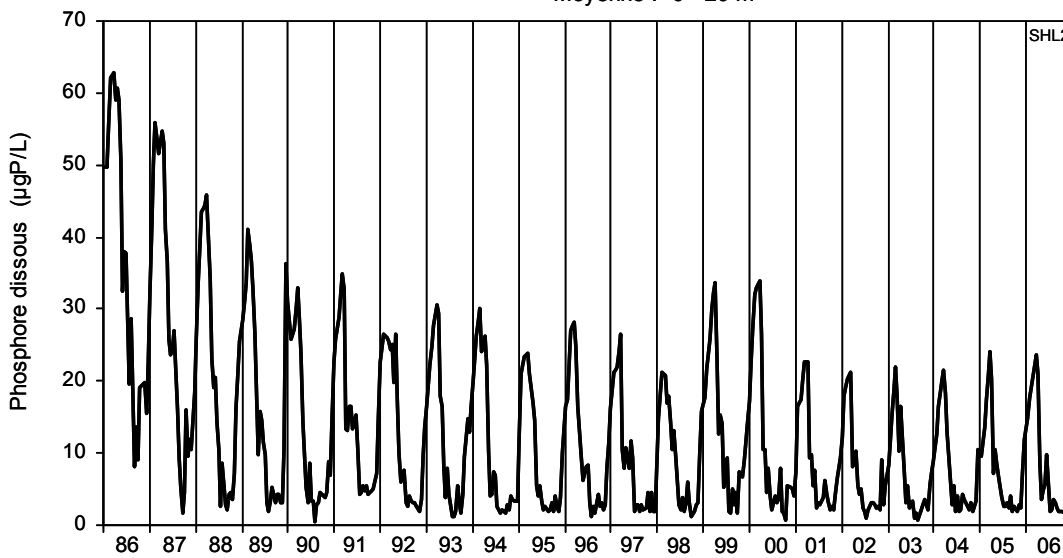
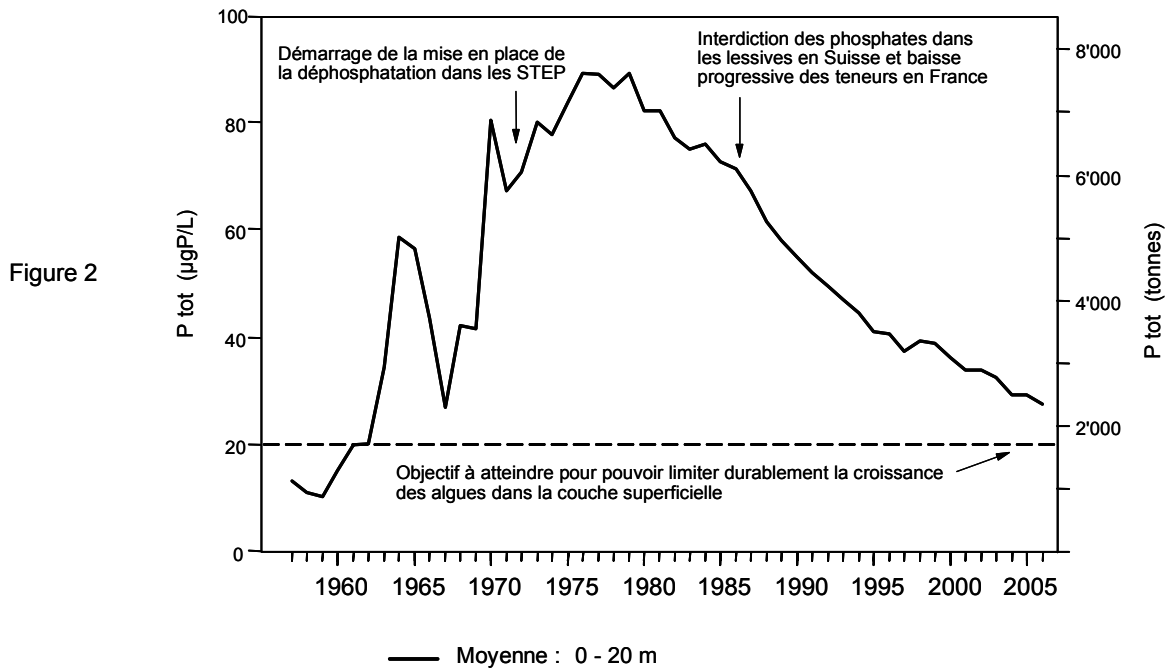


Figure 3

Evolution biologique

□ Une baisse de la biomasse phytoplanctonique

En 2006, la biomasse annuelle moyenne baisse de 41 % par rapport à 2005 (174 µgC/L en 2006 contre 293 µgC/L en 2005 et 359 µgC/L en 2004). La biomasse estivale (BE) moyenne a diminué de 45 %, tout comme la biomasse printanière (BP) (-39 % avec 126 µgC/L contre 205 µgC/L en 2005). La biomasse nanophytoplanctonique est similaire à celle de 2005. Par contre les algues microplanctoniques diminuent leur biomasse, passant de 256 µgC/L en 2005 à 135 µgC/L en 2006. Le rapport BP/BE est en légère augmentation (0.61) du fait d'un développement printanier plus important de *Planktothrix rubescens* et *Mougeotia gracillima*. La diversité taxonomique a fortement augmenté cette année, passant de 92 à 113 taxons en 2006. Cinq espèces non rencontrées auparavant ont été observées en 2006.

Les abondances du nanophytoplancton (22 % de la biomasse carbonée totale) et du microphytoplancton (78 %) en 2005 sont nettement plus faibles que celles enregistrées en 2005 où le nanophytoplancton représentait 12 % et le microphytoplancton 88 %.

La chlorophylle *a* était, comme au cours des trois dernières années (2003, 2004, 2005), le facteur prépondérant dans la modification de la transparence de l'eau.

L'analyse des données à long terme montre que la production primaire et la chlorophylle *a* présentent des évolutions inverses à celle du phosphore, ce qui suggère que le phosphore n'atteint pas encore des concentrations suffisamment faibles pour limiter sévèrement la croissance du phytoplancton. L'augmentation de la température des eaux (qui influence positivement la productivité du phytoplancton dans le lac) et la diminution des abondances de Daphnies, sont probablement parmi les raisons permettant d'expliquer ces évolutions.

□ Le zooplancton et l'alimentation des poissons

L'évolution du zooplancton en 2006 a montré deux caractéristiques assez atypiques. D'une part, le copépode cyclopoïde *Cyclops prealpinus* a atteint un pic d'abondance exceptionnel à la mi-mai, avec des maxima proches de 1'800'000 ind·m⁻². D'autre part, les Daphnies ont montré une dynamique différente du modèle pré-établi qui prévoit une dynamique bimodale comprenant un pic printanier et un pic automnal, séparés par une période estivale où les densités sont quasi nulles. En 2006, les abondances de Daphnies sont, au contraire, restées relativement élevées tout au long de l'été pour ne décroître progressivement qu'à partir de l'automne.

L'évolution interannuelle des abondances d'espèces confirme la diminution des abondances des Daphnies et la recrudescence des prédateurs *Bythotrephes longimanus*.

La pêche du corégone est depuis sept années de l'ordre de 300 tonnes. On note cette année encore une nette préférence alimentaire de cette espèce pour les cladocères et en particulier pour les *Bythotrephes*, ressource alimentaire prépondérante car présente dans les estomacs en quantité et tout au long de l'année. En été et automne, au moment des pics d'abondance de *Leptodora*, cette espèce contribue également à une part importante du régime alimentaire des corégones adultes. En 2006, on observe une forte contribution des nymphes de chironomes ce qui pourrait être dû à une baisse de disponibilité du zooplancton.

□ La qualité sanitaire des eaux littorales pour la baignade

En 2006, les contrôles de la qualité sanitaire des eaux littorales et des plages, réalisés par les autorités compétentes, montrent que pour près de 75 % des points de contrôle cette qualité est bonne, qu'elle est moyenne dans 25 % des cas et que dans moins de 1 % 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 No 34 - juin 2007). 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, grâce notamment aux efforts entrepris dans le domaine de l'épuration des eaux. 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 %.

Cette année, l'objectif fixé par la CIPEL pour 2010, qui vise la disparition des plages parfois ou toujours polluées, est déjà pratiquement atteint.

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 avec une attention particulière sur ceux provenant des industries situées sur le Rhône amont. Les mesures prises par ces industries et par l'Etat du Valais portent leurs premiers fruits : une baisse significative des teneurs en foramsulfuron est observée. Cet herbicide mesuré en concentration très élevée en 2005 s'approchait des valeurs de tolérance pour l'eau potable. Par contre, ce constat ne s'applique pas de manière aussi significative sur la teneur en pesticides totaux car de nouvelles substances ont été recherchées et identifiées dans les eaux du lac.

Comme en 2005, la problématique des résidus de médicaments a également été étudiée, d'une part par la recherche des quelques principes actifs produits industriellement dans le bassin versant du Rhône valaisan, d'autre part en reconduisant les analyses portant sur une centaine de substances, mais en augmentant le nombre de points de prélèvements. Deux polluants majeurs ont été mis en évidence dans les eaux du lac : la carbamazépine et la mépivacaïne.

La recherche des micropolluants a été élargie par l'analyse dans les eaux du lac de toute une série de substances rentrant dans la composition des cosmétiques (parabènes, triclosan, filtres UV, muscs polycycliques) ou dans la composition de produits industriels (nonylphénols, hydrocarbures polycycliques aromatiques, benzotriazole). La présence de résidus de filtres UV, de muscs polycycliques, de triclosan et de benzotriazole a été relevée.

Micropolluants dans l'eau potable

Des analyses d'eau potable après traitements dans les différentes stations situées sur le pourtour du Léman montrent que seuls les processus de potabilisation les plus complets (filtration sur sable + ozonation + filtration sur charbon actif) réduisent significativement les teneurs en micropolluants. Pour la plupart de ces substances, comme pour le benzotriazole, il n'y a pas de valeur normative pour l'eau potable. Toutefois, aux teneurs mesurées, ces micropolluants ne représentent a priori pas de danger pour la santé humaine. Cependant les effets de mélange (synergies) sont peu connus et ces conclusions doivent être considérées avec une certaine réserve, même sans évoquer le fait que ces composés sont bien évidemment indésirables aux robinets des consommateurs.

Les résultats collectés ces deux dernières années indiquent clairement que la production d'eau potable au moyen d'un traitement simple (l'un des objectifs initial de la CIPEL) n'est techniquement déjà plus envisageable. En effet, l'élimination de la plupart des substances anthropiques détectées au sein du lac passe par une filière qui inclut pour le moins une oxydation à l'ozone.

BASSINS VERSANTS DU LÉMAN ET DU RHÔNE AVAL

□ Le bilan des apports au lac par les rivières

2006 est une année à pluviométrie normale. La somme des débits moyens de l'ensemble des affluents contrôlés est de 212 m³/s. Le débit moyen à la sortie du lac (émissaire à Genève) est de 230 m³/s.

Les apports en phosphore total au lac par les onze rivières suivies ont été de 1'405 tonnes. Le Rhône amont représente 95 % de ces apports. Il sort du lac 122 tonnes. Pour le phosphore dissous, les apports sont de 62 tonnes et 38 tonnes sont exportées par l'émissaire.

Les flux de phosphore total apportés par le Rhône amont sont en constante augmentation depuis le début des mesures. 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.

L'ensemble des onze rivières suivies se déversant dans le lac, ainsi que le Rhône aval à Chancy, montrent une nette décroissance des apports en phosphore dissous 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.

L'ensemble des rivières auscultées montre une stabilité des apports en azote minéral total au cours de ces dernières années.

Pour le chlorure, l'ensemble des rivières présente une légère augmentation des apports.

L'effet des différentes mesures prises depuis 20 ans est net. Il y a en effet une baisse importante 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.

L'évolution de l'azote ammoniacal (N-NH₄) est beaucoup moins significative. On constate une certaine stabilité des valeurs moyennes.

Les concentrations moyennes annuelles en carbone organique dissous (COD), quelle que soit la rivière, sont stables. On notera toutefois une très légère diminution des valeurs maximales.

□ **Micropolluants dans les eaux du Rhône**

Le suivi régulier des produits phytosanitaires ainsi que de quelques médicaments dans les eaux du Rhône en amont du Léman a permis de confirmer la présence de près de 80 substances. Huit pesticides ont été retrouvés à des concentrations supérieures à 0.1 µg/L sur des échantillons moyens de 14 jours.

En terme de flux annuel, les 9 principaux produits phytosanitaires présents proviennent de rejets industriels. On trouve ensuite des pesticides utilisés notamment en agriculture. Deux substances pharmaceutiques (Carbamazépine et Mepivacaïne) également synthétisées en Valais ont aussi été détectées à des concentrations élevées (1 µg/L).

Sur l'ensemble de l'année 2006, on observe une diminution des concentrations de divers pesticides. Cette réduction s'explique en grande partie par la mise en place de mesures de gestion et de réduction des rejets sur les sites industriels de chimie. Le suivi analytique systématique instauré en 2006 se poursuit. Il permettra de vérifier l'efficacité des actions prises à la source.

□ **L'épuration des eaux usées**

En 2006, 221 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 4'143'136 équivalents-habitants. 172 d'entre elles étaient contrôlées et ont transmis leurs données (contre 155 STEP en 2004 et 165 en 2005), représentant plus de 96 % de la capacité de traitement du bassin.

La pluviométrie de l'année 2006 est plus élevée qu'en 2005 et influence nettement les débits déversés qui ont augmenté de 24 % par rapport à 2005.

A l'échelle du bassin CIPEL, la valeur du débit spécifique de 344 L/hab·j reste encore médiocre, car nettement supérieure à la consommation d'eau journalière par personne. Les réseaux d'assainissement transportent encore une quantité non négligeable d'eaux claires permanentes.

Globalement, les rendements d'épuration pour les paramètres DBO₅ et P_{tot} sont plus élevés par rapport à l'année 2005, mais au rythme avec lequel s'améliore le rendement d'épuration pour le phosphore total, l'objectif fixé pour 2010 (95 %) risque de ne pas être atteint.

Le nombre des analyses sur le phosphore dissous a diminué par rapport à 2005, or ce paramètre est directement responsable de l'eutrophisation du lac et doit être mesuré pour mieux connaître l'impact des rejets de STEP sur les milieux aquatiques.

L'impact du rejet des STEP dans les rivières du bassin versant CIPEL est évalué grâce à l'azote. 65 % des STEP respectent l'objectif de rejet qui leur a été fixé. Pour celles qui ne les respectent pas, des efforts devront être réalisés pour atteindre les objectifs. Pour celles qui n'ont pas d'objectif, des études d'incidences devraient être réalisées pour définir des objectifs de rejets acceptables pour les milieux sensibles.

La pollution domestique dite classique (pollution organique) semble maîtrisée dans le bassin CIPEL et doit au moins être maintenue à ce niveau. De nouveaux défis devront par contre être relevés à l'avenir avec la lutte contre les micropolluants.

Assurance qualité des analyses chimiques

Au cours de l'année 2006, les laboratoires membres du groupe de travail "Méthodologie" de la CIPEL ont pu participer à 4 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 est faible, et la dispersion correspond à une dispersion "typique" de ces essais (préparation des échantillons, techniques analytiques utilisées, etc...). La récupération de la quantité ajoutée dans les échantillons "dopés" est bonne, que ce soit pour les éléments majeurs, les produits phytosanitaires ou les hydrocarbures aromatiques polycycliques.

ÉTUDES SPÉCIFIQUES

□ Ecotoxicité des substances retrouvées dans le Léman

L'étude vise à déterminer le danger de certains des micropolluants présents dans les eaux pour l'écosystème du lac, en utilisant les méthodes d'évaluation du risque environnemental classiquement employées en écotoxicologie. Les résultats montrent que la présence de sulfonilurées dans le lac est préoccupante. En effet, ces substances sont relativement toxiques, notamment pour les plantes aquatiques. Les concentrations mesurées dans le lac pourraient présenter un danger pour sa flore. De plus, comme ces substances sont stables, elles pourraient représenter un danger à long terme. Pour les autres substances, il est plus difficile de se prononcer. En effet, il manque des données d'écotoxicité, notamment sur les espèces potentiellement les plus sensibles. Il est donc absolument nécessaire de générer de nouvelles données d'écotoxicité, afin d'évaluer le potentiel écotoxique des substances détectées et le danger qu'elles représentent pour les milieux aquatiques. En particulier, il est important de générer des données quant aux effets des antibiotiques sur les bactéries et les cyanobactéries, et des tests sur les effets des médicaments sur divers organismes, car ces substances semblent avoir des effets à long terme. Sans cet effort de production de données, il est impossible d'évaluer l'impact de toutes ces substances sur l'écosystème. Notons qu'il n'a pas été tenu compte des effets des mélanges de ces micropolluants. A ce jour, il n'existe en effet que peu d'études sur les effets de ces mélanges.

□ Pestibase

Pestibase est une base de données Access couplée à un Système d'information géographique (SIG), sur les pesticides agricoles employés dans le bassin versant suisse du Léman. Ont été rassemblées des informations sur les matières actives utilisées pour le traitement des cultures, les quantités consommées et les périodes d'application ainsi que leurs caractéristiques physico-chimiques et écotoxicologiques. Les analyses d'eau du lac et des rivières figurent également dans cette base.

L'étude réalisée vise à une première interprétation de la présence des pesticides dans le bassin versant lémanique en fonction des activités agricoles et à localiser les zones prioritaires nécessitant un suivi et un assainissement.

Les quantités de pesticides utilisées en agriculture révèlent de grandes différences selon les cultures et les régions du bassin lémanique suisse. Au total, 182 matières actives différentes sont utilisées à hauteur de 830 tonnes par an. Les principales cultures les plus consommatrices du bassin lémanique suisse sont la viticulture et l'arboriculture (fruits à pépins et fruits à noyaux) avec près de 522 t/an de matières actives utilisées pour le traitement de la vigne, 266 t/an pour les fruits à pépins et 32 t/an pour les fruits à noyaux. Le blé d'automne est la 4^{ème} culture la plus consommatrice du bassin lémanique avec plus de 15 t/an.

Une liste des 20 principales matières actives utilisées dans ces 4 cultures a été dressée dans le but d'actualiser les listes des substances à rechercher dans les eaux du lac et des rivières.

Pour un grand nombre des 182 substances utilisées en agriculture, un lien existe entre les pratiques agricoles et leur présence dans l'eau. A l'inverse, certaines substances paraissent peu utilisées par l'agriculture, mais montrent cependant une présence marquée dans l'eau. Pour ces dernières, d'autres sources de pollution seront donc à rechercher prioritairement.

Les efforts effectués pour limiter l'utilisation des produits phytosanitaires en agriculture doivent être encouragés et poursuivis, mais encore complétés par des efforts de lutte contre toutes les autres sources de pollution potentielles.

□ Les rives du lac et leur potentiel de renaturation

Partant du constat que seulement 3 % des rives du lac étaient encore entièrement naturelles, d'après une estimation de 1992, la CIPEL a voulu connaître le potentiel de renaturation des 97 % de rives restantes.

L'étude réalisée en 2005-2006 par un groupement de bureaux d'études spécialisés, a permis de poser les bases biologiques qui pourront servir de cadre à des projets de gestion, d'aménagement ou d'entretien des rives.

L'inventaire a mis en évidence 61 sites naturels d'intérêt dont 4 majeurs, dits zones nodales (Les Grangettes, le delta de la Dranse, le golfe de Coudrée et la Pointe à la Bise), et un grand nombre à l'embouchure des rivières, qui sont des milieux à fort potentiel biologique.

Trois sous-réseaux (aquatique, amphibie et terrestre) ont été analysés, chacun possédant ses milieux et espèces caractéristiques, ainsi que son propre mode de fonctionnement. Un diagnostic reposant sur les exigences spécifiques des espèces-cibles associées a été posé, permettant de définir des objectifs ciblés et fondés biologiquement, en fonction des besoins des diverses composantes du réseau.

Des contrastes assez forts apparaissent d'un endroit à l'autre du pourtour du lac; certaines parties du rivage offrent un réel potentiel de renaturation, alors que dans d'autres, les perspectives sont plus limitées. Ces différences sont en partie liées au relief naturel, qui par endroits favorise le développement des milieux riverains et des milieux littoraux sur une large bande, et ailleurs réduit la zone de transition à un étroit ruban de quelques mètres de large.

Les résultats détaillés de l'étude réalisée en 2005-2006 montrent que de nombreuses et diverses activités (navigation, baignade, ...) influencent près de 60 % des rives du lac. Plus de 60 % d'entre elles sont artificielles (maisons, routes, etc.), emmurées ou enrochées, et seules 26 % sont encore naturelles ou semi-naturelles (plages, grèves, forêts, cordon littoral, etc.).

La CIPEL a adopté plusieurs recommandations et résolutions pour promouvoir la protection et la valorisation des rives lémaniques. La priorité doit être donnée à la protection et au renforcement des sites naturels existants et notamment à la valorisation des embouchures de rivières à caractère naturel. Elle espère avoir initié un processus de revalorisation des rives du Léman et reste maintenant intéressée à la mise en œuvre des mesures.