Direction générale de l'eau

Etat écologique du Petit Lac en 2014

Evolution depuis 2009



Département de l'environnement, des transports et de l'agriculture
Direction Générale de l'Eau – Service de l'écologie de l'eau
Secteur de la Protection des Eaux
Avenue de Sainte-Clotilde 25 – Case postale 206 – 1211 Genève 8
Tel. +41 (22) 388 80 00 - Fax +41 (22) 388 80 09
http://www.ge.ch/eau

Feuille de contrôle du document

Titre	Etat écologique du Petit Lac en 2014 / Evolution depuis 2009
Objet / sujet	Etude de la qualité écologique du Petit Lac
Auteur(s)	Frédéric **Bachmann,** Arielle **Cordonier**, Mathieu **Coster**, Dimitri **Jaquet,** Sophie **Lavigne**, Wladimir **Manzi**, Pascale **Nirel,** Sandra **Vargas.**
Photo de couverture	Phare du Bain des Pâquis à Genève
Service	Service de l'écologie de l'eau
Date	29/03/16
Nom du fichier	Texte rapport Petit Lac 2014.docx
Statut	☐ Provisoire ☒ Final
Distribution	Public
Visa	

Remerciements

Nous remercions pour sa collaboration, Monsieur Jean-Michel Jaquet, de la Section des Sciences de la Terre et de l'Environnement, Université de Genève.

Abréviations

AEE	Agence européenne pour l'environnement
CIPEL	Commission internationale pour la protection des eaux du Léman
DCE	Directive cadre de l'eau
DGEAU	Direction générale de l'eau
DGNP	Direction générale de la nature et du paysage
INRA	Institut national de la recherche agronomique
LPEE	Laboratoire de la protection des eaux et de l'environnement
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFROU	Office fédéral des routes
OFSP	Office fédéral de la santé publique
PROTEAUX	Secteur de la protection des eaux
SECOE	Service de l'écologie de l'eau
SIG	Services industriels de Genève
SILA	Syndicat mixte du Lac d'Annecy
SPAGE	Schéma de protection, d'aménagement et de gestion des eaux
SPDE	Service de la planification de l'eau
SRCE	Service de la renaturation des cours d'eau
STAP	Station de pompage
STEP	Station d'épuration

TABLE DES MATIERES

RESUME 8

1 INTRODUCTION 9

2 LE PETIT LAC 9

2.1 Situation géographique des stations de prélèvements 10

2.2 Hydrologie 12

3 LES RIVES GENEVOISES DU LÉMAN 13

3.1 Etat des lieux 13

3.2 La végétation aquatique des rives genevoises 14

3.3 Le Macrozoobenthos des rives genevoises 15

4 REJETS 15

4.1 Etat des lieux des exutoires 15

4.2 STEP Nant d'Aisy 15

4.3 Assainissement 16

5 BAIGNADE 16

5.1 Lieux de baignade 16

5.2 Qualité sanitaire 17

5.3 Exigences de l'Union européenne 20

5.4 Puces de canard ou dermatite du baigneur 20

6 INDICATEUR "SUIVI ÉCOLOGIQUE DU PETIT LAC" 21

6.1 DESCRIPTION : choix des paramètres et modification des seuils 21

6.2 RESULTATS : Evolution des paramètres 24

6.2.1 Phosphore total 24

6.2.2 Phytoplancton 25

6.2.3 Oxygène dissous 27

6.3 Niveau trophique défini par l'OCDE 28

6.3.1 Phosphore 28

6.3.2 Chlorophylle a 29

6.3.3 Transparence (Disque de Secchi) 30

7 RÉSULTATS / "MONITORING" (SUIVI À LONG TERME).....31

7.1 Paramètres physico - chimiques..... 31
7.1.1 Azote..... 33
7.1.2 Phosphore..... 33
7.1.3 Oxygène..... 35
7.1.4 Température..... 36

7.2 Micropolluants organiques et métalliques..... 37

7.3 Phytosanitaires..... 41

7.4 Bactériologie..... 42

7.5 Phytoplancton..... 42
7.5.1 Biomasse annuelle..... 42
7.5.2 Groupes pigmentaires..... 44
7.5.3 Espèces dominantes..... 45
7.5.4 Transparence..... 45
7.5.5 Chlorophylle a..... 46

8 PROJET "CATLEM" 51

9 POISSONS 52

9.1 Etat des lieux..... 52

10 LES INVASIONS BIOLOGIQUES.....55

10.1 Les Neophytes (Plantes exotiques introduites accidentellement)..... 55

10.2 Les Neozoaires (Animaux exotiques introduits accidentellement)..... 57

11 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES 60

BIBLIOGRAPHIE 61

ANNEXES 66

12 A.1 MÉTHODES D'ANALYSES.....66

12.1 A.1.1 Analyses bactériologiques..... 66

12.2 A.1.2 Analyses du phytoplancton..... 67

12.3 A.1.3 Mesure de la transparence..... 67

12.4 A.1.4 Dosage de la chlorophylle..... 67

12.5 A.1.5 Concentration moyenne pondérée..... 68

13 A.2 : LISTE DES MICROPOLLUANTS ANALYSÉS ENTRE 2011-2014 69

14 A.3 : INDICATEUR QUALITÉ ÉCOLOGIQUE DU PETIT LAC 70

15 A.4 : MOUGEOTIA GRACILLIMA DANS LE PETIT LAC / 1977- 2014 71

16 A.5 COMMUNIQUES DE PRESSE 72

16.1 A.5.1 Pêche abondante dans le Léman en 2012 72

16.2 A.5.2 La pêche dans le Léman en 2013 : nouvelle année d'abondance 73

17 CRÉDITS ICONOGRAPHIQUES 74

RESUME

Depuis 2009, l'évolution de l'état écologique du Petit Lac est positive.

La qualité physico-chimique de l'eau du Petit Lac est globalement satisfaisante.

- La concentration moyenne en phosphore total se situe entre 10 et 15 µg/l comme le recommande la CIPEL.
- Les valeurs des **micropolluants** détectées entre 2011 et 2014 correspondent du point de vue de l'appréciation de l'état écologique du Petit Lac, à un niveau "très bon". Les teneurs en carisoprodol et en carbamazepine, substances pharmaceutiques d'origine industrielle déjà mentionnées dans le rapport du Petit Lac 2008, ont notamment diminué grâce aux mesures prises par le service de l'environnement du Valais et les principales industries valaisannes.
- Des produits **phytosanitaires,** interdits depuis plusieurs années, sont toujours présents dans l'eau du Petit Lac mais leur concentration diminue.

L'indicateur "Suivi de l'écologie du Petit Lac" a été mis à jour en 2014.

- La majorité des paramètres utilisés répondent aux exigences et signent un bon état écologique.
- Compte tenu des nouvelles valeurs établies par la CIPEL pour l'objectif à atteindre dans le Léman, la **biomasse algale** dans le Petit Lac demeure encore trop élevée. Cependant, aucun problème de toxicité lié à des efflorescences de cyanobactéries n'est à déplorer.

L'état sanitaire est satisfaisant et offre une eau de **baignade** de bonne qualité.

Dans le Petit Lac, l'état écologique exprimé par la **végétation macrophytique** est bon.

- La diversité des **plantes aquatiques** répertoriées dans la rade en 2014 est sensiblement la même qu'en 2008. On observe des modifications en termes d'abondance des espèces, influencées par le changement du niveau trophique des eaux du Petit Lac.

L'état morphologique des rives genevoises, en 2014, demeure toujours passablement dégradé.

- Les premiers **travaux de renaturation** ont été lancés en 2010 sur plusieurs embouchures de cours d'eau se jetant dans le Petit Lac et d'autres projets sont en cours.

La pêche, quant à elle se porte bien ; depuis 2011, on assiste à des productivités jamais égalées depuis plus de trente ans.

- Cependant, de par leur risque de contamination par des PCB, les autorités sanitaires suisses et françaises ont décidé, qu'en plus de l'omble chevalier de plus de 39 cm, à compter du 1er novembre 2015, les truites lacustres supérieures à 54 cm sont elles aussi interdites à la commercialisation.
- La composition des populations piscicoles correspond aux conditions méso-oligotrophes du Léman. Le réchauffement de la température de l'eau entraîne des perturbations chez certaines espèces, notamment chez l'omble chevalier qui est particulièrement sensible.

Des projets tels que des mesures d'assainissement sur le bassin versant du Vengeron ou la poursuite des travaux de mise en séparatif contribueront à l'amélioration globale de la qualité de l'eau du Petit Lac.

1 INTRODUCTION

Dans le cadre de son programme de surveillance de la qualité des eaux superficielles du canton de Genève, le Service de l'écologie de l'eau effectue un suivi régulier du Petit Lac en procédant à des analyses physico-chimiques et biologiques de ses eaux.

Ce rapport sur l'Etat écologique du Petit Lac en 2014 est une mise à jour d'un premier bilan publié en 2008 **(*Etat écologique du Petit Lac en 2008*), auquel on pourra se référer pour trouver certaines informations qui ne sont pas reprises dans le présent document.**
En effet, quelques chapitres ont été modifiés, ajoutés ou supprimés, en fonction des modifications observées depuis 2009 et afin d'éviter le rappel de notions déjà décrites.

2 LE PETIT LAC

Le Léman est constitué du Petit et du Grand Lac. Le Petit Lac est découpé par une série de cuvettes peu marquées tandis que le Grand forme un bassin unique (Figure 1).

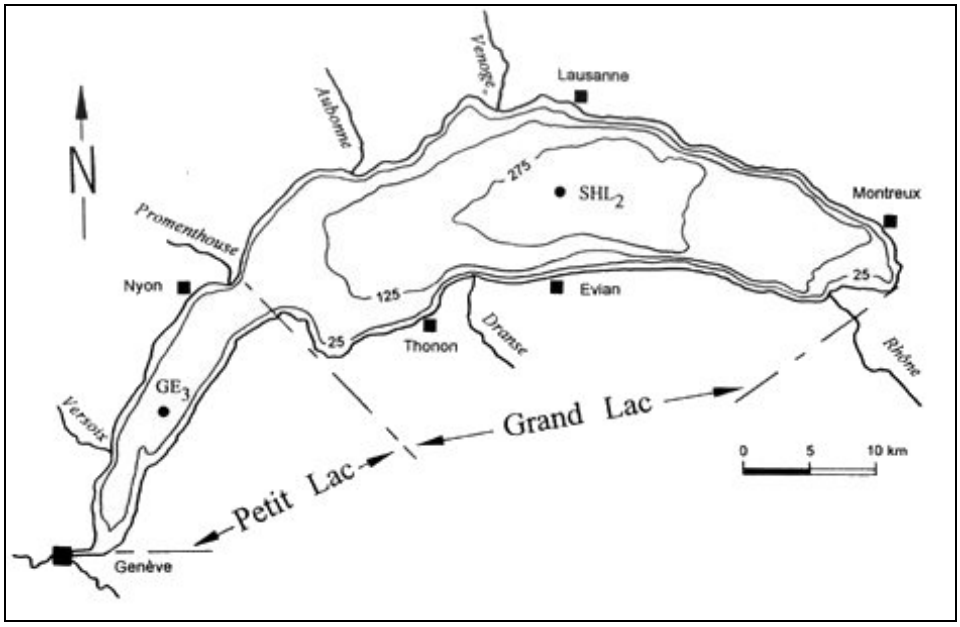


FIGURE 1 : LE LÉMAN ET SES PRINCIPAUX AFFLUENTS

Les Petit et Grand Lac peuvent être considérés comme deux lacs distincts, tant leurs caractéristiques intrinsèques diffèrent.

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DU LEMAN (CIPEL, 2012)

Caractéristiques morphologiques 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

2.1 Situation géographique des stations de prélèvements

Dans le cadre de ce rapport qui porte sur le Petit Lac, nous présentons principalement des résultats provenant de la station GE3, qui se situe au large d'Hermance, au-dessus d'une fosse lacustre de 76 mètres de profondeur (coordonnées X 506050 et Y 128000). Elle est illustrée sur la carte présentée ci-dessous.

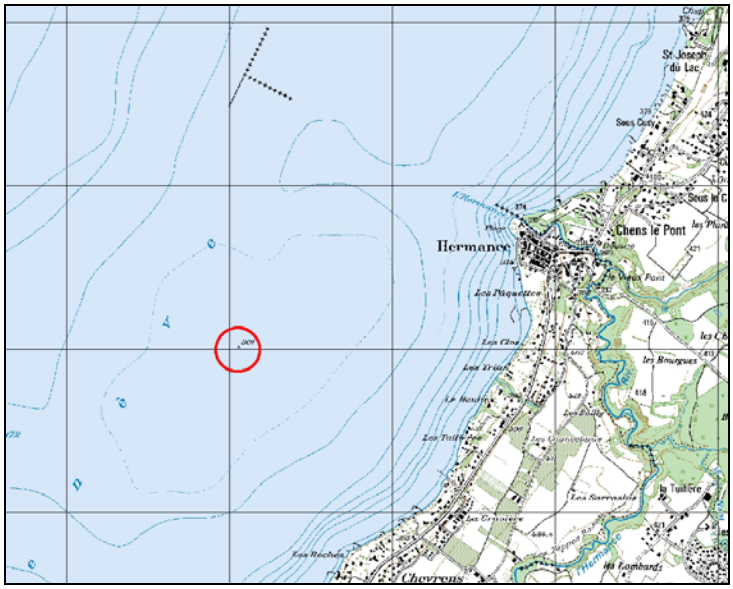


FIGURE 2 : LA STATION DE PRELEVEMENT GE3

Les autres points d'échantillonnage effectués au niveau du Petit Lac correspondent aux sites de baignade du canton de Genève.



FIGURE 3 : CARTE DES PLAGES DU CANTON DE GENEVE DE 2009 A 2014

TABLEAU 2 : LISTE DES PLAGES DU CANTON DE GENEVE DE 2009 A 2014

RIVE GAUCHE	RIVE DROITE
Hermance embouchure	Bains des Pâquis
Hermance plage	ONU Plage
Anières plage	Reposoir
Anières débarcadère	Chambésy plage
Corsier port	Vengeron (aval)
Gabiule	Vengeron (centre)
Savonnière	Port Gitana
Parc de la Nymphe	Genthod port Lullin
Port-Bleu	Creux-de-Genthod
Bellerive débarcadère	La Bécassine
Pointe-à-la Bise (aval)	Port-Choiseul parc
Belotte	Versoix plage
Ruth	Céligny plage
Tour-Carrée	
Port-Tunnel	
Genève-plage	
Baby-plage	

2.2 Hydrologie

Domaine de régularisation

L'acte inter-cantonal concernant la correction et la régularisation de l'écoulement des eaux du Léman entre les cantons de Genève, Vaud et Valais (L 2 15), fixe les mesures à prendre pour régulariser l'écoulement du Léman et les variations de son niveau. A cet effet, le barrage du Seujet est dédié à la régularisation du niveau du lac. En fonction depuis 1995, cet ouvrage permet une modulation des débits afin de respecter au mieux les différentes variations du niveau du lac, compris dans le domaine de régularisation.

Le domaine de régularisation se compose d'une enveloppe comme illustré à la figure suivante.

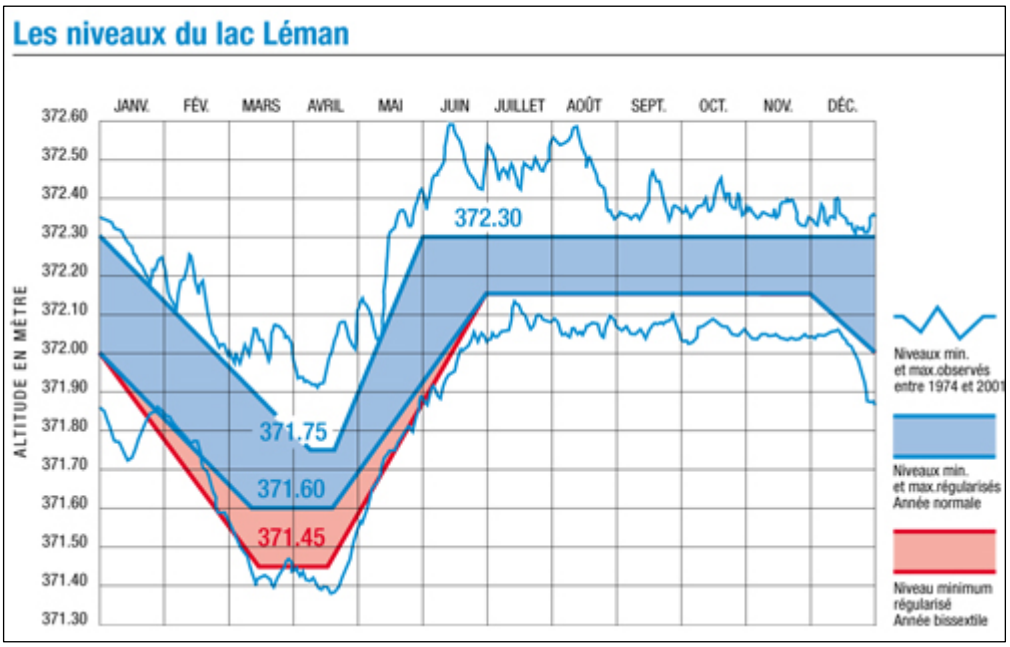


FIGURE 4 : LES NIVEAUX DU LAC LEMAN : EN BLEU = ANNEE NORMALE, EN ORANGE (NIVEAU MIN) = ANNEE BISSEXTILE.

http://www.ge.ch/themes

La figure suivante présente les niveaux du Léman de 2009 à 2014 :

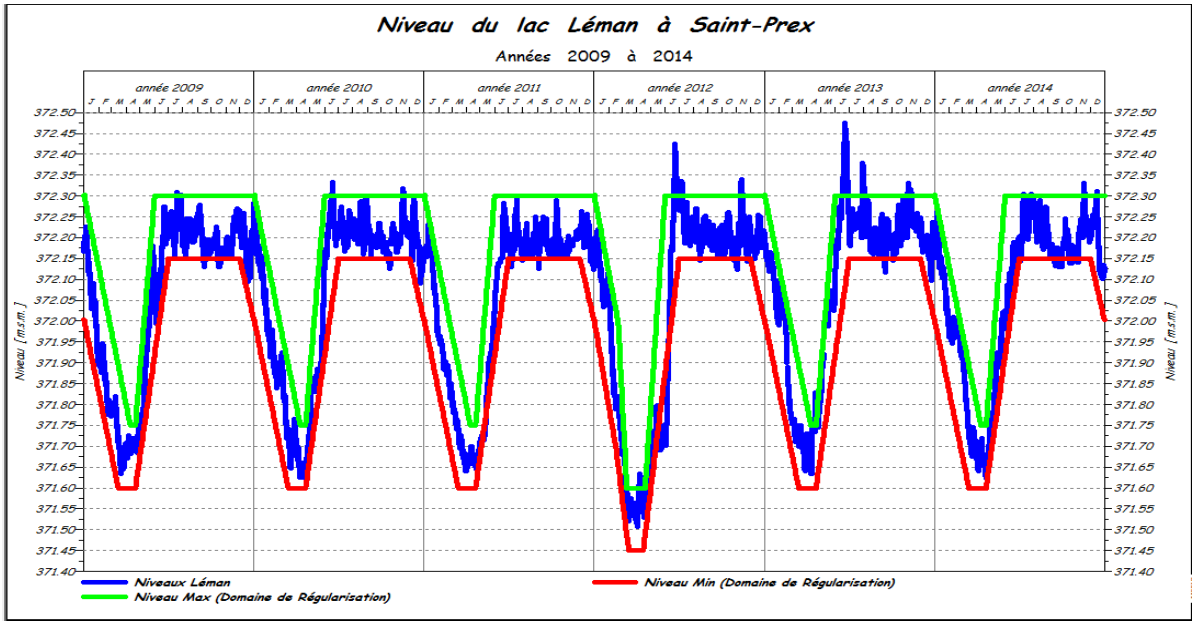


FIGURE 5 : LES NIVEAUX DU LAC LEMAN DE 2009 A 2014.

Pendant la période 2009 à 2014 le niveau du lac est sorti du « Domaine de régularisation » à trois reprises (juin 2012, juin et juillet 2013) de façon significative. Dans la plupart des cas de dépassement du niveau maximum du « Domaine de régularisation », on observe des situations météorologiques semblables. En effet, des remontées d'afflux d'air humide et instable, poussées par des courants du sud-ouest, provoquent des précipitations importantes sur l'ensemble du bassin versant lémanique. L'apport conséquent en volume d'eau que représentent ces précipitations peut s'amplifier pendant les mois d'avril à août, lorsque celles-ci s'abattent sur de la neige en fonte.

L'importance du dépassement du niveau du « Domaine de régularisation » est intimement liée à la qualité des prévisions météorologiques, à leurs interprétations et donc à l'anticipation (prise de décision) de l'ouverture des vannes du barrage du Seujet.

3 LES RIVES GENEVOISES DU LÉMAN

3.1 Etat des lieux

Selon l'inventaire de l'état morphologique des rives genevoises du Léman,q établi en 2004 par le bureau ECOTEC, moins de 2% du linéaire est diagnostiqué comme étant naturel, la grande majorité étant composée de murs et d'enrochements.

Cependant, depuis le dernier rapport sur l'état écologique du Petit Lac (2008), quelques embouchures de cours d'eau se jetant dans le Petit Lac ont été renaturées. Il s'agit de :

- L'embouchure de la Versoix (2010)
- L'embouchure de l'Hermance (2010)
- L'embouchure du nant d'Aisy (en cours)

La renaturation de l'embouchure de la Versoix a rétabli une dynamique alluviale augmentant ainsi la biogénicité de milieu, celle de l'Hermance a permis de protéger contre les inondations le bas du village et de diversifier l'habitat piscicole.

Selon la planification stratégique, volet renaturation, mise en place par le canton de Genève, les embouchures du nant de Pry et du canal le Brassu sont en priorité 2, c'est-à-dire à renaturer d'ici 10 ans (Corealis, 2014).
Au niveau cantonal, le SPAGE Lac Rhône Arve inscrit comme prioritaires des renaturations de certaines rives (rive gauche et droite de la Rade, à Hermance,…) (DGEau, 2014).
De plus, dans le cadre du projet de la plage publique et de l'aggrandissement du port de la Nautique, plusieurs aménagements/renaturations des rives du Petit Lac sont prévus (Urbaplan, 2014).
Ainsi, l'état des rives genevoises devrait nettement s'améliorer ces prochaines années.

Enfin, une méthode de diagnose écomorphologique des rives des lacs au niveau suisse, basée principalement sur l'analyse de l'état des rives et du territoire à l'aide d'orthophotos est en cours d'élaboration. Elle devrait être prochainement publiée dans le cadre du système modulaire gradué Lac (Schlosser et al. 2013). Elle motivera les cantons à renaturer les rives et permettra de suivre leur évolution écomorphologique.

3.2 La végétation aquatique des rives genevoises

D'après une étude effectuée en 2009 sur l'état écologique exprimé par la végétation macrophytique (AQUAPLUS, 2010), un bon état écologique n'est constaté que dans la partie du Petit Lac ; les résultats provenant des rives situées sur le Grand Lac traduisent une qualité médiocre. Ces différences sont, en partie, le fait des conditions naturelles du milieu (largeur de la beine et présence de sédiments fins) qui seraient moins dégradées au niveau du Petit Lac.

En 2011-2012, le service de renaturation des cours d'eau a mandaté l'université de Genève et la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture du Canton, pour effectuer un état des lieux de la faune et de la flore aquatique de la Grande Rade de Genève.
Le secteur de la Grande Rade comprend la partie du Petit Lac situé, en rive droite, du parc Mon-Repos au quai du Mont-Blanc puis, jusqu'à Genève-Plage en rive gauche. Ce mandat s'inscrivait dans le cadre du projet de la plage publique des Eaux-Vives et de l'agrandissement du port de la Nautique. Il avait également pour objectif d'évaluer l'impact potentiel du projet sur les biocénoses aquatiques.
Le rapport complet est disponible au SECOE (Lachavanne J-B. et al., 2013) ; seules les principales conclusions concernant la végétation aquatique sont reprises ci-dessous.

En 2011-2012, la flore aquatique de la Grande Rade se compose de 18 espèces. Toutes les espèces sont communes et se retrouvent sur les rives genevoises du Petit Lac. La liste des espèces est comparable à celle de 2008 (GREN, 2008). Cette diversité est relativement importante si on la compare à celle des autres ports du Léman, principalement en raison de la diversité des courants et des substrats.
D'une manière générale, les peuplements de plantes aquatiques sont plus complexes et variés près des rives qu'au centre de la Rade.

On observe un renversement des abondances relatives entre les plantes vasculaires, *Potamogeton pectinatus* en tête, et les herbiers de characées qui colonisent densément les zones profondes et calmes. Ces changements ont également été observés dans d'autres lacs suisses et sont liés à l'amélioration de la qualité des eaux du Petit Lac.

3.3 Le Macrozoobenthos des rives genevoises

En 2011, cinq secteurs de rives ont été échantillonnés dans la Grande Rade lors d'une seule campagne en avril 2011. L'ensemble des résultats est disponible dans le rapport Lachavanne et al. (2013). Les principales conclusions sont reprises ci-dessous.

Cinquante-neuf taxons ont été collectés, dont 47 déterminés à l'espèce.

Les mollusques (25 espèces) et les insectes (19 taxons, principalement des Trichoptères) sont les groupes les mieux représentés. Une seule espèce figure sur la liste rouge des mollusques de 2012 (Rütschi et al., 2012), il s'agit du Sphaeriidae *Pisidium lilljeborgii*, classé dans la catégorie ''vulnérable'' (confronté à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage). Aucune espèce n'est prioritaire pour la Confédération.

La richesse spécifique varie de 33 à 37 taxons, elle est plus faible que dans les cours d'eau, les étangs et les mares du canton. La biomasse n'est pas particulièrement élevée.

D'une manière générale, les nombreuses études, travaux de master et rapports techniques concernant la macrofaune benthique du Petit Lac sont peu comparables : stations de prélèvements, méthodes et degré de détermination des organismes diffèrent. Afin d'évaluer les impacts potentiels du réchauffement climatique sur de futurs aménagements et renaturations dans le Petit Lac, un monitoring du macrozoobenthos des rives genevoises devrait être mis en place. Le guide pour l'élaboration de modules d'appréciation des lacs suisses demande un suivi du marozoobenthos, mais la méthode n'est pas encore définie à ce jour (OFEV, 2013).

4 REJETS

4.1 Etat des lieux des exutoires

Dans l'ensemble de la période 2009 à 2014, aucun incident majeur n'est à déplorer concernant des rejets d'eaux usées dans le Petit Lac. La plupart ont eu lieu lors de fortes précipitations qui ont entrainé des surverses de déversoirs d'orages, notamment en août 2009 à la Pointe-à-la-Bise et en juillet et septembre 2014 au niveau de l'Hermance.
Plus rarement, des rejets ont été occasionnés par une panne de station de pompage (STAP) d'eaux usées, comme ce fut le cas au Vengeron en août 2014.

4.2 STEP Nant d'Aisy

La station d'épuration de Nant d'Aisy, mise en service en 1965 et permettant l'épuration des eaux usées d'environ 6000 habitants des communes d'Anières, de Collonge-Bellerive et de Corsier, a été mise hors service début 2015.
Les eaux usées sont désormais pompées depuis l'ancien emplacement de la STEP et acheminées vers celle d'Aïre, via une nouvelle branche du réseau primaire raccordée à l'existant. Il n'existe désormais plus de STEP genevoise dont les eaux épurées sont rejetées au Léman.
Cela contribuera à améliorer fortement la qualité des eaux du Nant d'Aisy et du lac.

4.3 Assainissement

L'un des enjeux principaux au niveau de l'assainissement a consisté en l'étude du fonctionnement hydraulique du réseau primaire de la rive gauche du lac après raccordement des eaux usées de la STEP de Nant d'Aisy. L'apport d'eaux usées supplémentaire ne devrait pas engendrer une augmentation des déversements au niveau des trop-pleins des stations de pompage disposées le long de la rive. Une étude d'optimisation du système a été menée par la direction générale de l'eau, en collaboration avec SIG (SPDE, 2015).

Deux actions d'envergure concernant le bassin versant du Vengeron seront réalisées à relativement court terme, avec un effet positif sur la qualité des eaux du cours d'eau et du lac. Il s'agit de :

- La réalisation par l'Aéroport International de Genève d'un bassin de rétention des eaux de dégivrage, qui seront acheminées et traitées à la station d'épuration d'Aïre plutôt que déversées dans le Vengeron.
- La réalisation par l'Office fédéral des routes d'un ouvrage de traitement des eaux de ruissellement de l'autoroute, dans le cadre des travaux de la jonction autoroutière du Grand-Saconnex.

Par ailleurs, les communes genevoises poursuivent leurs travaux de mise en séparatif et d'optimisation de leurs réseaux d'assainissement, en collaboration avec la Direction générale de l'eau.

5 BAIGNADE

5.1 Lieux de baignade

Tel que présenté au chapitre 2, le canton de Genève abrite une trentaine de sites de baignade situés autour du Léman.
La baignade est déconseillée dans toutes les rivières du canton de Genève en raison de la protection de la faune piscicole et aussi de la qualité bactériologique qui est très variable et imprévisible dans les cours d'eau. En effet, après un orage ou de fortes précipitations, ces conditions donnent parfois lieu à des surverses de déversoirs d'orage qui entrainent un apport d'eau de mauvaise qualité sanitaire.

Dans le but d'augmenter l'accès du public au lac, la plage des Eaux-Vives, dont la réalisation est prévue en 2019, est toujours en cours de projet.

Des informations sur les sites de baignade sont disponibles sous :
http://ge.ch/eau/baignades-et-plages

5.2 Qualité sanitaire

L'état sanitaire de l'eau de baignade est contrôlé par le secteur de la protection des eaux de manière bimensuelle, d'avril à octobre. Il est déterminé par le dénombrement d'*Escherichia coli*, une bactérie indicatrice de pollution fécale. Dans un milieu naturel, sa présence est normale, surtout à proximité d'oiseaux aquatiques, animaux à sang chaud qui, comme l'humain, libèrent des bactéries fécales dans leurs déjections.
Toutefois, des normes en termes de quantité (annexe A.1.1) sont à respecter pour protéger la santé publique. Lorsque ces normes sont dépassées, cela peut donner lieu à des recommandations ou entraîner la fermeture d'un site de baignade, jusqu'à ce que la situation redevienne favorable.

La figure suivante illustre l'évolution de l'état sanitaire de l'ensemble des plages genevoises de 2009 à 2014.

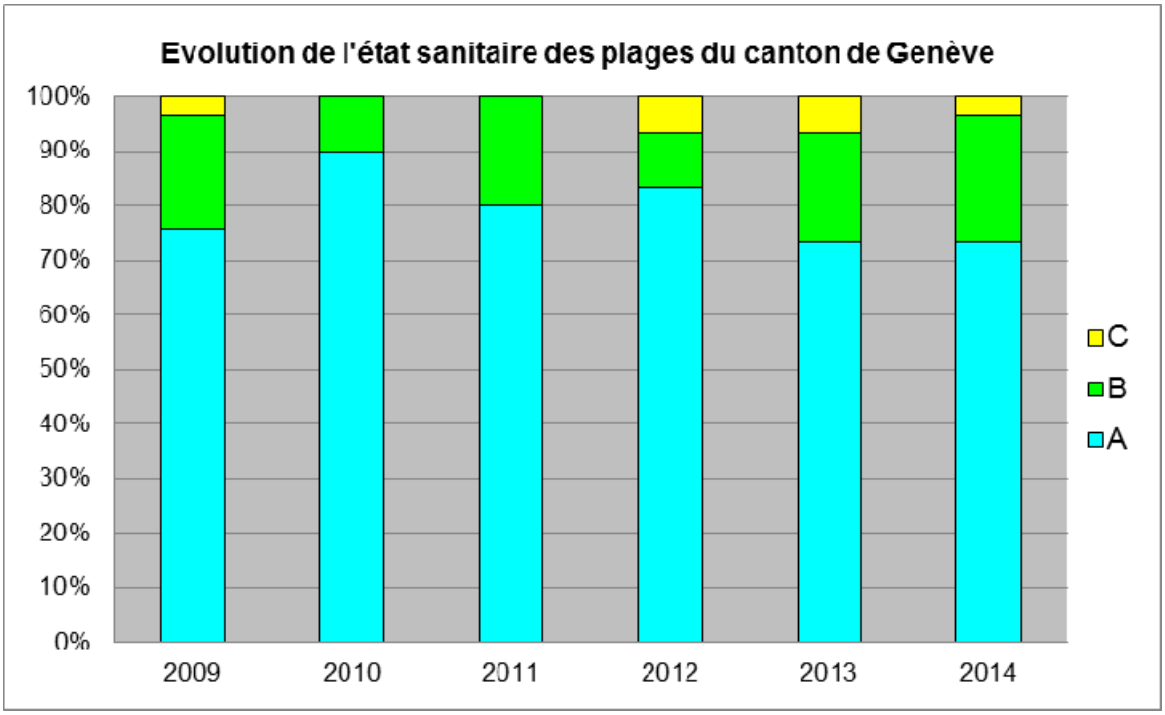


FIGURE 6 : EVOLUTION DE L'ETAT SANITAIRE DES PLAGES DU CANTON DE GENEVE DE 2009 A 2014
A : TRÈS BON, B : BON, C : MOYEN. (INTERPRÉTATION DES CLASSES : ANNEXE A.1.1).

De 2009 à 2014, on observe de légères fluctuations mais, dans l'ensemble le bilan est positif : 73 à 90% des plages se situent en classe A. Les plages pouvant être momentanément polluées (classe C), ne représentent qu'un très faible pourcentage (entre 3 et 7%). Le détail est présenté au tableau suivant.

TABLEAU 3 : ETAT SANITAIRE DES PLAGES DU CANTON DE GENÈVE DE 2009 À 2014.
A : TRÈS BON, B : BON, C : MOYEN. (INTERPRÉTATION DES CLASSES : ANNEXE A.1.1)

RIVE GAUCHE	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Hermance embouchure	A	B	A	A	A	C
Hermance plage	A	A	A	A	A	A
Anières plage	A	A	A	A	A	A
Anières débarcadère	A	A	A	A	A	A
Corsier port	A	A	A	A	A	A
Gabiule	A	A	A	A	B	A
Savonnière	B	A	A	B	A	A
Parc de la Nymphe	A	A	A	A	A	A
Port-Bleu	B	A	A	A	A	A
Bellerive débarcadère	B	A	B	B	B	A
Pointe-à-la Bise (aval)	B	B	B	C	C	B
Belotte	A	A	A	A	A	B
Ruth	A	A	A	A	A	A
Tour-Carrée	A	A	A	A	A	A
Port-Tunnel	A	A	A	A	A	A
Genève-plage	A	A	A	A	A	A
Baby-plage	B	A	A	A	A	A
RIVE DROITE						
Bains des Pâquis	A	A	B	A	A	A
ONU Plage	A	A	A	A	B	B
Reposoir	A	A	B	A	A	A
Chambésy plage	B	A	A	B	B	B
Vengeron (aval)	C	A	B	C	A	B
Vengeron (centre)	-	A	A	A	A	B
Port Gitana	A	A	A	A	C	A
Genthod port Lullin	A	A	A	A	A	A
Creux-de-Genthod	A	A	A	A	A	B
La Bécassine	A	A	B	A	B	A
Port-Choiseul parc	A	A	A	A	B	A
Versoix plage	A	A	A	A	A	A
Céligny plage	A	B	A	A	A	A

Les plages pouvant se trouver momentanément polluées sont **Port Gitana** en 2013 et **Hermance embouchure** en 2014. Ces résultats médiocres sont attribuables à des épisodes de fortes précipitations qui provoquent parfois le débordement de déversoirs d'orages ; ils ne traduisent pas de problèmes de pollution chroniques.

Concernant la plage du **Vengeron aval**, l'état sanitaire moyen en 2009 et 2012, est imputable aux rivières du Gobé et du Vengeron qui déversent une eau de mauvaise qualité. Plusieurs dépassements (>1000 UFC/100mL) ont été enregistrés en 2011, 2012 et 2013.

Enfin, comme constaté en 2008, le cas de la plage de **Pointe-à-la-Bise aval** (en classe C en 2012 et 2013) a donné lieu à d'intenses investigations en vue d'identifier l'origine de la pollution observée. En 2010, 14 des 17 dysfonctionnements du réseau d'assainissement mis en évidence par le SECOE ont été supprimés. La procédure de mise en conformité est en cours pour les trois derniers. Malgré cette amélioration, l'état sanitaire de Pointe-à-la-Bise reste encore très variable. Cette situation s'explique par l'influence de la roselière qui est située à proximité et qui favorise un apport important de matière fécale produite par les oiseaux aquatiques. La variabilité du nombre d'*Escherichia coli* décelées lors des contrôles est, en partie, tributaire des courants lacustres.

La figure suivante représente la carte des plages du Canton de Genève, illustrant leur état sanitaire, à la fin de la saison 2014.



FIGURE 7 : CARTE DE L'ETAT SANITAIRE DES PLAGES DU CANTON DE GENEVE EN SEPTEMBRE 2014

Mise à jour régulièrement, cette carte peut être consultée sous :
http://ge.ch/eau/baignades-et-plages/la-carte-de-qualite

5.3 Exigences de l'Union européenne

Depuis 2013, le SECOE communique les résultats de la qualité des eaux de baignade du canton de Genève à l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) qui les transmet à l'Agence européenne pour l'environnement (AEE).
Pour évaluer la qualité des eaux de baignade au niveau européen (directive européenne sur les eaux de baignade), il faut disposer d'un ensemble de données minimales sur 4 ans, avec au moins 4 prélèvements d'échantillons. Ces données pourront ensuite être intégrées à la carte de qualité des eaux de baignade européennes.

5.4 Puces de canard ou dermatite du baigneur

Bien que l'eau du Léman soit d'un bon état sanitaire et hautement recommandable à la baignade, cela n'empêche pas la présence de puces de canard. En effet, le développement de ces larves "cercaires", communément appelés puces de canard, ne dépend pas de la qualité de l'eau.

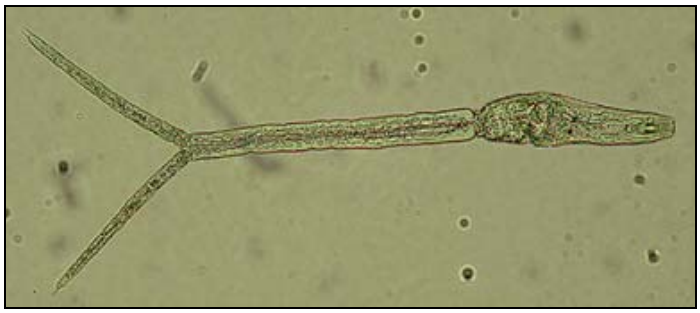


Photo 1 : Cercaire du *Trichobilharzia szidati* communément appelé "puce de canard"
(© Dr Helmut Sattmann, musée d'histoire naturelle de Vienne)

La problématique de la "dermatite du baigneur" préoccupe les spécialistes depuis plus de 50 ans et de nombreuses études et publications existent déjà sur le sujet.
Nombre d'entre elles ont décrit des conditions théoriques favorisant l'apparition des cercaires (température de l'eau supérieure à 20°C, eau peu profonde (30 à 50 cm), présence d'herbiers de plantes aquatiques, de canards, etc.) mais, qui sont souvent démenties par la réalité du terrain.
En effet, de nombreux cas de dermatites se sont manifestés à des températures relativement fraîches et en l'absence de macrophytes.
Il est encore difficile de comprendre pourquoi les larves apparaissent lorsque les conditions "optimales" ne sont pas réunies.

Par exemple, dans le lac d'Annecy, malgré des mesures de prévention mises en place depuis 2005 (chasse des canards col vert, raclage des fonds pour enlever les limnées, faucardage…), le bilan de l'été 2013 relate une augmentation des cas de dermatites. (Rapport d'activité SILA 2013, Dermatite cercarienne au lac d'Annecy). On tente d'expliquer le phénomène par des conditions météo qui auraient été favorables à leur développement.

Il ne faut pas oublier qu'un lac est un milieu naturel au fonctionnement complexe et en partie encore méconnu. Pour cette raison, toute intervention sur un écosystème que l'on souhaite contrôler, comporte une part d'imprévu.
C'est pourquoi, malgré des méthodes de contrôle impliquant la mobilisation de ressources souvent importantes, il reste difficile de prévoir l'émergence des cercaires.

En l'absence de "prévision" possible, les recommandations suivantes restent donc, malgré tout, conseillées :

- Eviter de se baigner dans des eaux chaudes et peu profondes, en particulier à proximité d'herbiers de plantes aquatiques.
- Pour les bons nageurs, utiliser une embarcation pour s'éloigner du rivage et se baigner en eau profonde.
- Se doucher et se frotter dès la sortie du bain.
- Se sécher énergiquement avec un linge.
- Eviter de se gratter, soulager l'inconfort par des compresses froides ou une crème contre les démangeaisons.

Enfin, les personnes trop incommodées par de fortes réactions dermatologiques peuvent se replier sur la baignade en piscine.

Des informations complémentaires sont disponibles sur le site suivant :
http://ge.ch/eau/baignades-et-plages/puces-de-canard

6 INDICATEUR "SUIVI ÉCOLOGIQUE DU PETIT LAC"

Comme le préconise l'OEaux, un lac doit être au plus près de son "état naturel", ou **"état de référence"** à partir duquel sont établies les valeurs-seuils et objectifs des paramètres mesurés pour l'évaluation de son état écologique.

Initialement, le niveau trophique du Léman était méso-oligotrophe. D'un point de vue chronologique, son état de référence correspond à la fin des années 50, avant qu'il ne subisse l'impact de l'augmentation des pressions anthropiques.

6.1 DESCRIPTION : choix des paramètres et modification des seuils

En 2008, quatre paramètres avaient été retenus par le SECOE pour évaluer la qualité écologique du Petit Lac.

1. Phosphore total (Ptot)
2. Oxygène dissous ($O_{2)}$
3. Biomasse phytoplanctonique (Phyto)
4. Cyanobactéries (CYA)

En **2014**, une mise à jour a été effectuée, toujours en tenant compte des exigences légales et des problématiques spécifiques liées au Petit Lac (Annexe 3).

Inscrit au tableau de bord du SECOE, l'indicateur "Suivi écologique du Petit Lac" est basé sur :

- OEaux 1998
- CIPEL Tableau de bord technique 2014
- OCDE 1982 Eutrophisation des eaux : Méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte
- DCE Circulaire 2000/16.

Les points 1, 2 et 3 ont été maintenus avec, pour le Ptot et le Phyto, une adaptation des valeurs-seuils, basées sur les nouveaux objectifs de la CIPEL *(Tableau de bord technique 2014 (Plan d'Action 2011-2020).*
Selon les recommandations de la CIPEL, les valeurs de biomasse phytoplanctonique annuelle moyenne pour le Léman devraient être < 1000 mg/m^3.
Pour la DCE, cette valeur correspond à la limite du « bon état » de qualité des eaux.
Comme les épisodes de trop forte croissance algale persistent dans le Léman (biomasses annuelles moyennes > à 1000 mg/m^3), la CIPEL a revu à la baisse les objectifs à atteindre d'ici 2020.
Pour satisfaire l'OEaux relative à la qualité des eaux de surface et exigences supplémentaires pour les étendues d'eau : *"La teneur en nutriments doit permettre une production de biomasse qui ne dépasse pas la moyenne ; les conditions naturelles sont réservées" ;* cette moyenne correspond à des concentrations en **phosphore total se situant entre 10 -15 µg/L.**

Comme le montre le tableau suivant, le Ptot est également pris en compte dans l'évaluation trophique de l'OCDE. On peut observer que les valeurs-seuils nouvellement établies par la CIPEL, (entre 10 et 15 µg/L) correspondent à des conditions mésotrophes se situant à la limite de l'oligotrophie. Ces conditions permettent une bonne croissance biologique (pêche) tout en limitant les nuisances (algues).

TABLEAU 4 : CRITÈRES DES CATÉGORIES TROPHIQUES SELON L'OCDE, 1982.

Catégorie trophique (OCDE)	[Ptot] µg/L Moy.ann.	[Chla] µg/L Moy.ann.	[Chla] µg/L Max	Secchi (m) Moy.ann.	Secchi (m) Min
Ultra-oligotrophie	≤ 4.0	≤ 1.0	≤ 2.5	≥ 12.0	≥ 6.0
Oligotrophie	≤ 10.0	≤ 2.5	≤ 8.0	≥ 6.0	≥ 3.0
Mésotrophie	10 à 35	2.5 à 8	8 à 25	6 à 3	3 à 1.5
Eutrophie	35-100	8 à 25	25 à 75	3 à 1.5	1.5 à 0.7
Hypereutrophie	≥ 100	≥ 25	≥ 75	≤ 1.5	≤ 0.7

En 2008, le SECOE utilisait déjà les mesures de **chlorophylle *a*** (Chl *a*) (valeurs mesurées en laboratoire) et de **transparence** (Secchi) pour l'application des méthodes de surveillance et d'évaluation de l'OCDE. En 2014, ces deux paramètres sont ajoutés à la liste des outils servant à l'application de l'indicateur "Suivi écologique du Petit Lac".

Concernant l'**oxygène dissous** (O_2), il n'y a pas de modification de la valeur-seuil : la concentration minimale de 4 mgO_2/L au fond d'un plan d'eau demeure, afin de garantir de bonnes conditions pour la faune aquatique (OEaux, 1998).

Enfin, les **cyanobactéries** avaient initialement été choisies par le SECOE pour leur importance au niveau santé publique mais, n'étant généralement pas utilisées pour l'appréciation de l'état écologique d'un lac *(Système d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse (OFEV, 2013)* et non inscrites au tableau de bord CIPEL, elles n'ont pas été retenues.
Toutefois, le SECOE, dans le cadre de son mandat de surveillance des eaux de surface, maintient sa collaboration avec le chimiste cantonal et les SIG dans le cas d'une forte abondance de ce groupe algal et d'un risque de toxicité dans le Petit Lac.

L**'Indice Brettum (IB)** a été développé pour évaluer l'état trophique des lacs, correspondant à la concentration en nutriments présents dans l'eau. Il a été ajouté comme indicateur au tableau de bord de la CIPEL et adopté par le SECOE.
Cet indice tient compte de la composition taxonomique (type d'algues) et de la biomasse phytoplanctonique (quantité d'algues). L'IB est mesuré de 1 (mauvais) à 6 (très bon état) ; l'objectif à atteindre est la valeur de 4 (lac en bon état).

6.2 RESULTATS : Evolution des paramètres

Pour les résultats présentés aux figures 8, 9 et 11, en plus des moyennes annuelles, des moyennes coulissantes sur cinq ans ont été calculées, ceci afin d'atténuer les différences interannuelles et ainsi, dégager les tendances évolutives globales de chacun des paramètres.

6.2.1 Phosphore total

La figure suivante présente l'évolution des teneurs en phosphore total.

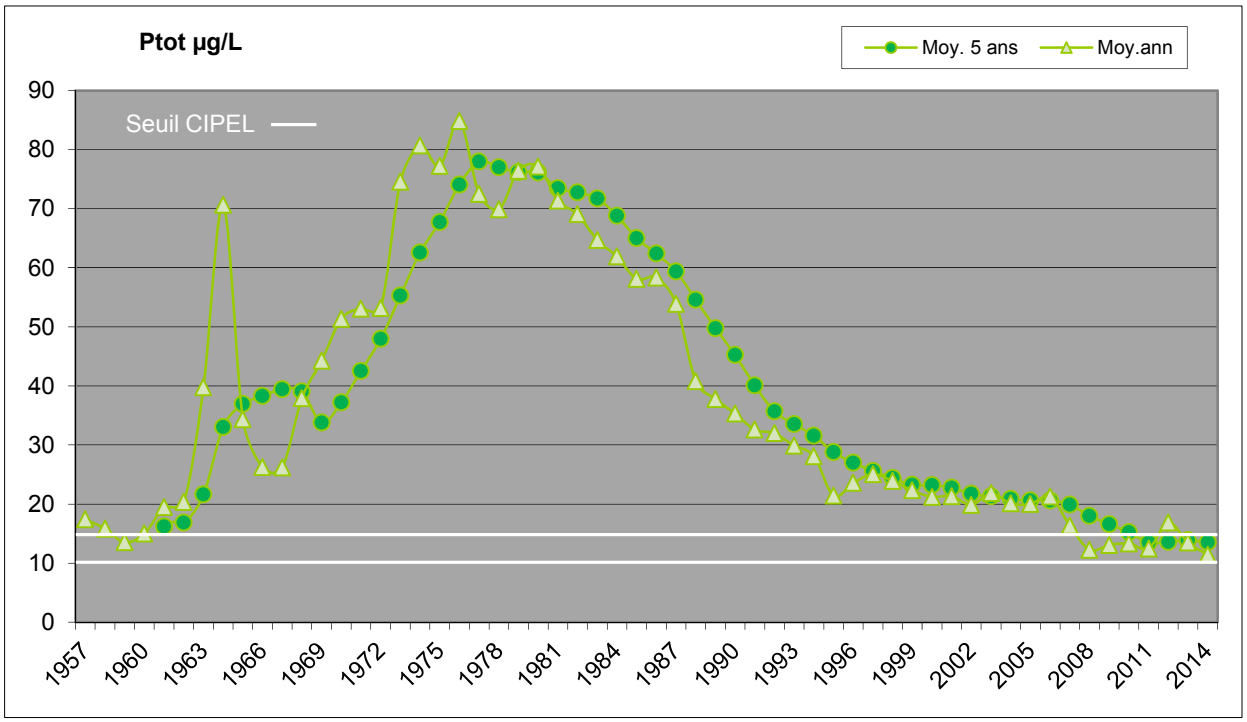


FIGURE 8 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PHOSPHORE TOTAL (MOYENNES ANNUELLES PONDÉRÉES ET MOYENNES COULISSANTES SUR 5 ANS) DE 0 À 70 M, DE 1957 À 2014, À LA STATION GE3.

La baisse des concentrations en phosphore total, amorcée au début des années 80 se poursuit dans le Petit Lac. A l'exception de l'année 2012 où la moyenne annuelle avoisine les 17 µg/L, entre 2009 et 2014, les valeurs se maintiennent entre 10 et 15 µg/L, comme le recommande la CIPEL.

6.2.2 Phytoplancton

Les valeurs des biomasses phytoplanctoniques sont illustrées à la figure suivante.

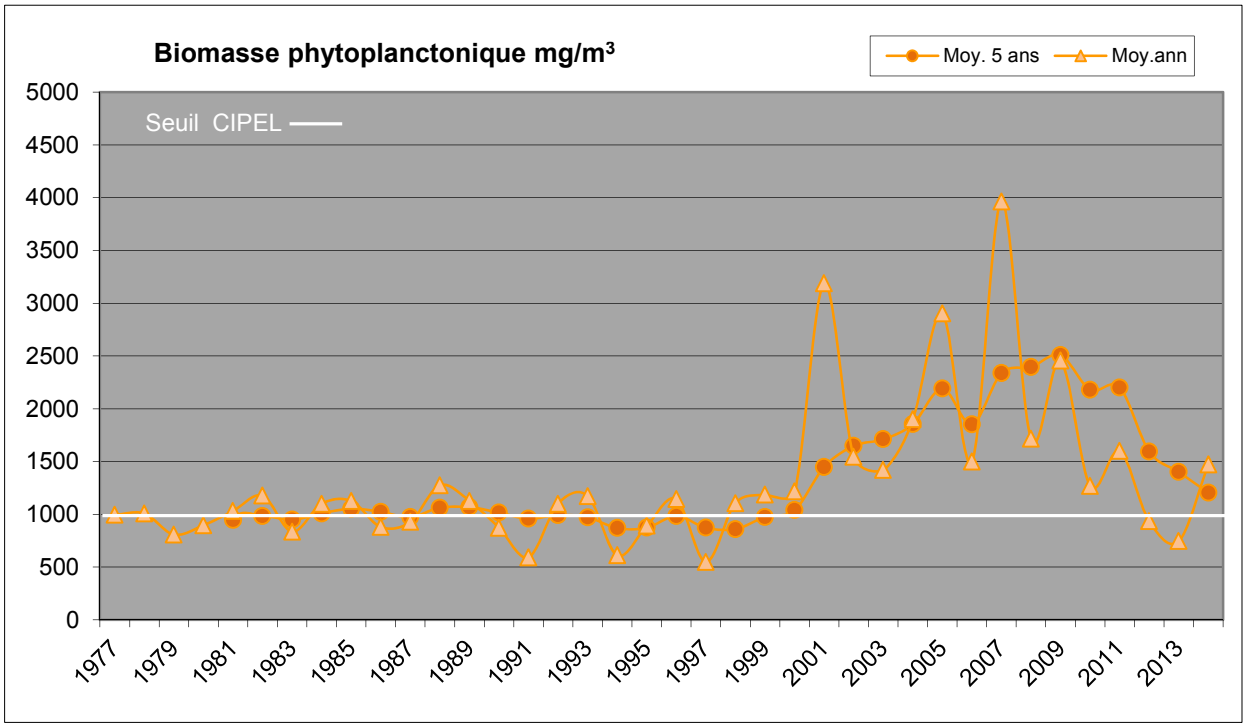


FIGURE 9 : EVOLUTION DES BIOMASSES PHYTOPLANCTONIQUES (MOYENNES ANNUELLES ET MOYENNES COULISSANTES SUR 5 ANS) ENTRE 0-20 M, DE 1977 À 2014, À LA STATION GE3.

Depuis 2009, la courbe des moyennes de biomasses phytoplanctoniques a amorcé une descente qui pourrait être liée à la baisse du taux de phosphore dans le milieu. Cette tendance semble vouloir se maintenir, mais les valeurs doivent encore diminuer pour correspondre au « bon état » de qualité des eaux.

L'Indice Brettum (IB) est présenté à la figure suivante.

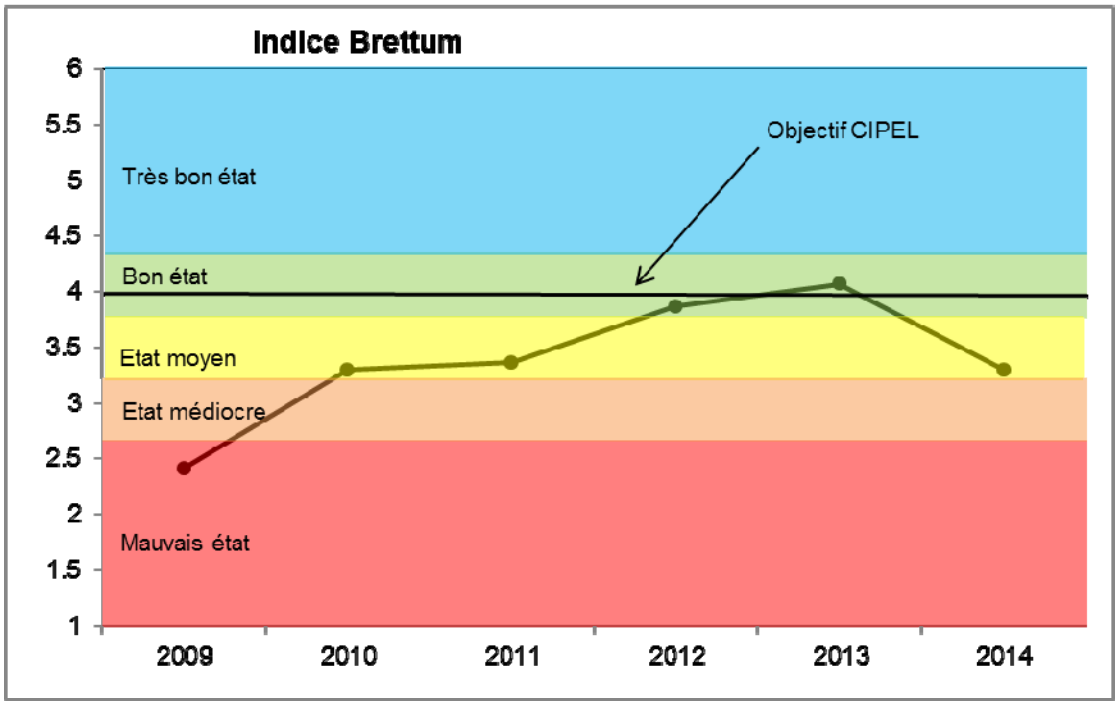


FIGURE 10 : EVOLUTION DE L'INDICE BRETTUM, DE 2009 À 2014, À LA STATION GE3.

En 2014, l'IB n'atteint pas l'objectif CIPEL mais en revanche, on observe qu'il a progressé de manière constante de 2009 à 2013, année où il franchit la barre de 4, correspondant à un bon état trophique. On peut y voir une tendance favorable, mais qui reste à vérifier dans les années à venir.

La baisse de l'IB observée en 2014, est d'une part attribuable à une plus grande abondance de deux espèces de Chlorophycées associées à un milieu trophique riche en nutriments et d'autre part, à une plus faible concentration de certaines Diatomées inféodées à des conditions oligotrophes. Cette baisse de l'indice Brettum peut être passagère, sans toutefois indiquer une tendance plus générale. En effet, dans un milieu lacustre de l'ampleur du Léman, les modifications globales s'opèrent sur de nombreuses années.

6.2.3 Oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous mesurées au fond du Petit Lac, sont illustrées ci-dessous.

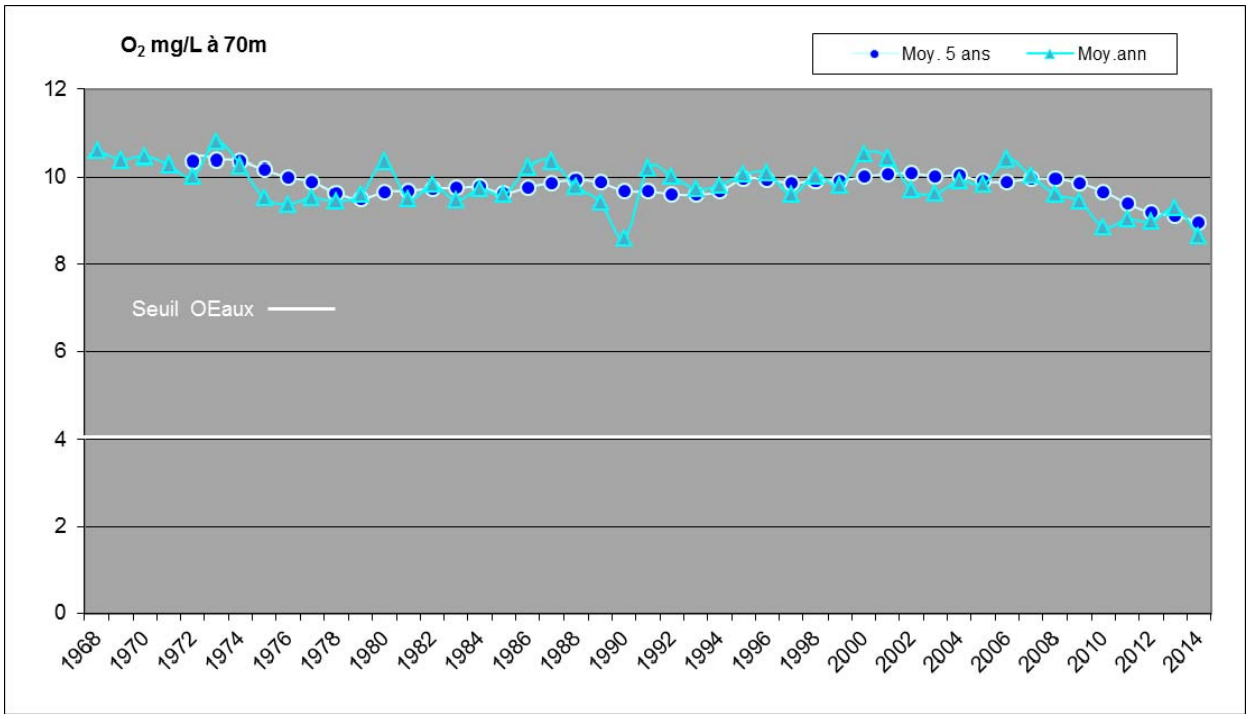


FIGURE 11 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN OXYGÈNE DISSOUS (MOYENNES ANNUELLES ET MOYENNES COULISSANTES SUR 5 ANS) À 70 M, DE 1968 À 2014, À LA STATION GE3.

Malgré une légère tendance à la baisse depuis 2009, le taux d'oxygène dissous au fond du Petit Lac demeure bien au-dessus du minimum de 4 mgO_2/L exigé par l'OEaux.

Cette baisse des concentrations pourrait s'expliquer par les fortes biomasses algales observées en 2009, (ainsi qu'en 2007, si l'on tient compte du phénomène de résilience) (cf. Figure 9). En effet, les décomposeurs qui s'attaquent au phytoplancton sont de grands consommateurs d'O_2 et pourraient donc être en partie responsables de cette chute.

Cependant, grâce au brassage annuel de ses eaux, le Petit Lac devrait conserver de bonnes conditions d'oxygénation.

6.3 Niveau trophique défini par l'OCDE

Le tableau suivant ainsi que les figures 12 à 16, illustrent le niveau trophique du Petit Lac, déterminé en fonction des divers paramètres pris en compte par l'OCDE.

TABLEAU 5 : SITUATION TROPHIQUE DU PETIT LAC EN 2014, EN FONCTION DES PARAMÈTRES CHOISIS PAR LA CLASSIFICATION DE L'OCDE.

	[Ptot] µg/L Moy.ann.	[Chla] µg/L Moy.ann.	[Chla] µg/L Max	Secchi (m) Moy.ann.	Secchi (m) Min
Valeurs 2014	11.41	2.50	5.49	6.70	3.30
Catégorie trophique (OCDE)	Mésotrophie	Mésotrophie	Oligotrophie	Oligotrophie	Oligotrophie

D'après les critères d'évaluation de l'OCDE, l'état trophique du Petit Lac en 2014, est méso-oligotrophe.
L'évolution de l'état trophique au cours du temps, en fonction des divers paramètres, est présentée ci-dessous.

6.3.1 Phosphore

Les valeurs de concentrations en Ptot ont déjà été présentées au § 6.2.1, mais sont reprises ici pour y ajouter les niveaux trophiques correspondants.

L'évolution de ces valeurs est illustrée ci-dessous.

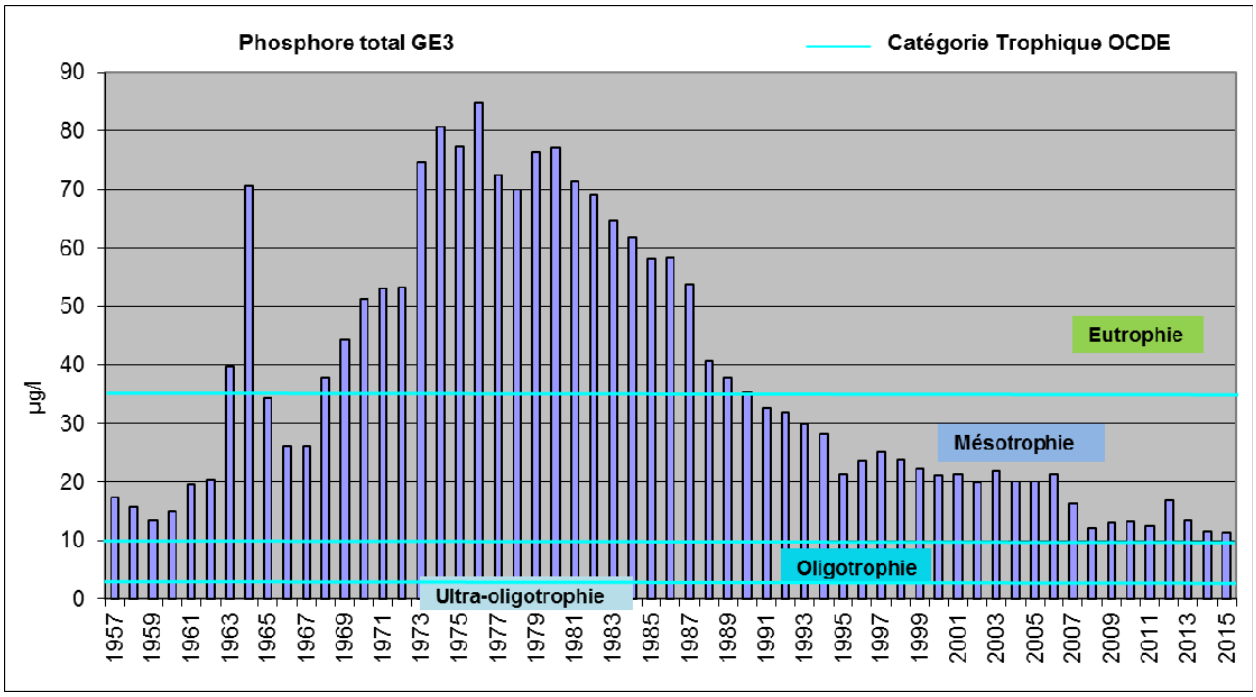


FIGURE 12: EVOLUTION DES CONCENTRATIONS MOYENNES PONDÉRÉES EN PHOSPHORE TOTAL DE 1957 À 2014, À LA STATION GE3.

Depuis le début des années 90, les concentrations en phosphore dans le Petit Lac correspondent à des conditions mésotrophes. Depuis 2008, la tendance se rapproche d'un état oligotrophe.

6.3.2 Chlorophylle *a*

La chlorophylle est l'un des pigments responsables de la photosynthèse. Il existe plusieurs types de chlorophylles, mais seule la **chlorophylle *a*** (Chl *a*) est présente dans tous les végétaux. C'est pourquoi la mesure de sa concentration dans l'eau est utilisée comme indicateur de la quantité de plancton végétal.

La figure suivante illustre les valeurs **moyennes** de chlorophylle *a*.

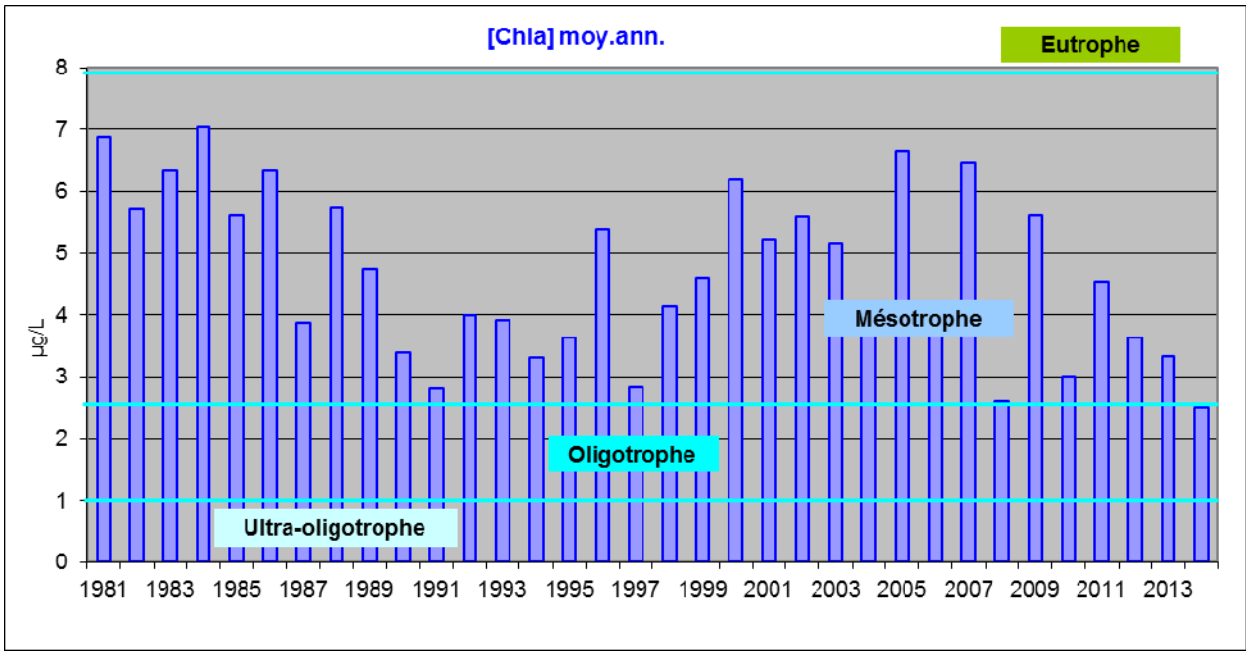


FIGURE 13 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS MOYENNES EN CHLOROPHYLLE A DE 0 À 20 M, DE 1981 À 2014, À LA STATION GE3.

De 2009 à 2013, les concentrations moyennes de chlorophylle *a* correspondent à des conditions mésotrophes. Presque atteintes en 2008, ce n'est qu'en 2014 que, pour la première fois depuis 1981, elles basculent dans la zone oligotrophe. Les prochaines années permettront de vérifier si cette tendance favorable se maintient.

Les valeurs élevées enregistrées dans les années 2000 sont attribuables à *Mougeotia gracillima*, une algue de grande taille et adaptée à de faibles intensités lumineuses (cf. § 7.5.1) tandis qu'au début des années 80, elles étaient principalement dues à des espèces de petites tailles, appartenant au groupe pigmentaire des Chrysophycées.

Les valeurs **maximales** de chlorophylle *a* sont présentées à la figure suivante.

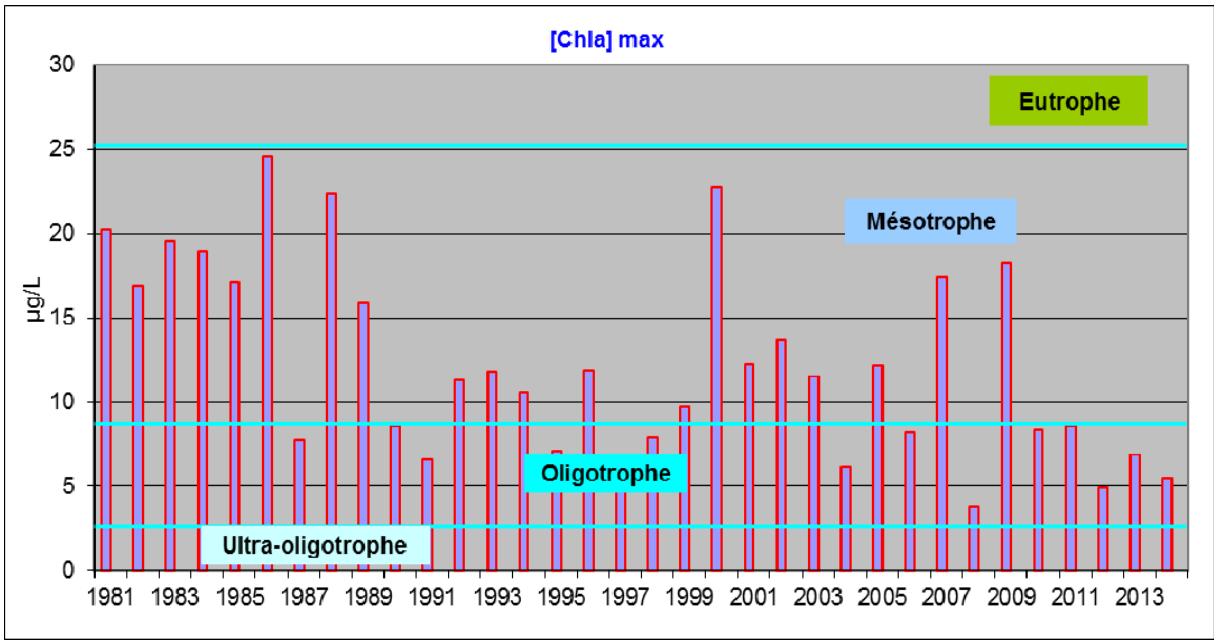


FIGURE 14 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS MAXIMALES EN CHLOROPHYLLE A DE 0-20 M, DE 1981 À 2014, À LA STATION GE3.

A l'exception de l'année 2009 où le développement de *Mougeotia* a contribué à l'enregistrement de fortes concentrations de chlorophylle *a*, de 2010 à 2014, les valeurs maximales sont demeurées en dessous de 10 µg/L, correspondant à des conditions d'oligotrophie.

6.3.3 Transparence (Disque de Secchi)

Ci-dessous, sont présentées les valeurs annuelles **moyennes** de Secchi.

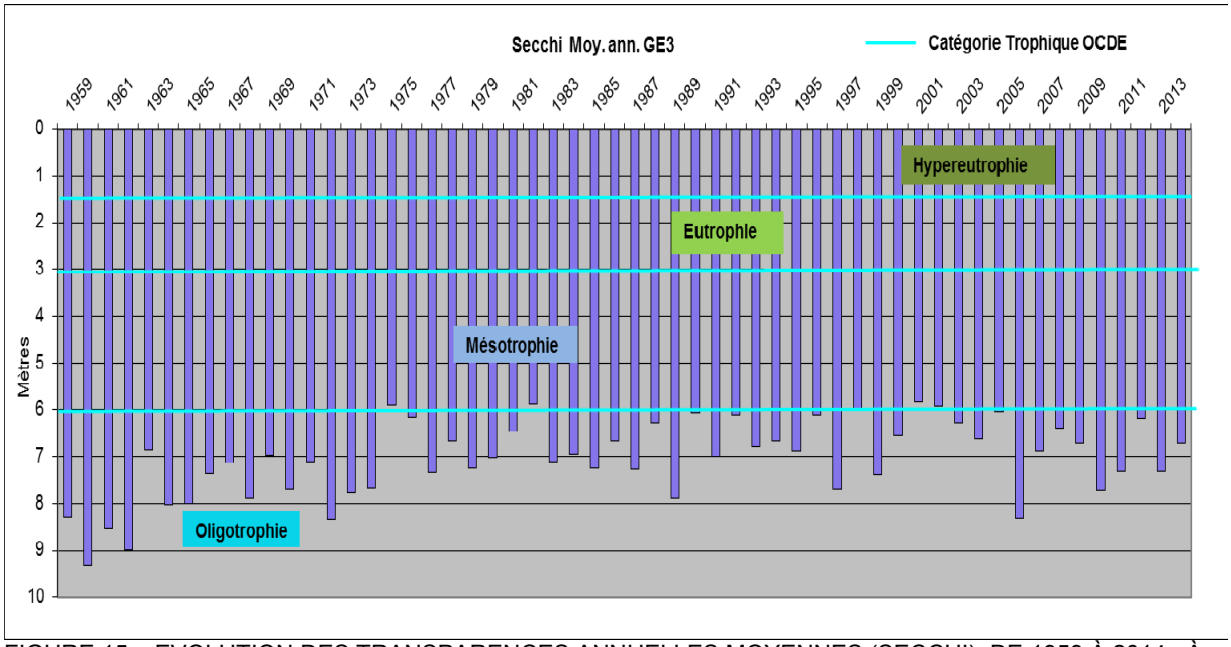


FIGURE 15 : EVOLUTION DES TRANSPARENCES ANNUELLES MOYENNES (SECCHI), DE 1959 À 2014, À LA STATION GE3.

De 2009 à 2014, les valeurs de transparences moyennes dans le Petit Lac, se maintiennent en zone oligotrophe.

La figure suivante illustre les valeurs annuelles **minimales** de Secchi.

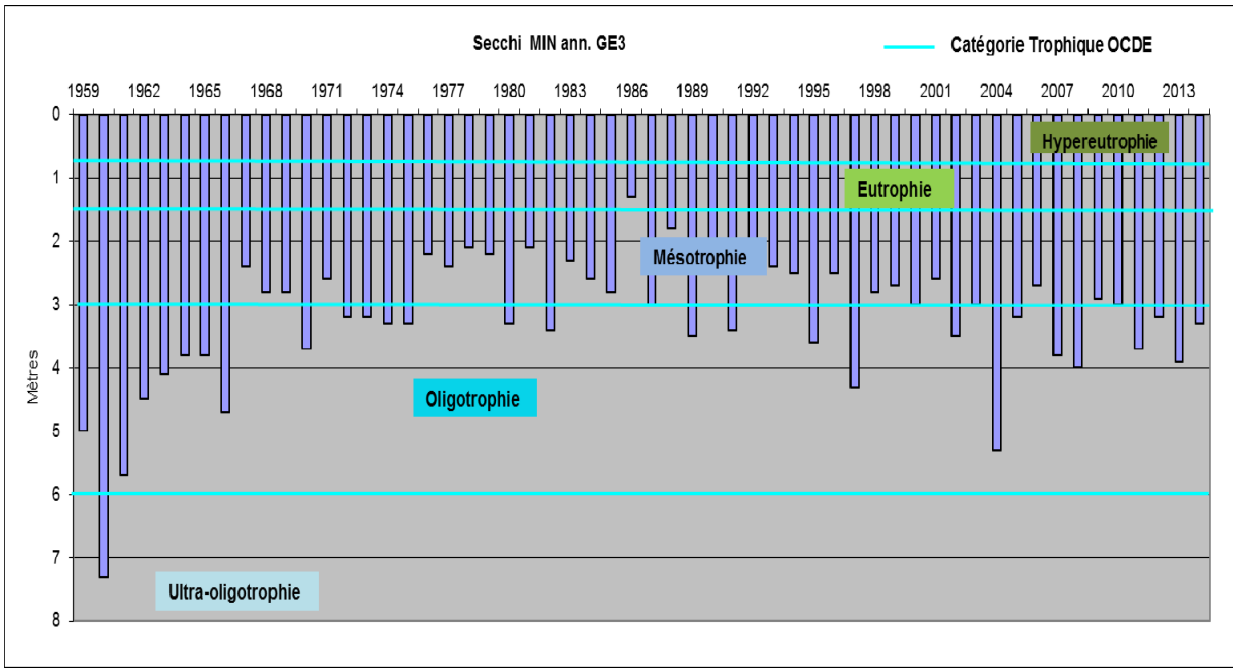


FIGURE 16 : EVOLUTION DES TRANSPARENCES MINIMALES (SECCHI) À LA STATION GE3.

Sauf en 2009 où la valeur de transparence annuelle minimale (2.9m) n'atteint pas 3 mètres, de 2010 à 2014, les valeurs se maintiennent dans la zone oligotrophe.

7 RÉSULTATS / "MONITORING" (SUIVI À LONG TERME)

7.1 Paramètres physico - chimiques

Dans le Petit Lac, les prélèvements pour les analyses physico-chimiques sont effectués mensuellement sur toute la colonne d'eau aux profondeurs suivantes : surface, 2.5 m, 5 m, 7.5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 30 m, 50 m, 70 m.

L'évolution des paramètres mesurés, pour la période de 2009 à 2014, apparaît dans le tableau suivant. Les exigences chiffrées en matière de qualité physico-chimique pour les eaux de surface et les étendues d'eau sont fixées par l'OEaux.

TABLEAU 6 : SITUATION EN MATIÈRE DE QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DU PETIT LAC ENTRE 0 ET 70 M, DE 2009 À 2014.

La DBO5 et le mercure ne sont pas analysés sur les échantillons du lac.

Paramètres	Minimum 2009-2014	Maximum 2009-2014	Exigences	Remarques
Carbone organique dissous *(COD)*	0.83	2.04	1 à 4 mg/L C	La valeur inférieure est valable pour les eaux naturellement peu polluées
Ammonium *(somme de $N\text{-}NH_4$+ et $N\text{-}NH_3$)*	nd	0.049	Pour une température : > 10° C : 0.2 mgN/L < 10° C : 0.4 mgN/L	
Nitrate (*$N\text{-}NO_3$-)*	0.17	0.74	5.6 mgN/L *(correspond à 25 mg NO_3-/L)*	Pour les cours d'eau qui servent à l'approvisionnement en eau potable
Plomb *(Pb)*	<0.06	0.59	1 µg/L Pb (dissous)	
Cadmium *(Cd)*	<0.003	0.05	0.05 µg/L Cd (dissous)	
Chrome *(Cr)**	<0.03	0.19	2 µg/L Cr (III et VI)	
Cuivre *(Cu)*	0.26	1.57	2 µg/L Cu (dissous)	
Nickel *(Ni)*	0.32	3.91	5 µg/L Ni (dissous)	
Oxygène dissous *(O_2)*	6.05	12.24	> 4 mg O_2	Exigence supplémentaire pour les étendues d'eau
Zinc (Zn)	<0.3	3.52	5 µg/L (dissous)	

* Le Cr n'est validé que depuis janvier 2007

La qualité physico-chimique des eaux du Petit Lac est satisfaisante pour les éléments analysés. Tous les échantillons satisfont les exigences pour les paramètres dits majeurs (COD, NH_4, NO_3 et l'O_2 dissous).
Les valeurs enregistrées pour les métaux sont également dans les normes.

7.1.1 Azote

L'évolution du nutriment azote est présentée à la figure suivante.

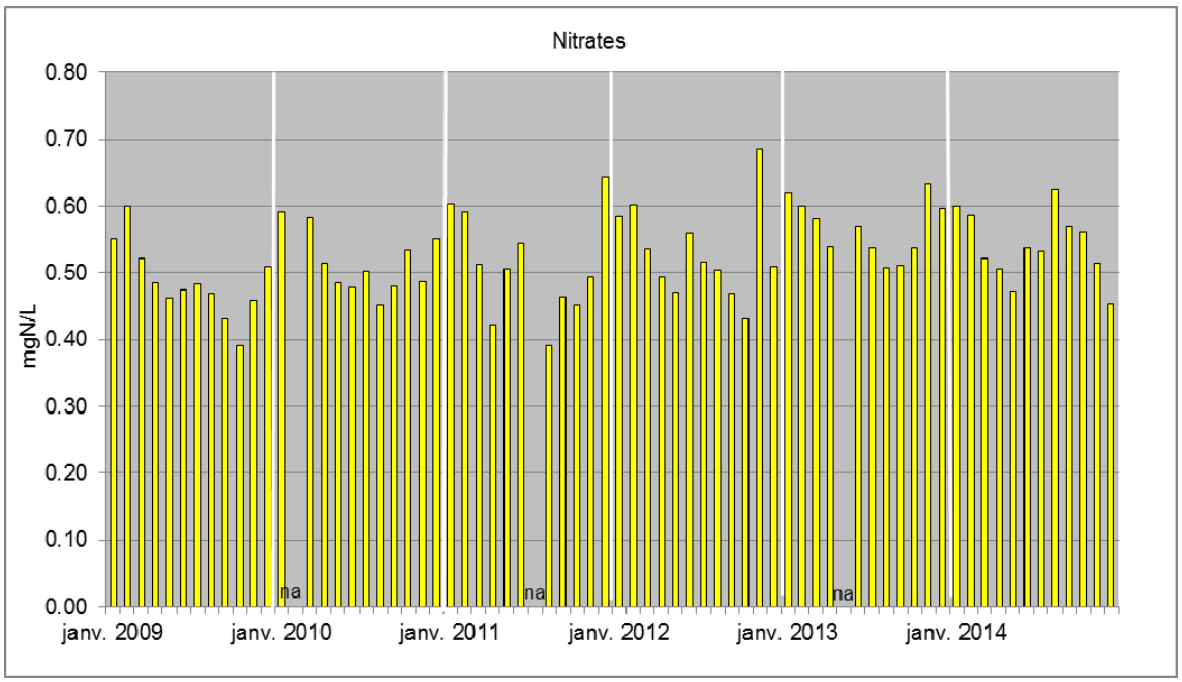


FIGURE 17 : MOYENNES MENSUELLES PONDÉRÉES DES CONCENTRATIONS EN NITRATE ($N\text{-}NO_3$) ENTRE 0 ET 70 M, DANS LE PETIT LAC DE 2009 À 2014.

L'azote nitrique (nitrate) est la principale forme minérale du nutriment azote utilisé pour la croissance des végétaux. De 2009 à 2014, les valeurs restent bien en dessous de l'exigence de l'OEaux (valeur max 5.6 mgN/L) et en dehors des variations saisonnières liées à l'activité biologique, on constate une grande stabilité des concentrations sur 6 ans.

7.1.2 Phosphore

Le phosphore est l'autre nutriment majeur essentiel aux organismes aquatiques photosynthétiques. Les deux figures suivantes, illustrent l'évolution du "phosphore soluble", forme directement assimilable par les végétaux et du "phosphore total" (soluble et associé à des particules).

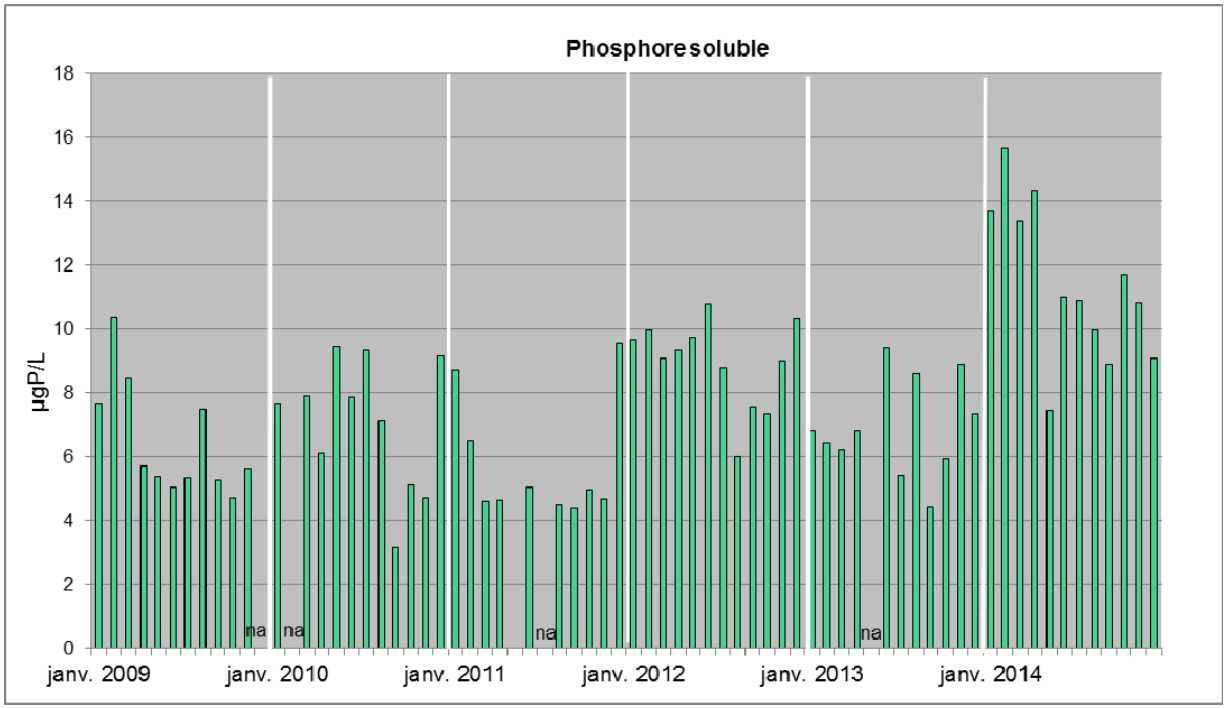


FIGURE 18 : MOYENNES MENSUELLES PONDÉRÉES DES CONCENTRATIONS EN PHOSPHORE SOLUBLE DE 0 À 70 M, DANS LE PETIT LAC DE 2009 À 2014

De 2009 à 2013, la majorité des valeurs moyennes de phosphore soluble se maintiennent en dessous de 10µg/L ; en 2014 elles sont pour la plupart au-dessus et de manière plus marquée en début d'année. Cela s'explique par un apport provenant du Grand Lac, où l'on a également constaté des hausses de concentrations (rapport CIPEL, Savoye et al., 2014).

Les valeurs de phosphore total sont présentées ci-dessous.

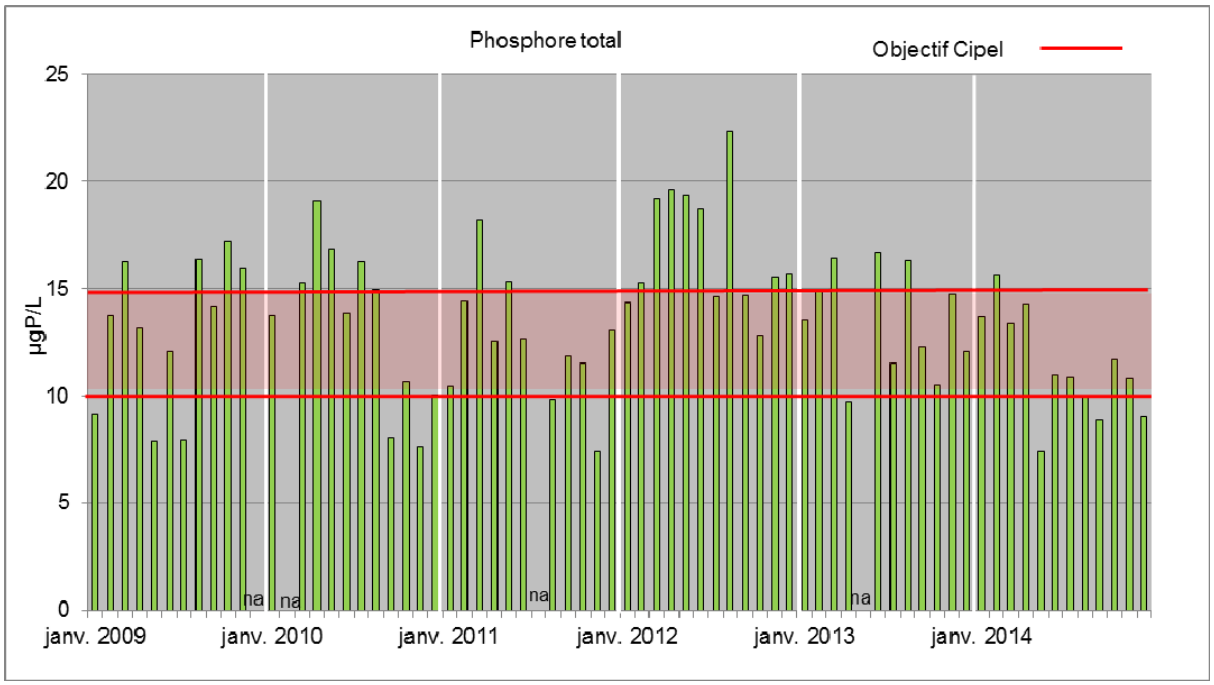


FIGURE 19 : MOYENNES MENSUELLES PONDÉRÉES DES CONCENTRATIONS EN PHOSPHORE TOTAL DE 0 À 70 M, DANS LE PETIT LAC DE 2009 À 2014

Dans l'ensemble, les valeurs de phosphore total passent régulièrement la barre des 15µg/L, nouvelle limite supérieure définie comme objectif de la CIPEL dans le tableau de bord 2014 de son plan d'action 2011-2020.

7.1.3 Oxygène

Contrairement au Grand Lac, les eaux du Petit Lac qui bénéficient d'un brassage hivernal annuel sont parfaitement oxygénées jusqu'au fond (70 m) comme on peut le voir à la figure ci-dessous.

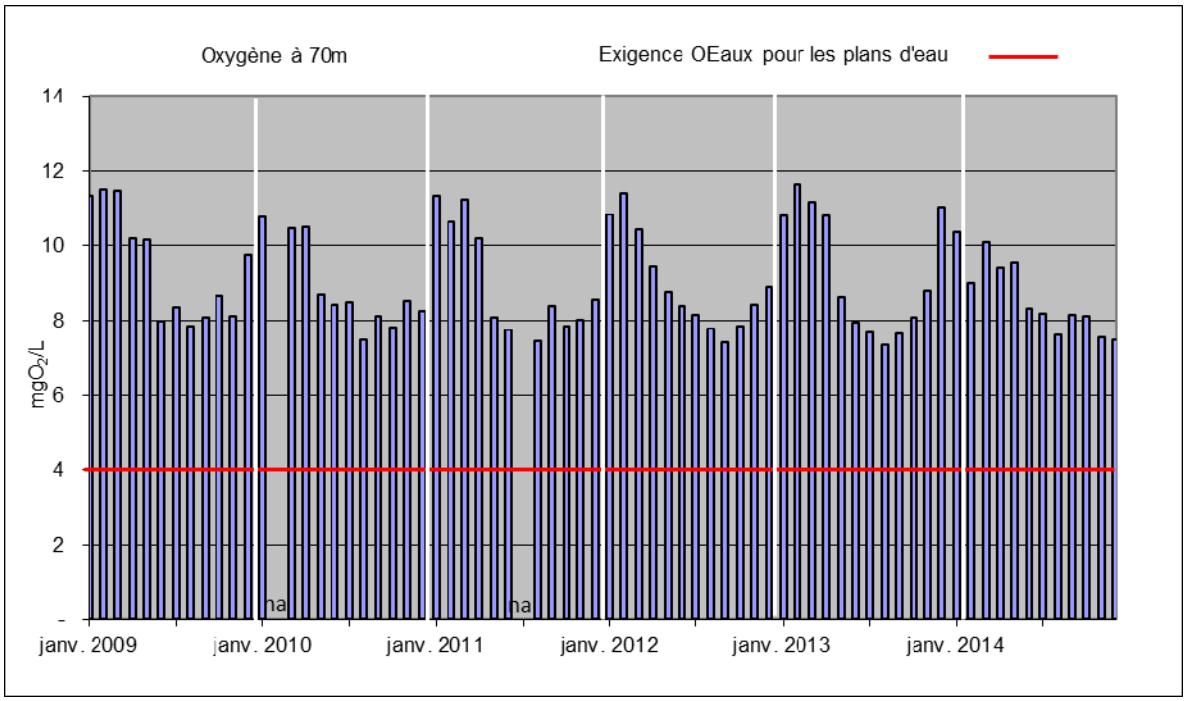


FIGURE 20 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN OXYGÈNE DISSOUS AU FOND DU PETIT LAC DE 2009 À 2014

Les valeurs d'oxygène dissous sont généralement plus élevées en période hivernale. Elles diminuent ensuite plus ou moins progressivement pendant le reste de l'année suite à la production de végétaux aquatiques. En effet, comme décrit précédemment, bien que les plantes produisent de l'oxygène, son utilisation par les décomposeurs et les prédateurs entraîne une baisse d'oxygène dans le milieu.

De 2009 à 2014, ce cycle saisonnier est bien marqué et les valeurs d'oxygène dissous demeurent nettement supérieures à la norme exigée de 4mg/L.

7.1.4 Température

Les températures de l'eau au fond du Petit Lac sont présentées aux figures 21 et 22.

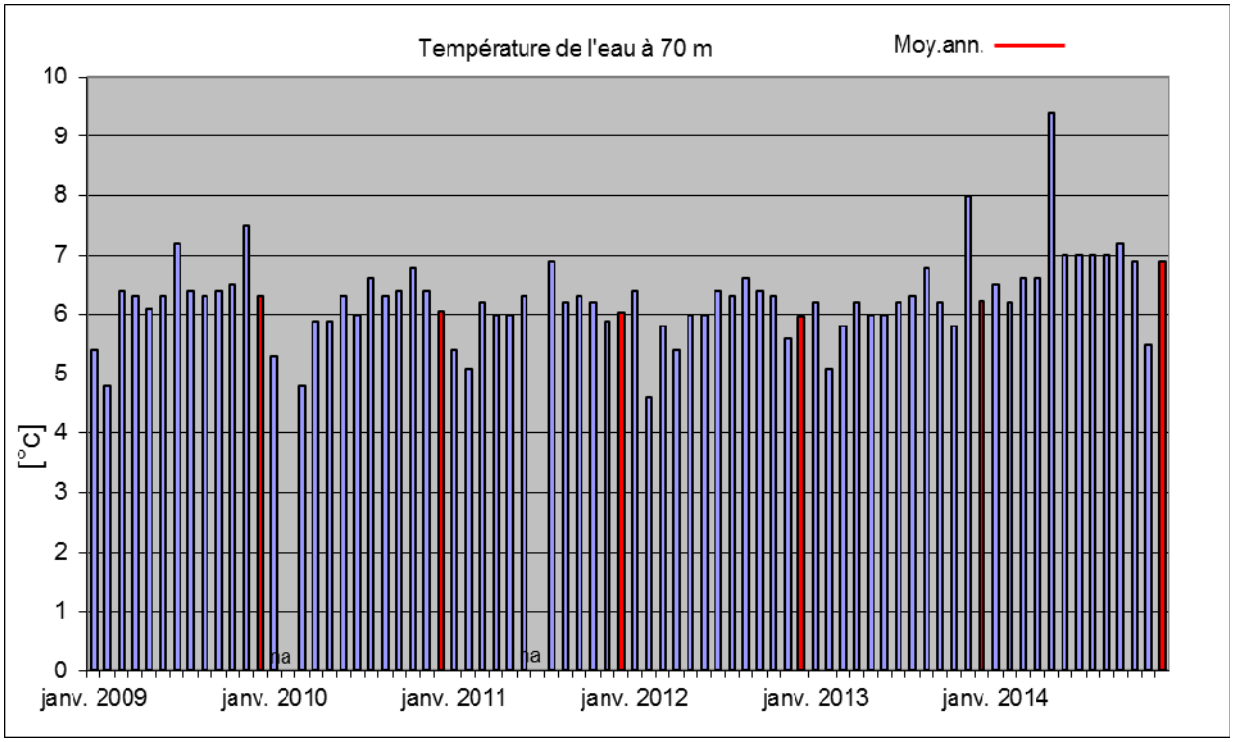


FIGURE 21 : TEMPÉRATURES MENSUELLES ET MOYENNES ANNUELLES DE L'EAU DU PETIT LAC AU FOND, DE 2009 À 2014.

De 2009 à 2013, les moyennes annuelles de température à 70 mètres, avoisinent 6 degrés Celsius ; en 2014 la moyenne atteint 7°C. En termes d'évolution globale, pour un plan d'eau de la taille du Léman, une représentation sur cinq ans n'apporte pas d'informations significatives. La figure suivante, qui prend en compte une échelle de temps beaucoup plus étendue, donne la tendance globale.

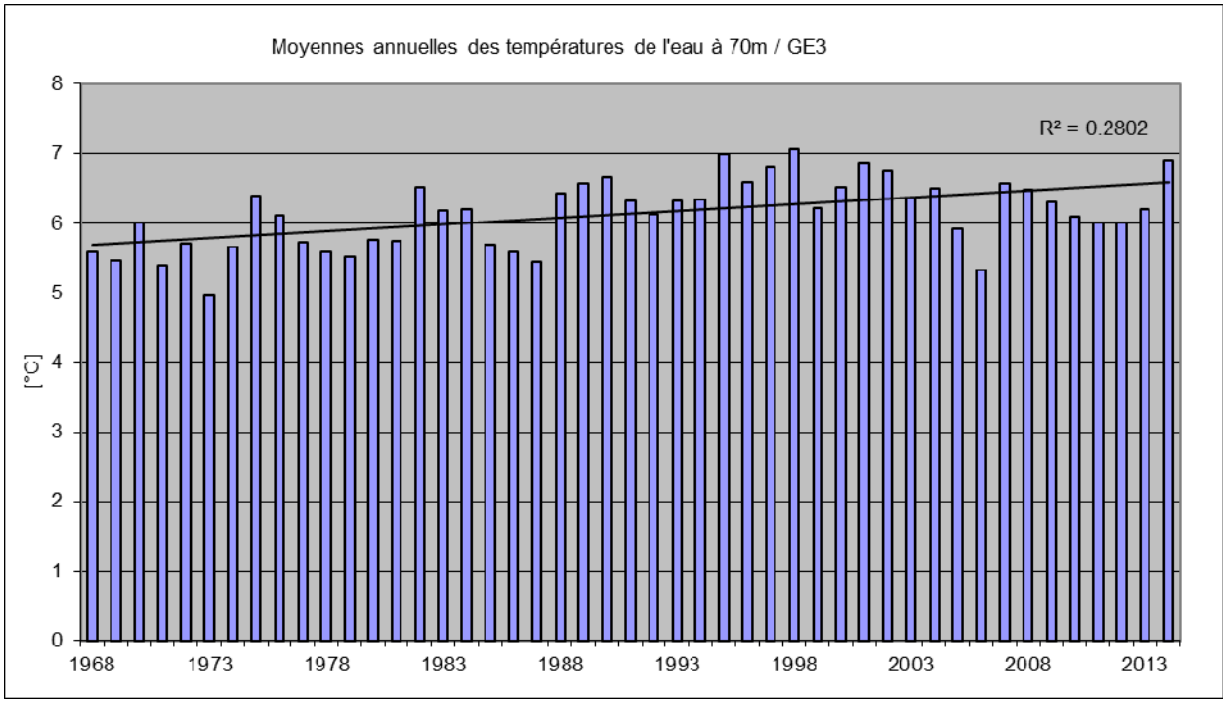


FIGURE 22 : ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES MOYENNES ANNUELLES DE L'EAU DU PETIT LAC À 70 MÈTRES, DE 1968 À 2014.

Depuis la fin des années 80, on observe que les températures moyennes enregistrées au fond du lac sont régulièrement supérieures à 6°C. Entre 1968 et 2014, on note une augmentation globale de 1.3°C.

Comme constaté en 2008, cette situation est semblable dans le Grand Lac et est vraisemblablement due au réchauffement climatique. Cette augmentation de la température de l'eau pourrait porter atteinte à la faune lacustre (cf. § Poisson).

7.2 Micropolluants organiques et métalliques

Depuis 2011, le laboratoire de la protection des eaux et de l'environnement analyse les résidus de substances pharmaceutiques, les produits de soins personnels et les benzotriazoles sur la base de la "stratégie MicroPoll" (OFEV, 2009). La liste composée d'une trentaine de substances (Annexe 2) n'a cessé d'évoluer depuis sa mise en place et s'inspire des précédentes études effectuées en Suisse (Bernard et al., 2007, Götz et al., 2010). Pour chaque campagne, les échantillons d'eau de trois profondeurs ont été soumis à l'analyse : 0 m, 30 m et 60 m.

Une vue temporelle de la metformine et du benzotriazole, substances déjà mises en évidence par la CIPEL dès 2009 (ORTELLI et al. 2010), est présentée à la figure 23. Du fait qu'une dispersion significative saisonnière s'observe entre les profondeurs, les concentrations à la profondeur de 60 m ont été retenues pour ce graphique. Cette fluctuation peut s'expliquer par la photo-dégradation en surface durant les périodes estivales.

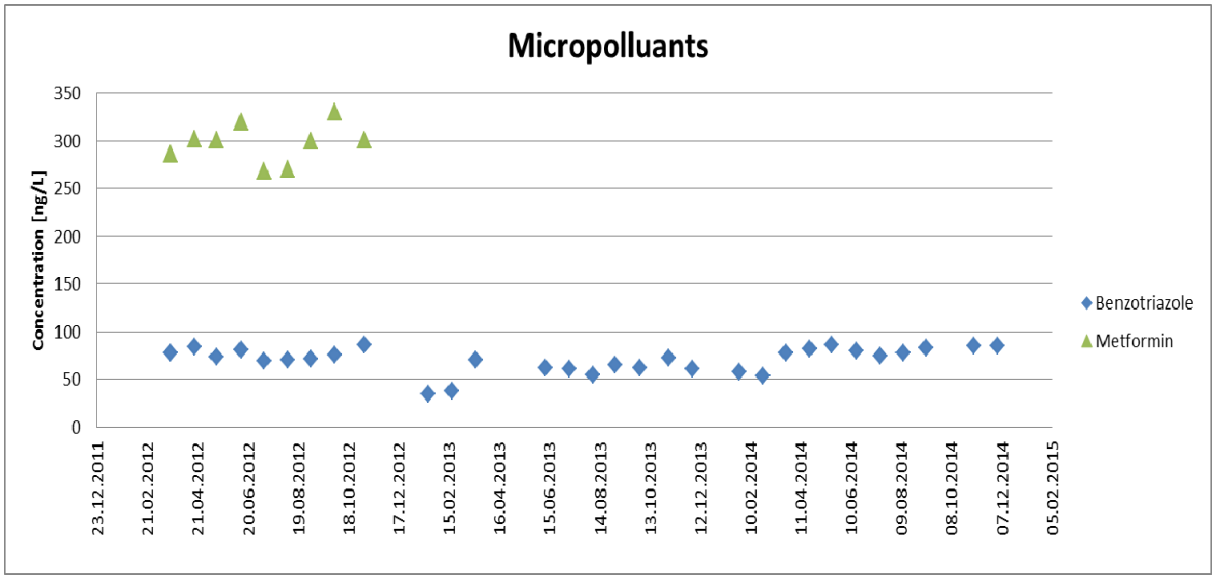


FIGURE 23 : CONCENTRATIONS TEMPORELLES DE LA METFORMINE ET DU BENZOTRIAZOLE À LA STATION GE3 À 60 M DE PROFONDEUR.

Dans un premier temps, l'ordre de grandeur des concentrations retrouvées pour ces deux substances correspondent aux valeurs mesurées par la CIPEL.

La metformine, un antidiabétique, a été analysé et retrouvé à une concentration stable, de l'ordre de grandeur de 300 ng/L, lors de la campagne 2012 du SECOE. Les études toxicologiques présentées dans le tableau 7, qui seront discutées dans le paragraphe suivant, indiquent que cette substance n'est probablement pas une menace pour l'environnement. Sa forte polarité complique son analyse, qui requiert des conditions spécifiques. Pour ces raisons, il a été décidé de ne pas réitérer son analyse dans les campagnes des années 2013 et 2014.

Le benzotriazole, un anticorrosif, a été retrouvé de façon systématique et à des concentrations stables de l'ordre de 90 ng/L dans les échantillons du Petit Lac.

Le carisoprodol et la carbamazepine, substances pharmaceutiques ayant pour source principale les rejets industriels, étaient déjà mentionnées dans le rapport du Petit Lac 2008 et sont encore présentes dans nos analyses à des teneurs inférieures à 40 ng/L. Parmi les autres substances recherchées, l'acésulfame, un édulcorant, est également détecté entre 90 et 250 ng/L. Cette substance persistante, qui ne s'élimine pas en station d'épuration, est un excellent traceur d'eaux usées (Buerge et al., 2009).

La caféine, détectée à une concentration moyenne de 20 ng/L, est également un traceur d'eaux usées d'origine domestique et plus particulièrement d'eaux non-traitées (Buerge et al., 2003).

La présence des agents de contraste appuie les observations effectuées dans le rapport de la CIPEL en 2014. En effet, l'iomeprol et l'iohexol se retrouvent dans tous les échantillons avec des concentrations situées entre 40 ng/L et 20 ng/L ; cette dernière valeur correspond à la limite de détection de la méthode d'analyse actuelle. Les concentrations maximales observées durant la période 2011-2014 sont répertoriées dans le tableau 7. Ce tableau indique également les critères de qualité environnementale (CQE) mis à disposition par le centre Suisse d'écotoxicologie appliquée (Centre Ecotox, 2015). Ces seuils permettent d'évaluer le risque environnemental en comparaison avec les concentrations mesurées au cours de l'année pour chaque substance. Le ratio de la concentration maximale environnementale mesurée (MEC_{max}) et le CQE définit le quotient de risque (RQ). Lorsque la valeur de ce quotient est inférieure à 1, il est admis que l'objectif de qualité est atteint. Dans le cas des substances détectées entre 2011 et 2014, l'appréciation de l'état écologique du Petit Lac est considéré "très bon" (Wittmer *et al.,* 2014). Il faut toutefois relever que les données écotoxicologiques ne sont pas toutes disponibles et que cette évaluation ne prend pas en compte les effets synergiques.

TABLEAU 7 : SUBSTANCES PRINCIPALES DÉTECTÉES DANS LE PETIT LAC, DE 2011 À 2014.

Substances	**Application**	**Critère de qualité exp. chronique (NQE-MA) [µg/l]**	**MEC_{max} 2011-2014 [µg/L]**	**Quotient de risque (QR)**
Carbamazepine	Antiépileptique	0.5 [µg/L]	0.049	0.098
Benzotriazole	Agent anticorrosif	30 [µg/L]	0.086	0.003
Metformine	Antidiabétique	1000 [µg/L]	0.355	0.001
Tolyltriazole	Agent anticorrosif	Non disponible	0.049	-
Acésulfame K	Edulcorant	Non disponible	0.261	-
Iomeprol	Agent de contraste	Non disponible	0.039	-
Carisoprodol	Relaxant musculaire	Non disponible	0.060	-

La stratégie adoptée en 2006 par le service de l'environnement du Valais, en accord avec les principales industries valaisannes (Canton du Valais, 2008) a intégré des valeurs-seuils à 200 g/j pour les rejets de micropolluants phytosanitaires et pharmaceutiques d'origine industrielle dans les eaux.
La conséquence d'une telle mesure a été rapidement observable comme l'indique le rapport de la CIPEL en 2010 (Bernard et Arnold, 2010, Bernard, 2010). En effet, la diminution significative des concentrations en phytosanitaires et en composés pharmaceutiques tend désormais vers une stabilisation des concentrations dans le Lac (Ramseier Gentile *et al*., 2014). Dans le cas du Petit Lac, l'influence de ces exigences prises en amont se confirme dans les analyses de laboratoire. La figure 24 montre la diminution des teneurs dans le Petit Lac en carbamazepine et en carisoprodol, dont la présence était principalement due à leur production industrielle. Une tendance à la stabilisation est également observable en 2014 pour la carbamazepine.

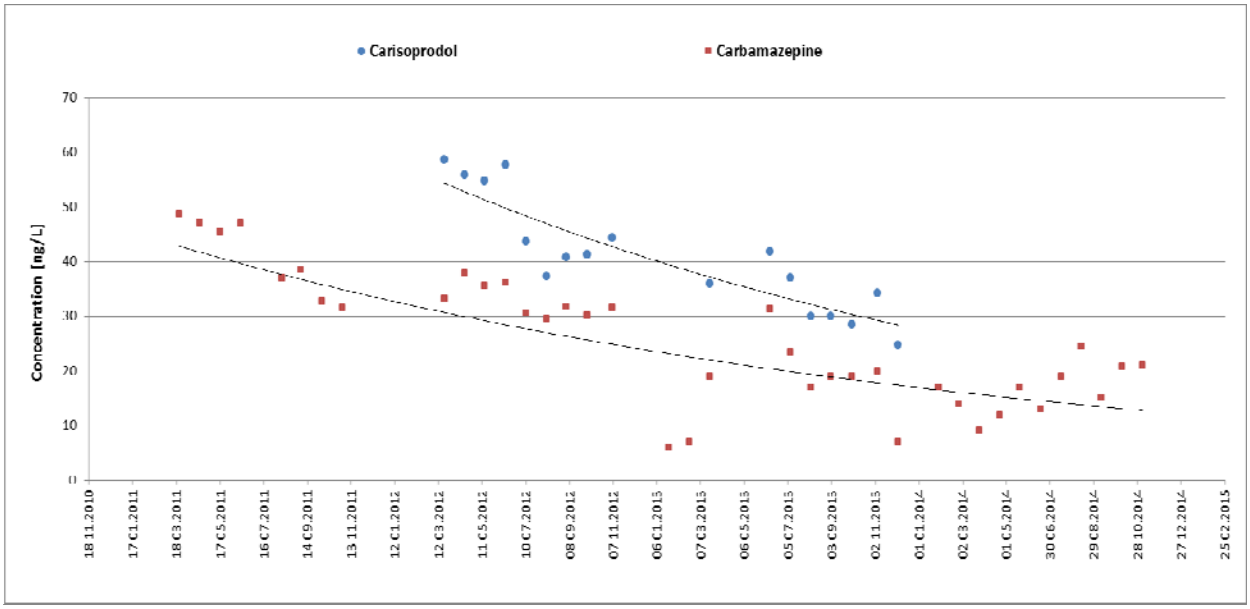


FIGURE 24 : EVOLUTION TEMPORELLE DES CONCENTRATIONS DE LA CARISOPRODOL ET DE LA CARBAMAZEPINE À LA STATION GE3.

7.3 Phytosanitaires

Concernant les produits phytosanitaires, la limite de concentration dans les eaux de surfaces est fixée par l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, 1998) à 100 ng/l par substance. L'évolution des concentrations des 4 principales substances (Métalaxyl, Atrazine, Atrazine-desethyl et Propiconazole) mesurées par le LPEE, à des concentrations supérieures à 10 ng/l est présentée à la figure 25.

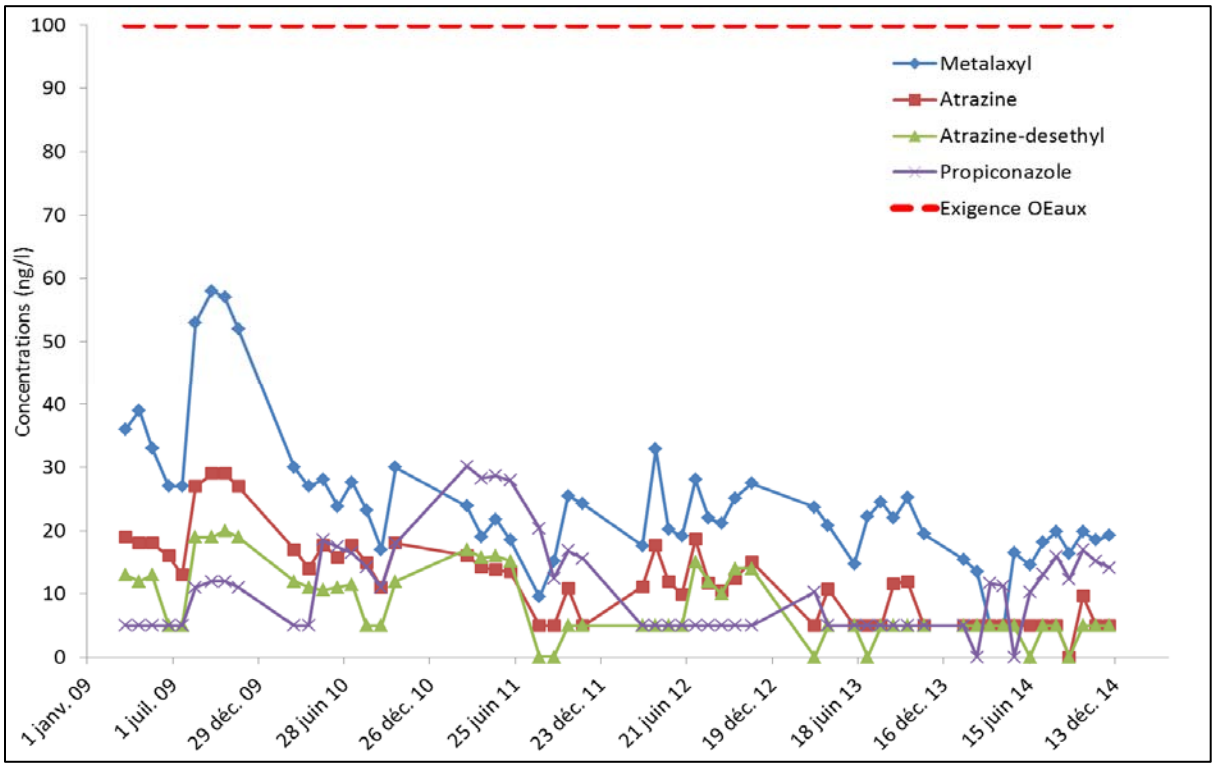


FIGURE 25 : EVOLUTION TEMPORELLE DES CONCENTRATIONS DES PRINCIPAUX PRODUITS PHYTOSANITAIRES À LA STATION GE3.

On constate que malgré une interdiction d'utilisation en 1987 en Suisse et 2003 en France, l'herbicide atrazine et son principal métabolite sont toujours présents dans le lac mais les concentrations tendent à diminuer. C'est également le cas pour le métalaxyl, un fongicide dont les concentrations diminuent suite aux mesures prises par le canton du Valais pour limiter la pollution du lac par les micropolluants (Bernard et Arnold, 2010).

7.4 Bactériologie

En 2014 l'état sanitaire de l'eau du Petit Lac est dans l'ensemble très satisfaisant. Les résultats sont présentés au tableau 8.

TABLEAU 8 : ETAT SANITAIRE DU PETIT LAC EN 2014 : NOMBRE D'ESCHERICHIA COLI PAR 100 ML À LA STATION GE3.

Petit Lac *E.coli* / 100 mL													
Station	**Prof.**	**28.01.14**	**25.02.14**	**25.03.14**	**22.04.14**	**19.05.14**	**23.06.14**	**15.07.14**	**12.08.14**	**09.09.14**	**14.10.14**	**14.11.14**	**02.12.14**
GE 3	**0 m**	9	2	0	0	0	7	0	0	0	2	3	0
GE 3	**2.5 m**	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2
GE 3	**5 m**	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3

La majeure partie des échantillons d'eau prélevés mensuellement à la station GE3 (point situé au large, loin de tout exutoire d'eaux usées), révèle l'absence d'*Escherichia coli*, ou sa présence en très faible quantité. Dans une eau provenant d'un milieu naturel et qui héberge quantité d'oiseaux aquatiques, leur présence est tout à fait normale (cf. § 5.2).

L'eau du Léman est une source majeure pour l'approvisionnement en eau potable et doit faire l'objet d'un traitement avant d'être distribuée aux consommateurs ; l'eau dite "potable" ne devant comporter la présence d'aucun germe.

7.5 Phytoplancton

7.5.1 Biomasse annuelle

Le phytoplancton est observé depuis 1977 dans le Petit Lac. Des prélèvements d'eau intégrés sont effectués mensuellement à la station GE3 entre 0 et 20 mètres de profondeur. Les examens qualitatif et quantitatif se font au microscope inversé selon la technique Utermohl (1958) qui intègre les biovolumes cellulaires propres à chaque espèce.

Maillon essentiel de la chaîne alimentaire lacustre, les algues peuvent toutefois devenir source de nuisances lorsqu'elles sont en trop grand nombre.

Dans le Petit Lac, la baisse des concentrations en phosphore n'a pas encore entraîné la diminution de la biomasse algale attendue. Entre autres, *Mougeotia gracillima*, une algue filamenteuse appartenant au groupe des Conjuguées (Zygophycées), se manifeste périodiquement de manière très abondante (Annexe 4).



Photo 2 : Cellules de *Mougeotia gracillima*.

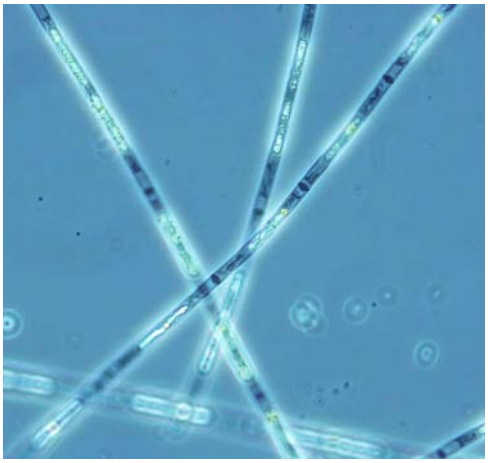


Photo 3 : Filaments de *Mougeotia gracillima*.

Les valeurs de biomasses moyennes annuelles de phytoplancton, observées dans le Petit Lac de 1977 à 2014, sont présentées à la figure suivante.

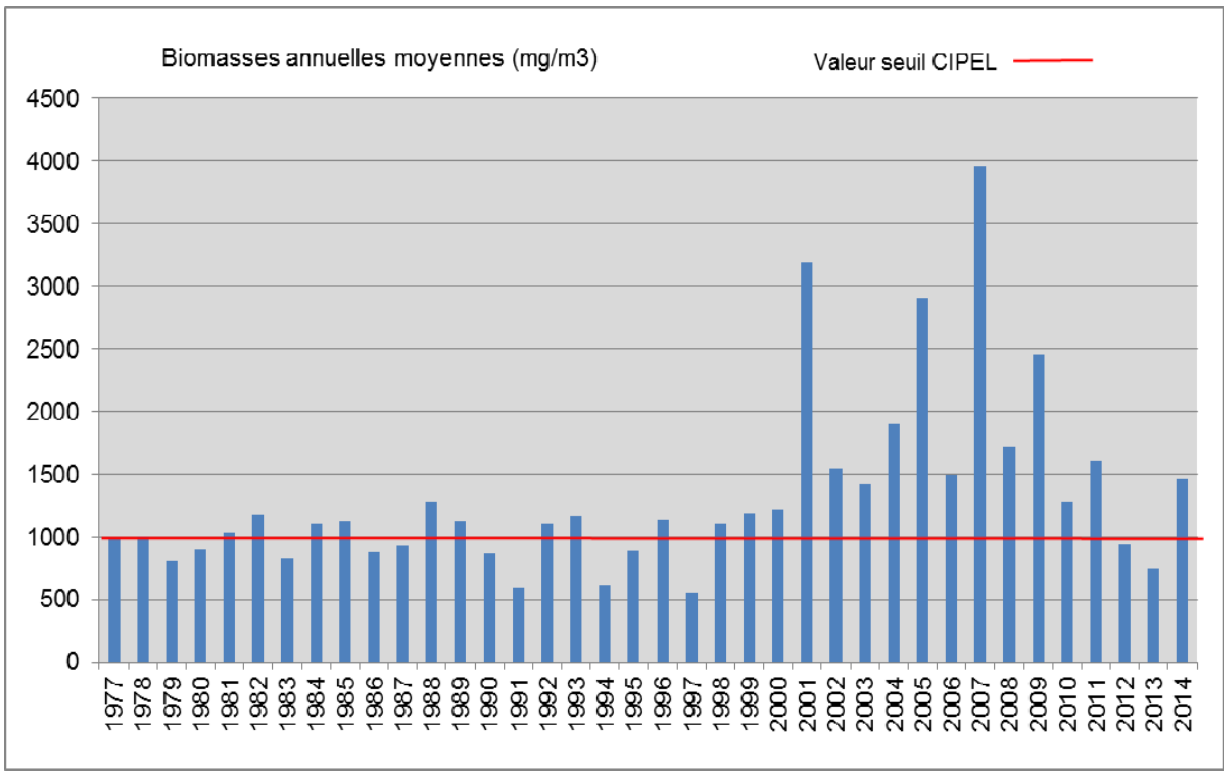


FIGURE 26 : ÉVOLUTION DES BIOMASSES ANNUELLES MOYENNES DE PHYTOPLANCTON ENTRE 0 ET 20 M, À LA STATION GE3 DE 1977 À 2014.

De 2009 à 2014, les valeurs de biomasses annuelles sont très variables. L'année 2009 se démarque, avec des valeurs moyennes plus élevées (près de 2500 mg/m^3), dues principalement à une grande abondance de *Mougeotia gracillima,* observée en septembre et octobre.

Depuis le début des années 2000, des pics exceptionnels de biomasses de *Mougeotia gracillima* se manifestent de manière épisodique (cf. Annexe 4) ; cette algue est la principale responsable de la tendance à la hausse des biomasses phytoplanctoniques pour l'ensemble de la période 1977-2014.
Ces résultats illustrent bien l'aspect imprévisible et inconstant du développement de cette algue filamenteuse. Comme on peut le voir, d'une année à l'autre, elle peut présenter de très fortes biomasses ou quasi disparaître et ce, sans que les conditions physico-chimiques du milieu n'aient subi de modifications notables.

Pour en savoir plus sur la dynamique de son développement, on peut consulter l'étude "*Blooms de Mougeotia dans le Léman : Facteurs déclenchants et comparaisons avec d'autres grands lacs"*. CIPEL 2014).

7.5.2 Groupes pigmentaires

Le phytoplancton observé dans le Léman appartient à divers groupes pigmentaires : Chlorophycées, Chrysophycées, Conjuguées (Zygophycées), Cryptophycées, Diatomées, Dinophycées et Xanthophycées.

La répartition annuelle des groupes pigmentaires est illustrée à la figure suivante.

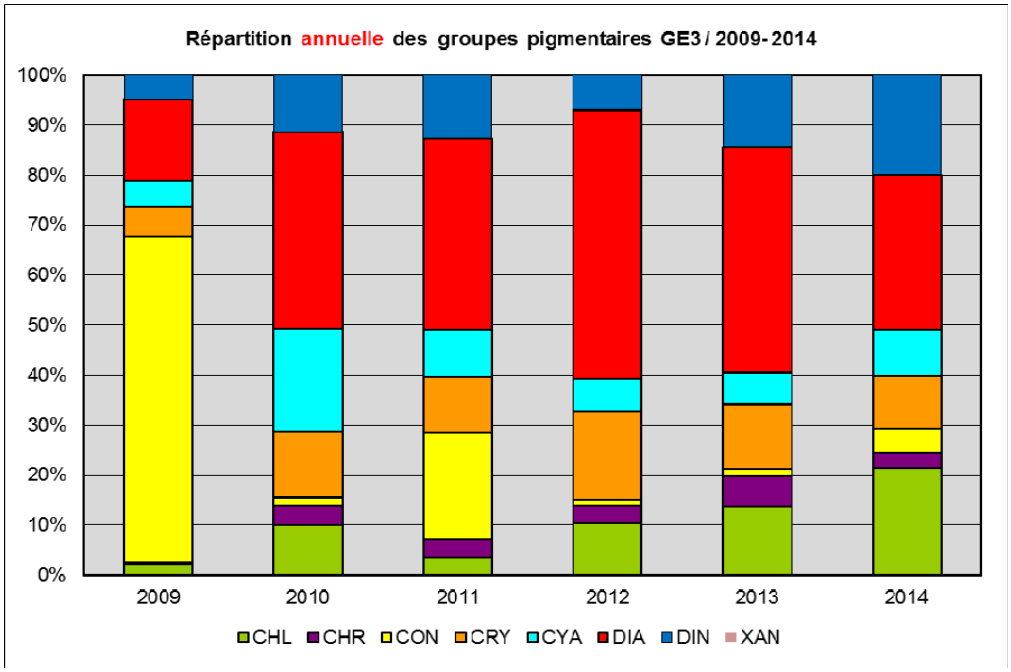


FIGURE 27 : POURCENTAGES DES BIOMASSES ANNUELLES DES GROUPES PIGMENTAIRES À LA STATION GE3 DE 2009 À 2014.

La dominance des Conjuguées en 2009 apparaît nettement et correspond à *Mougeotia gracillima* tel qu'énoncé plus haut. Cette algue filamenteuse occupe plus de 20 % de la biomasse en 2011 mais reste très discrète les autres années.
Exception faite de 2009, les Diatomées dominent le peuplement algal de manière très marquée et de manière constante.
En 2010, les Cyanophycées atteignent 20 % ; ce résultat est dû à la grande abondance d'*Aphanocapsa delicatissima* observée en août, une algue non toxique associée aux milieux mésotrophes.
De 2009 à 2014 les Xantophycées sont absentes et les autres groupes se répartissent de manière plus ou moins importante.

7.5.3 Espèces dominantes

Le pourcentage des biomasses annuelles a été calculé pour chacune des espèces observées. La liste des espèces dominantes a été établie avec les taxons dont le pourcentage de biomasse annuelle atteint au moins 10 % ; elle est présentée au tableau 9.

TABLEAU 9 : LISTE DES ESPÈCES ANNUELLEMENT DOMINANTES (=OU>10 %) DANS LE PETIT LAC, DE 2009 À 2014.

		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Classe	**Espèces dominantes**	**% annuels (à partir de 10 %)**					
CON	*Mougeotia gracillima*	64.5		20.8			
DIA	*Cyclotella bodanica* var. *lemanensis*		16.3			18.9	
DIA	*Aulacoseira islandica* subsp. *helvetica*						10.2
DIA	*Fragilaria crotonensis*						10.2
DIA	*Cyclotella* spp / *Stephanodiscus* spp <9µm			18.9			
DIA	*Tabellaria flocculosa*					12.4	
CHL	*Chlamydomonas* spp.						11.9
DIN	*Ceratium hirundinella*		10.1				16.0
CRY	*Rhodomonas minuta*				9.5		
CYA	*Aphanocapsa delicatissima*		17.0				

La dominance de *Mougeotia gracillima* a déjà été discutée plus haut.

Chez les Diatomées, la centrique *Cylotella bodanica* var. *lemanensis* domine le peuplement phytoplanctonique en 2010 et en 2013 avec des valeurs qui avoisinent 20 %. L'intérêt de cette algue réside dans le fait qu'elle signe une eau de bonne qualité ; en effet, elle est inféodée aux milieux oligotrophes. On retrouve également la présence de petites *Cyclotella* sp. en 2011. Les trois autres taxons appartenant au groupe des Diatomées sont associés aux milieux mésotrophes. (Wolfram et al. 2007).

Ceratium hirundinella est une espèce de Dinophycée qui apprécie des eaux généralement plus chaudes. Les plus fortes abondances ont été observées en août 2010 et septembre 2014, mois où la température de l'eau du Petit Lac se situait autour de 20°C jusqu'à près de 10 m de profondeur.

Chlamydomonas sp.et *Rhodomonas minuta (Plagioselmis lacustris)* sont ubiquistes.

Enfin, la dominance d'*Aphanocapsa delicatissima* au sein du groupe des Cyanobactéries en 2010, a aussi été commentée précédemment.

7.5.4 Transparence

La transparence de l'eau est mesurée à l'aide d'un disque de Secchi. Cette mesure rend compte de la turbidité visible à l'œil nu, mais ne renseigne pas sur la quantité réelle de lumière reçue par les algues à une profondeur donnée. Cette couche où a lieu la photosynthèse dans la colonne d'eau est appelée zone euphotique (Zeu). Elle peut être estimée en multipliant par 2.7 les valeurs de transparence mesurées au disque de Secchi (Pourriot et Meybeck 1995).

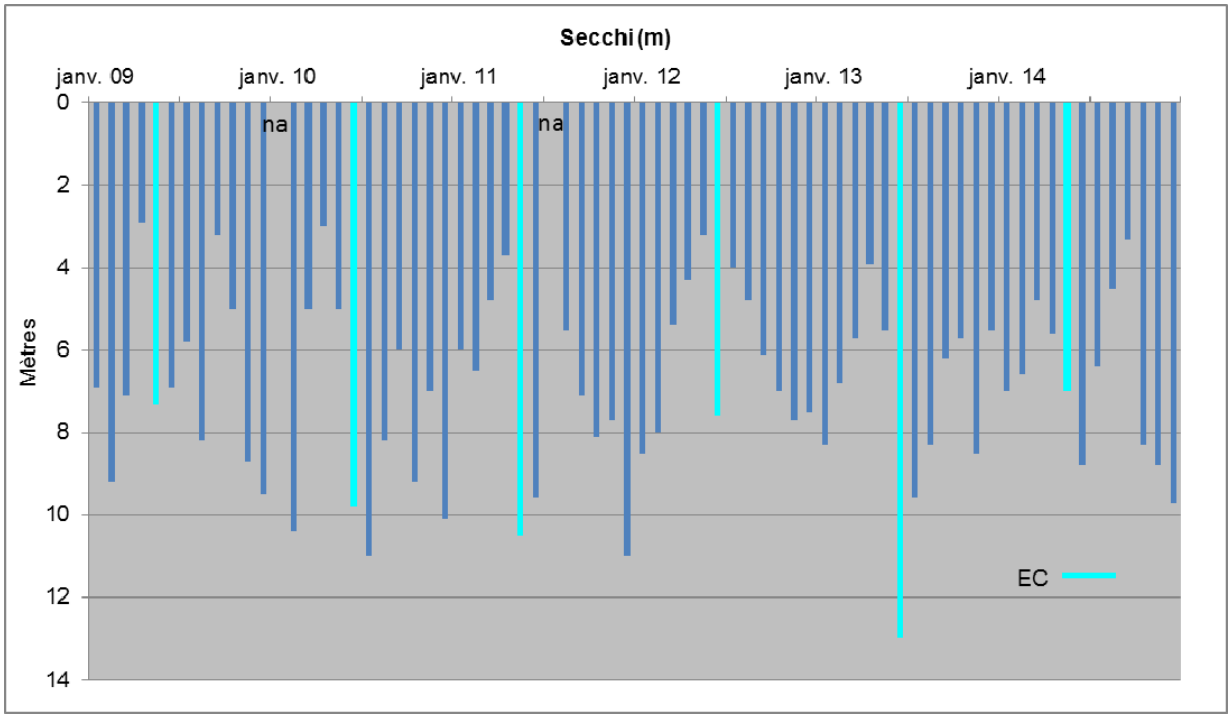


FIGURE 28 : TRANSPARENCES (SECCHI) MENSUELLES DANS LE PETIT LAC, DE 2009 À 2014. (EC : EAUX CLAIRES).

On observe que les valeurs de transparence de l'eau sont généralement plus élevées en période hivernale et en période des **eaux claires (EC)**, la lumière pénétrant davantage dans la colonne d'eau lorsqu'il y a une moins grande concentration algale. La transparence varie également en fonction des espèces phytoplanctoniques qui, selon leur morphologie cellulaire, laissent plus ou moins passer la lumière.

Les données de transparence sont utilisées par le SECOE dans le cadre de l'évaluation de l'état écologique. Leur interprétation est développée au chapitre "Indicateur - Suivi écologique du Petit Lac".

Les cycles saisonniers du phytoplancton, ainsi que le ratio des classes de tailles ne seront pas décrits dans ce rapport. Pour plus d'informations concernant le phytoplancton du Petit Lac, on peut se référer aux rapports quinquennaux publiés par la CIPEL.

7.5.5 Chlorophylle *a*

La chlorophylle *a* se mesure normalement à partir d'échantillons prélevés dans la zone euphotique. Comme illustré plus haut, cette zone varie sensiblement tout au long de l'année, la pénétration de la lumière étant tributaire de la transparence de l'eau. Malgré cette variabilité, dans le Léman les mesures de chl *a* ont été fixées (estimation moyenne de la Zeu) afin de permettre un suivi à long terme de ce plan d'eau ; le "monitoring" exigeant des données comparables entre elles.

Lors de la période d'eutrophisation du Léman, la transparence étant moins élevée, la Zeu avait été estimée entre 0 et 10 m. Depuis 2001, avec l'amélioration des conditions du lac, elle s'étend jusqu'à 20 mètres. Le SECOE effectue donc le dosage des concentrations de chl *a* en laboratoire (cf. méthode Annexe A.1.4) à partir d'une eau brute intégrée de 0 à 20 m. Les valeurs sont présentées à la figure suivante.

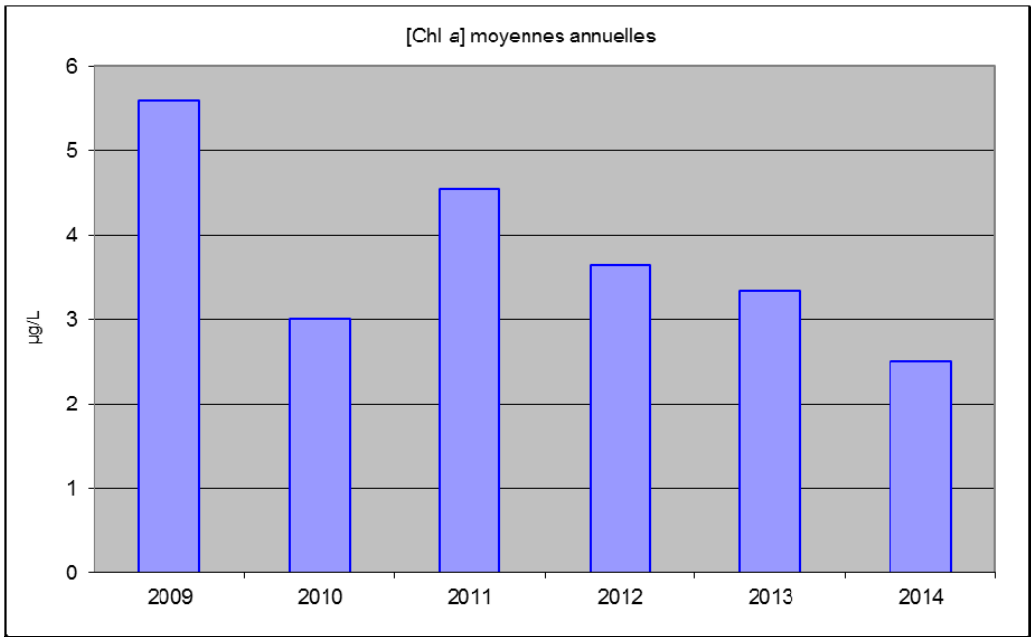


FIGURE 29 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES DE CHLOROPHYLLE A, DE 0 À 20 M, DE 2009 À 2014, À LA STATION GE3.

Les concentrations enregistrées de 2009 à 2014, correspondent selon l'OCDE, à des valeurs associées à un milieu lacustre mésotrophe.

Le SECOE procède également à l'enregistrement d'un profil de la chl *a*, de la surface jusqu'au fond (70 mètres), à l'aide d'une sonde multiparamétrique FLNTUB (Firme WetLabs). La figure 30 présente des exemples de profils enregistrés en période stratifiée et non stratifiée.

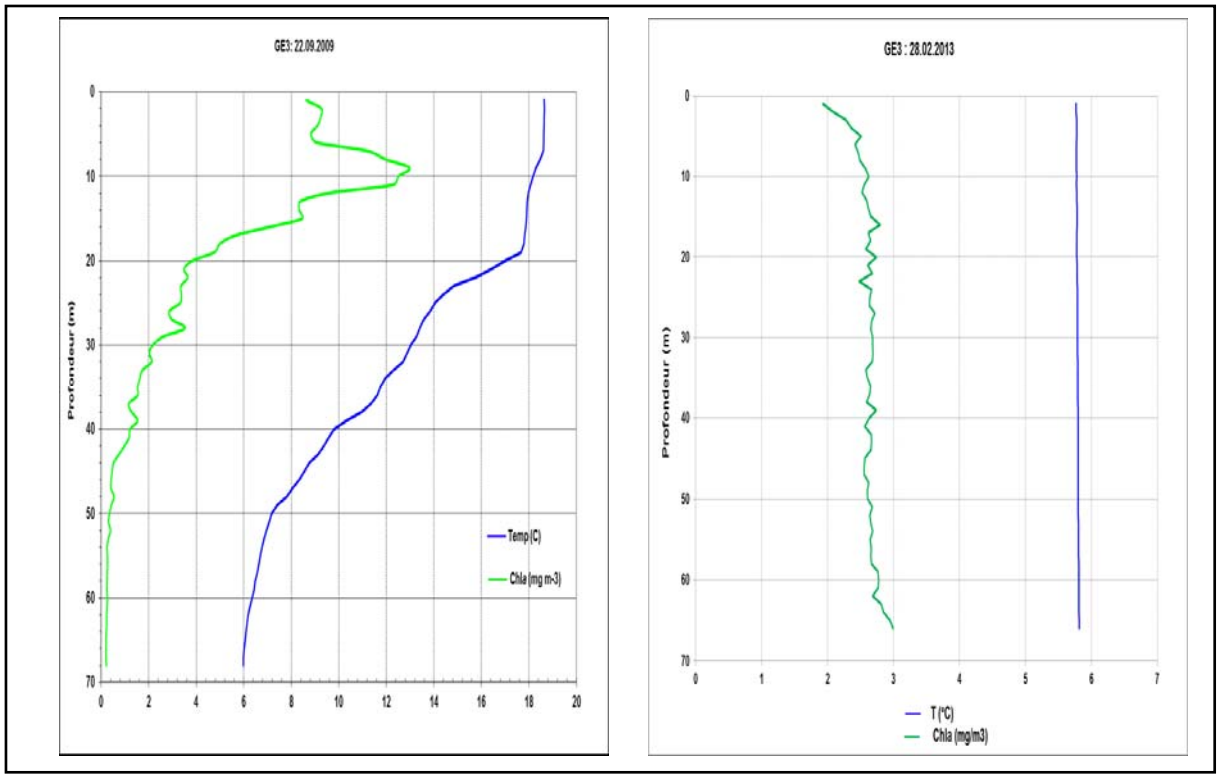


FIGURE 30 : PROFILS DE TEMPÉRATURE ET DE CHLOROPHYLLE *A*, OBTENUS PAR SONDE MULTIPARAMÉTRIQUE FLNTUB (FIRME WETLABS), MESURÉS EN SEPTEMBRE 2009 ET EN FÉVRIER 2013, À LA STATION GE3.

Les profils verticaux servent à estimer la concentration en chl *a* et à situer le phytoplancton dans la colonne d'eau. Comme on peut le voir, la distribution des populations phytoplanctoniques est fortement influencée par le gradient de température. Ces profils permettent, entre autres, de suivre l'évolution des peuplements algaux tout au long de l'année et d'étudier certaines espèces en particulier (non détaillé dans ce rapport).

Les profils mensuels, illustrés isolément, donnent une image ponctuelle de la distribution de la chl *a* et de la température, de la surface jusqu'au fond. En revanche, une représentation graphique telle que présentée à la figure 31, renseigne sur l'évolution dans le temps. En effet, elle permet de relier et de compléter, par extrapolation, les espaces entre chacune des mesures.

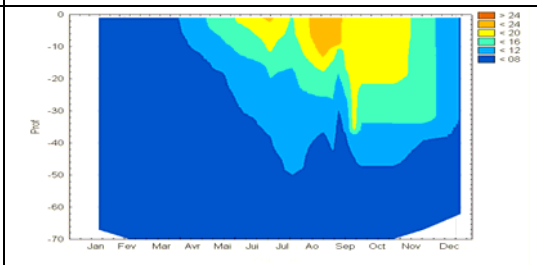
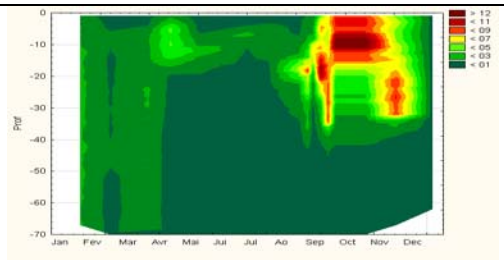
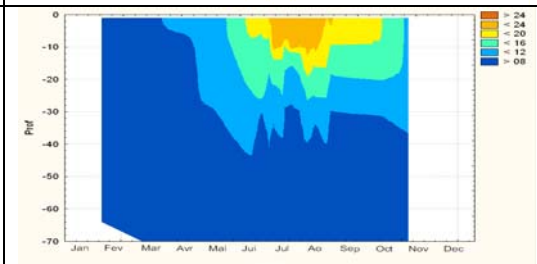
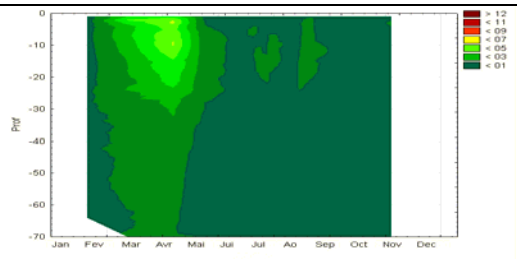
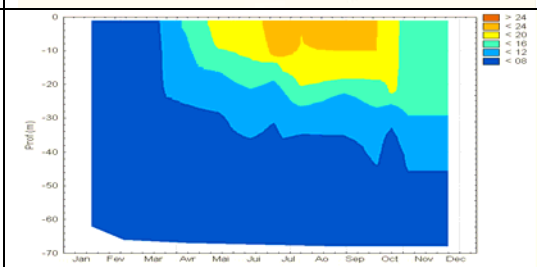
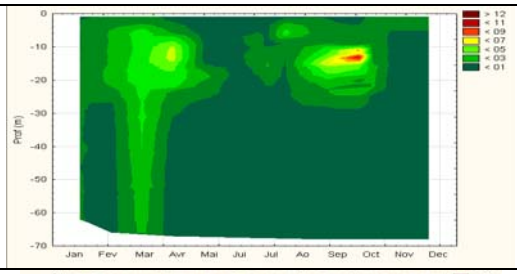
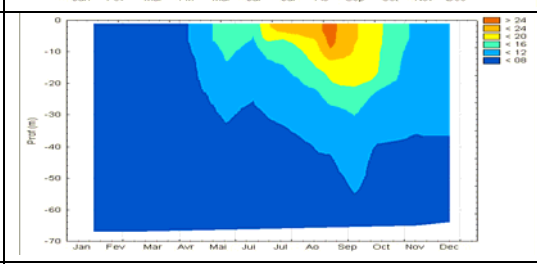
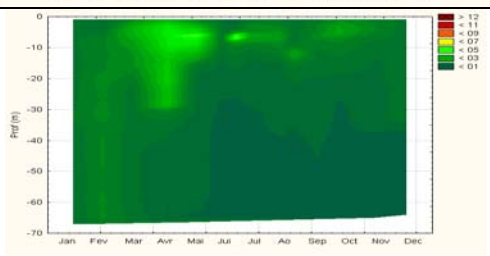
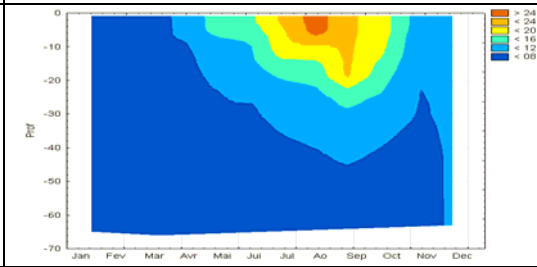
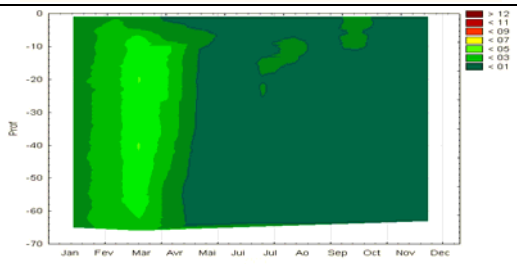
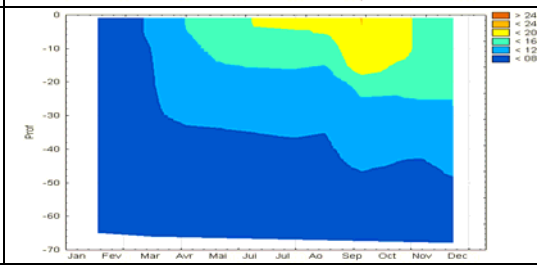
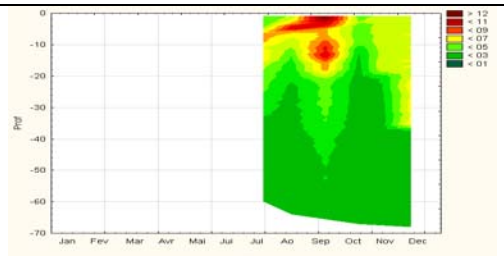
Année	Température (°C)	Chlorophylle-a (µg l^{-1})
2009		
2010		
2011		
2012		
2013		
2014		

FIGURE 31: PROFILS DE TEMPÉRATURE ET DE CHLOROPHYLLE A, OBTENUS PAR SONDE MULTIPARAMÉTRIQUE FLNTUB (FIRME WETLABS) À LA STATION GE3 DE 2009 À 2014 [(1)]
REPRÉSENTATION GRAPHIQUE CONSTRUITE À PARTIR DU LOGICIEL "STATISTICA".

[(1)] En 2014, des problèmes de sonde ont empêché la récolte de données de janvier à juin.

Bien qu'il y ait d'importantes variations en fonction des années, la représentation des **températures de l'eau** dans le temps illustre bien la notion de saisonnalité.

Les périodes de forte production algale sont également mises en évidence. On peut voir que les pics de phytoplancton calculés en septembre et octobre 2009 et 2011, apparaissent nettement en zones rouges sur le graphique. Le pic d'avril 2011, moins visible, est représenté par une petite zone jaune.

Les valeurs des **concentrations de chl *a*** obtenues entre 0 et 20 m, de 2009 à 2014, correspondent bien aux observations microscopiques de phytoplancton effectuées sur les échantillons d'eau brute intégrés de mêmes profondeurs. Elles sont présentées à la figure suivante.

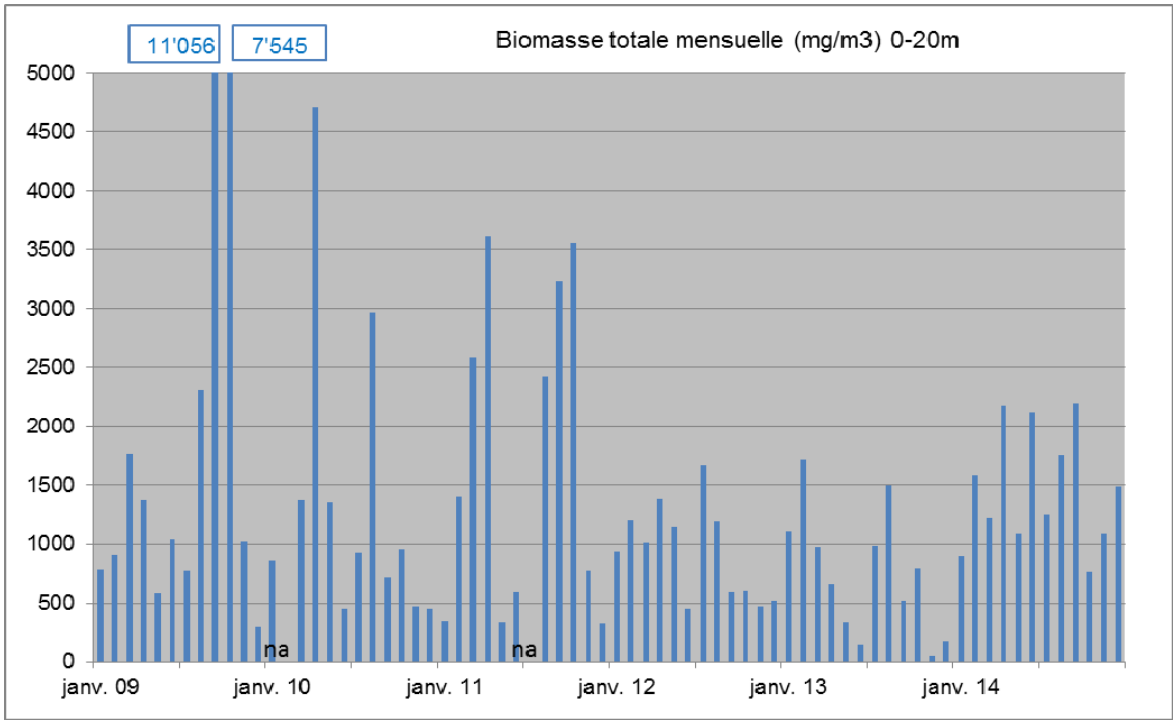


FIGURE 32 : VALEURS DE BIOMASSES MENSUELLES CALCULÉES ENTRE 0-20 M DE 2009 À 2014 À LA STATION GE3.

8 PROJET "CATLEM"

Depuis l'été 2012, une collaboration s'est établie entre le SECOE et le Groupe de Géomicrobiologie (Section des Sciences de la Terre et de l'Environnement, UNIGE) dans le cadre d'un projet commun. Ce projet de recherche, nommé "Catlem" (**C**arbonates **A**lcalino-**T**erreux dans le **Lém**an), porte sur l'étude de précipités minéraux (riches en Ca, Sr et Ba, ainsi qu'en P) observés sous forme de microperles à l'intérieur de cellules de phytoplancton.

L'intérêt de ce phénomène, jamais signalé jusqu'alors, réside dans le fait qu'il pourrait s'agir d'un processus de régulation des concentrations de métaux alcalino-terreux dans le Petit Lac. Un premier article (Jaquet et al. 2013), de nature essentiellement descriptive et analytique, a été publié dans le Journal of Limnology et un poster a été présenté au 11ème Swiss Geoscience Meeting en novembre 2013.

Les résultats des échantillons prélevés lors des campagnes de terrain 2013-2014 seront publiés ultérieurement.

9 POISSONS

9.1 Etat des lieux

La ressource piscicole entre 2009 et 2014 apparaît abondante. D'après le communiqué de presse de la Commission consultative internationale pour la pêche dans le Léman, l'année 2013 constitue l'année la plus productive depuis ces deux dernières décennies (Annexe A.5.2).
Egalement, comme le rapporte la CIPEL dans son rapport 2013, les années 2011 et 2012 ont été les années les plus productives depuis une trentaine d'années (Annexe A.5.1).

L'évolution des captures de pêche dans le Léman est illustrée à la figure suivante.

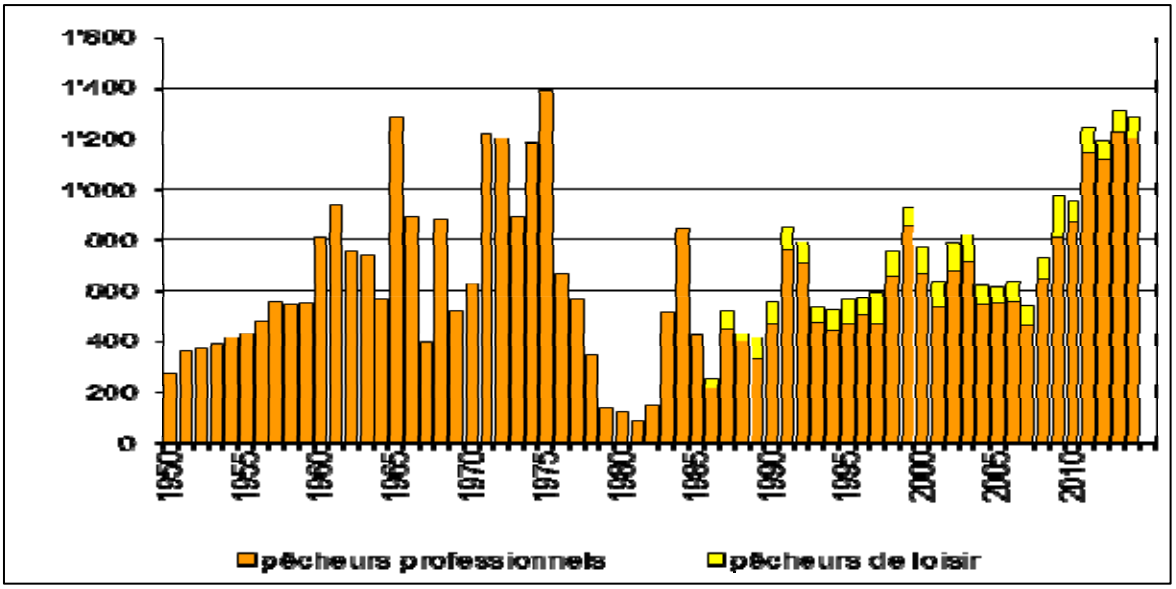


FIGURE 33 : EVOLUTION DU RENDEMENT PISCICOLE DU LÉMAN (TONNE/ANNÉE) POUR LES CINQ ESPÈCES PRINCIPALES (PERCHE, CORÉGONE, TRUITE, OMBLE, BROCHET). COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PÊCHE AU LÉMAN, DONNÉES 2014.

La baisse des concentrations en phosphore n'a pas donné lieu à une baisse du rendement de la pêche mais, telle qu'illustrée aux figures suivantes, s'est traduite par une modification du ratio des espèces de poissons, maintenant caractéristique d'un lac méso-oligotrophe (dominance des corégones sur les perches).

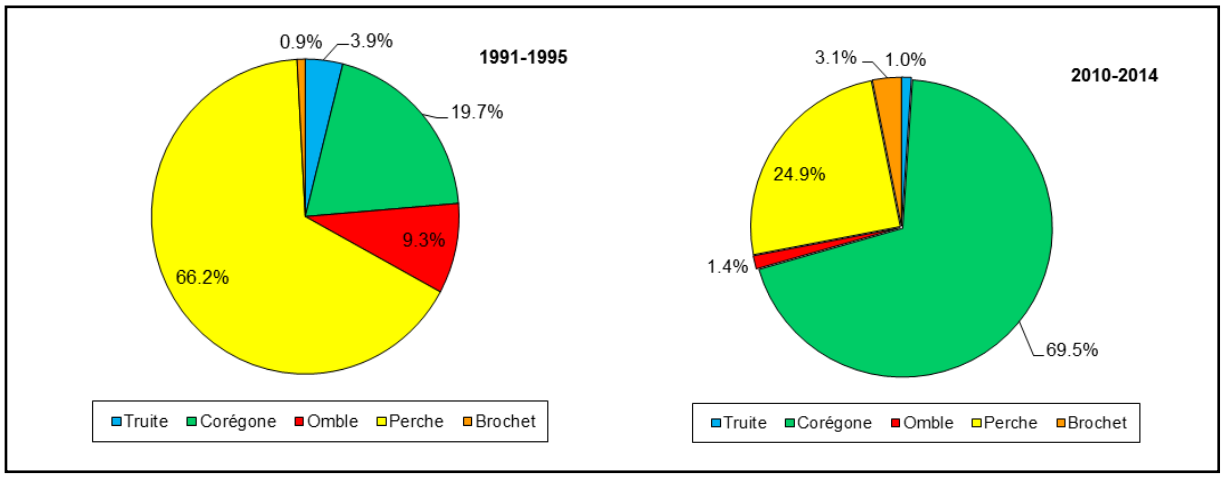


FIGURE 34 : EVOLUTION DU POURCENTAGE POUR CINQ ESPÈCES PRINCIPALES DANS LE LÉMAN, POUR LES CAPTURES ENTRE 1991 ET 2014. COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PÊCHE AU LÉMAN, DONNÉES 2014.

En effet, on remarque une inversion de l'espèce dominante entre les deux périodes illustrées ci-dessus. De 1991 à 1995, la perche occupe près de 70 % du peuplement piscicole ; elle est remplacée par le corégone depuis 2010.

La figure 35 illustre l'évolution de la pêche de la perche.

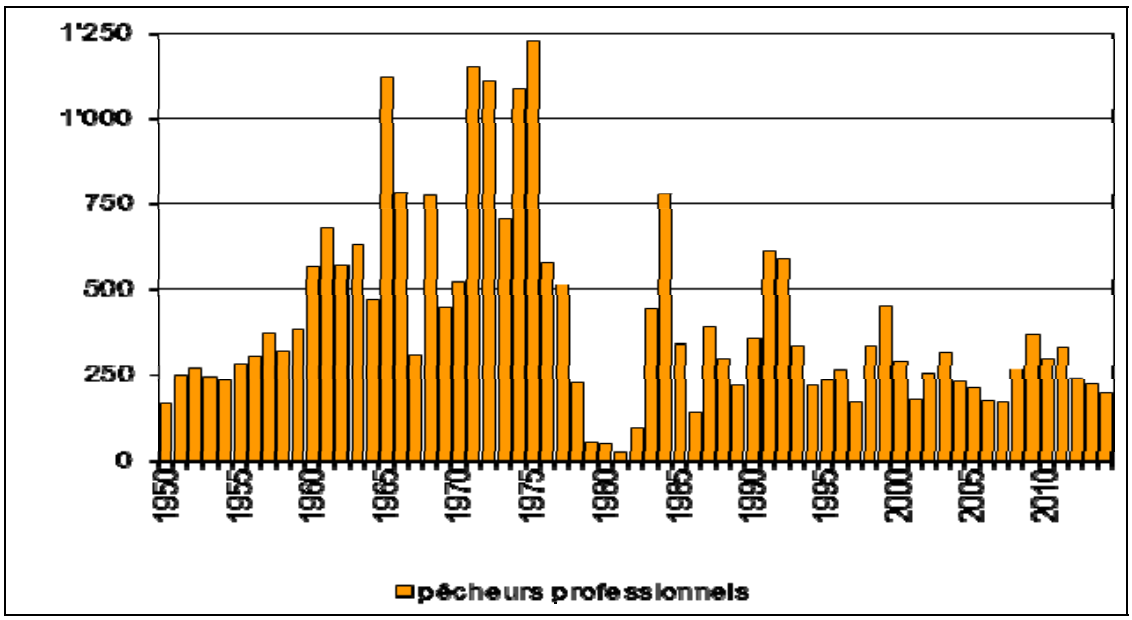


FIGURE 35 : EVOLUTION DE LA PÊCHE DE LA PERCHE DANS LE LÉMAN (TONNE/ANNÉE). COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PÊCHE AU LÉMAN, DONNÉES 2014.

En 2014, la pêche de la perche a un rendement semblable à celui du début des années 1950, suivant ainsi l'évolution du taux de phosphore soluble dans les eaux et correspondant à l'état naturel du Léman.

Un abaissement supplémentaire du taux de phosphore diminuerait sans doute la production des algues, dont *Mougeotia gracillima,* une espèce filamenteuse dont on a discuté plus haut, qui cause une gêne non négligeable en colmatant les filets. Toutefois, avec la densification de la population sur le pourtour du Léman, les probabilités d'en arriver à des conditions limitantes pour la pêche semblent assez faibles.

Aujourd'hui, la pêche repose sur la fonctionnalité du cycle biologique naturel pour quatre espèces cibles : la perche, le brochet, le corégone et, dans une large mesure, la truite lacustre. Seule la population d'omble chevalier fait encore l'objet d'un soutien significatif par déversements de juvéniles, du fait des difficultés actuelles à se renouveler par elle-même.
Au vu des faibles effectifs de salmonidés capturés, la Commission de la pêche confirme la nécessité de poursuivre les efforts consentis d'une part, pour la revitalisation des eaux et, d'autre part, pour le rempoissonnement spécifique de l'omble chevalier.
Concernant cette dernière espèce, rappelons qu'elle est particulièrement sensible au réchauffement de la température de l'eau et risque de disparaître au-delà de 7°C (rapport Petit Lac, 2008).
Notons également que l'augmentation de la température de l'eau [1], qui a déjà engendré des perturbations de la période de reproduction de certaines espèces contribue aussi à l'apparition de deux nouvelles espèces piscicoles thermophiles et néobiontes (exotiques) : le silure glane et le Black bass qui, si elles s'installent, vont modifier considérablement la structure piscicole actuelle du Léman.

[1] Le suivi de l'évolution de la température des eaux du lac est inscrit au Tableau de bord technique de la CIPEL.

Polychlorobiphényles (PCB) et dioxines-furanes (PCDD/F) dans les poissons du Léman.

En 2008, les chimistes cantonaux de Vaud, Valais et Genève ainsi que le Préfet de Haute-Savoie avaient prononcé une interdiction de commercialisation des ombles chevaliers pêchés dans le Léman et dont la taille est supérieure à 39 cm. Les résultats de la campagne de 2012 n'ont pas modifié cette décision.
En 2014, des analyses de PCB effectuées dans les truites du Léman par la CIPEL ont mis en évidence des teneurs dépassant la norme réglementaire en vigueur dans certains spécimens de grande taille. Pour la santé des consommateurs, les autorités sanitaires suisses et françaises ont décidé d'interdire la commercialisation des truites lacustres supérieures à 54 cm, à compter du 1er novembre 2015.

En raison de la contamination des ombles chevaliers mise en évidence en 2008 et de celle des truites lacustres en 2014, il conviendrait d'établir un diagnostic global des sources d'apport dans le bassin versant du Léman. Une vaste campagne d'analyse des micropolluants dans les sédiments lacustres sera lancée par la CIPEL en 2015. Elle permettra entre autres, de connaître les teneurs en PCB stockées dans les sédiments du lac et de localiser d'éventuelles zones d'apport au lac.

Vu les capacités de déplacement des poissons dans le lac, il n'est pas fait de distinction entre les résultats du Grand Lac et du Petit Lac.

10 LES INVASIONS BIOLOGIQUES

Dans le cadre du monitoring du Petit Lac, la ProtEaux ne fait pas de programme de suivi des espèces invasives.
De ce fait, les résultats donnés ci-après proviennent d'autres études ou rapports concernant l'ensemble du Léman ou uniquement du Petit Lac. Seules les principales conclusions sont reprises dans ce rapport ; les résultats sont disponibles pour consultation à la ProtEaux.

10.1 Les Neophytes (Plantes exotiques introduites accidentellement)

La CIPEL a publié, en mai 2015, un inventaire de 12 espèces de plantes invasives sur les rives franco-suisses du Léman (CIPEL 2015).

Sur l'ensemble du pourtour du lac, environ 5 % de la bande riveraine de 5 mètres de large est envahie. Quatre espèces représentent à elles seules 95 % des surfaces colonisées : ce sont les renouées, le buddleia, la laurelle et le robinier-faux-acacia. Certaines espèces n'ont pas été retrouvées en 2012-2013. C'est le cas de l'ambroisie, dont la lutte pour son éradication mise en place en Suisse et en France s'est avérée efficace.

Concernant les rives genevoises, les principaux résultats sont les suivants : 84 % des surfaces colonisées le sont par la renouée du Japon. On y trouve également, en faible proportion, de la solidage, du robinier, du sumac et de l'ailante. Contrairement aux autres rives du Léman, les rives genevoises ne sont que faiblement colonisées par le buddleia. On peut penser que les enrochements, majoritaires sur les rives du canton de Genève, constituent un substrat moins favorable pour cette espèce.


Photo 4 : *Reynoutria* sp.


Photo 5 : *Buddleja davidii*

Au niveau des plantes aquatiques, les espèces envahissantes sont les mêmes que celles décrites dans le rapport Petit Lac de 2008 : l'élodée du Canada (*Elodea canadensis*) et l'élodée de Nuttall (*Elodea nuttallii*). Ces deux néophytes envahissantes sont susceptibles de provoquer une diminution de la biodiversité. Toutefois, elles ne représentent que 1 à 2 % de la végétation aquatique de la Rade et ne posent pas de problème dans ce site (Lachavanne J.B. et al., 2013).



Photo 6 : *Elodea canadensis*



Photo 7 : *Elodea nuttallii*

10.2 Les Neozoaires (Animaux exotiques introduits accidentellement)

D'après les relevés de Cacheiro (2007), Cornioley (2009), Golay (2011) et Lachavanne (2013), les espèces animales invasives dans le Petit Lac sont les suivantes :

- Les gastéropodes *Potamopyrgus antipodarum* et *Gyraulus parvus*
- Le bivalve *Dreissena polymorpha*
- Le crustacé Gammaridé *Dikerogammarus villosus* et le crustacé zooplanctonique *Hemimysis anomala*
- Les écrevisses *Orconectes limosus* (dite écrevisse américaine) et *Pacifastacus leniusculus* (dite écrevisse signal ou de Californie)



Photo 8 : *Hemimysis anomala*



Photo 9 : *Potamopyrgus antipodarum*



Photo 10 : *Orconectes limosus*



Photo 11 : *Pacifastacus leniusculus*

Dreissena polymorpha (bivalve) et *Dikerogammarus villosus* (crustacé) sont particulièrement abondants, le bivalve dominant largement la biomasse totale des invertébrés (Lachavanne et al. 2013).



Photo 12 : *Dreissena polymorpha*



Photo 13 : *Dikerogammarus villosus*

Deux autres espèces apparues ces dernières années dans le Léman pourraient également être présentes dans sa partie genevoise :

- Le bivalve asiatique *Corbicula fluminea* (apparue en 2008) (Lods-Crozet, 2014)
- Le crustacé ponto-caspien *Chelicorophium curvispinum* (apparue en 2010) (Lods-Crozet et al., 2013)



Photo 14 : *Corbicula fluminea*



Photo 15 *: Chelicorophium curvispinum*

Ces espèces envahissantes ont un impact non négligeable sur la macrofaune locale. On observe par exemple que le crustacé *Dikerogammarus villosus* a colonisé une grande partie des fonds entre 0 et 5 m, excluant de ces biotopes le gammare indigène *Gammarus fossarum/pulex*, espèce commune et abondante avant le début du 21ème siècle.

L'abondance des Neozoaires et leur répartition dans la beine lacustre est suivie par le canton de Vaud depuis 2010 sur deux sites. D'une manière générale, ils représentent 95,5 % de l'abondance totale des macroinvertébrés à 0.5 mètre**.** Ce pourcentage diminue avec la profondeur, pour atteindre environ 7 % à 10 mètres (Lods-Crozet, 2015).

La destruction des habitats rivulaires (banalisation des milieux), l'accroissement des connexions entre les hydrosystèmes (Danube et Rhin) et les activités nautiques favorisent la propagation des espèces animales et végétales exogènes.

La moule quagga, une proche parente de la moule zébrée, qui a progressé en remontant le Rhin, atteindra probablement la Suisse dans un proche avenir. L'Eawag a mené une étude sur sa propagation et il semblerait que les bateaux de plaisance jouent un rôle déterminant dans la dispersion de ce bivalve (Fact sheet, juin 2015). Le nettoyage des bateaux est fortement recommandé pour retarder son intrusion dans les eaux suisses.



Photo 16 : Moule quagga (20-30 mm)

Afin d'évaluer précisément les impacts des espèces envahissantes sur la faune locale, des programmes de suivi devraient être menés dans le futur.

11 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

De manière générale, en 2014 l'état écologique du Petit Lac est bon ; la majorité des paramètres utilisés pour la surveillance de ses eaux satisfont aux exigences et depuis 2008, des améliorations ont été enregistrées.

Bien que l'on observe une diminution de certains micropolluants, on ne doit toutefois pas sous-estimer la part de "ce que l'on ne voit pas". Les techniques d'analyse évoluent sans cesse et permettront sans doute de révéler d'autres molécules à plus ou moins court terme.

N'oublions pas que l'eau du Léman est un réservoir d'eau potable majeur, dont la qualité a un impact direct sur la santé de la population. **C'est pourquoi les efforts d'assainissement ne doivent en aucun cas être relâchés.**

Les efforts doivent également se poursuivrent en ce qui concerne la problématique du réchauffement. On constate que l'élévation de la température de l'eau engendre déjà des perturbations au niveau du cycle biologique de certaines espèces piscicoles et menace les plus sensibles de disparition. Il est impératif que la Suisse poursuive son engagement en s'impliquant dans les prises de décisions qui visent à mettre en place des actions dans le but de freiner le réchauffement planétaire.

Enfin, l'attention apportée aux rives devra se poursuivre. En effet, depuis que l'on veille sur le Léman, on a beaucoup investi pour améliorer la qualité de son eau. En revanche, ses rives, qui ont été majoritairement dénaturées, ont été négligées. Depuis quelques années, des projets de renaturations ont été mis sur pied suite à une requête venant de la Confédération (OFEV, 2013) puis, concrétisés au niveau cantonal, dans le cadre des SPAGE. La méthode de diagnose écomorphologique des rives des lacs au niveau suisse, qui sera bientôt publiée dans le cadre du système modulaire gradué Lac, incitera sans doute les cantons à poursuivre la renaturation des rives.

Bibliographie

ANNEVILLE, O., Gammeter S. et Straile D., 2005. Freshwater Biology. 50, 1731-1746

AQUAPLUS, 2010. Etude de la végétation macrophytique du Léman – Relevés en juillet 2009.

BERNARD, M. et ARNOLD C., 2010. Rapport CIPEL Campagne 2009, p.131-142

BERNARD, M., 2010. Rejets industriels de micropolluants : des premières analyses à l'adoption d'une ligne directrice [En ligne]
http://www.cercleau.ch/files/8413/2267/1649/Bernard_MicropolluantsVS_juin_2010.pdf

BINDER, E., 1965 : Un mollusque envahissant : la *Dreissena polymorpha* (Léman). Rev. mens. Mus. Genève 54 : 2-4.

BLUM, W., McARDELL, C.S., HOEHN, E., SCHAUBHUT, R., 2005. Organische Spurenstoffe im Grundwasser des Limattales, AWEL, Zürich

BRETTUM, P., 1989. Algen als Indikatoren für die Gewässerqualität in norwegischen Binnenseen. Norsk Institutt for vannforskning NIVA, Norway : 102 pp.

BUERGE, I.J., POIGER, T., MULLER M.D., BUSER, H.-R., 2003. Caffeine, an anthropogenic marker for wasterwater contamination of surface waters, *Environ. Sci. Technol*., 37(3), 691-700

BUERGE, I.J, BUSER, H.-R., KAHLE, M., MULLER, M.D., POIGER, T., (2009), Ubiquitous occurence of the artifical sweetener acesulfame in the aquatic environment: An ideal chemical marker of domestic wastewater in groundwater, *Environ. Sci. Technol.*, 43, 4381-4385

CANTON DU VALAIS, 2008. Département des transports, de l'équipement et de l'environnement, Ligne directrice "Stratégie micropolluants VS", [En ligne] http://www.vs.ch/NavigData/DS_65/M22572/
fr/Groupe%20Strat%C3%A9gie%20micropolluants%20VS-Ligne%20directrice.pdf, 25.06.2015

Centre ECOTOX, 24.06.2015 [En ligne],
http://www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/qualitaetskriterien/vorschlaege/index_FR,

CIPEL, 2010 : Rapport campagne 2009. ORTELLI et al., p. 57-76

CIPEL, 2010 : LAVIGNE, S., CORDONIER A., JAQUET, J.-M, Evolution du phytoplancton du Petit Lac, Campagnes 2006 à 2010. p.109-124.

CIPEL, 2014 : Blooms de Mougeotia dans le Léman : Facteurs déclenchants et comparaisons avec d'autres grands lacs.

CIPEL, 2014 : Tableau de bord technique 2014 (Plan d'Action 2011-2020).

CIPEL, 2014 : Rapport campagne 2013, Evolution de la pêche dans le Léman, p.163-174

CIPEL, 2015 : Rapport campagne 2014, Evolution physico-chimique des eaux du Léman, p.31

CIPEL, 2015 : Rapport campagne 2015, PCB et dioxines dans les truites lacustres du Léman, p.98-102

CIPEL, 2015 : Inventaires de 12 espèces de plantes invasives sur les rives franco-suisses du Léman. Magali Condamine et Stéphanie Mercier. Secrétariat de la CIPEL. 24 p. + annexes.

CLEMENS, A., MONTUELLE, B., 2015 Le tour des grands Lacs Alpins naturels en 80 questions. Zone Atelier Bassin du Rhône.

COREALIS, 2014 : Revitalisation des cours d'eau, planification stratégique cantonale, novembre 2014, mandat Direction Générale de l'Eau pour l'OFEV.

CROZET, B., PEDROLI, J.-C., VAUCHER, C. ,1980 : Premières observations de *Potamopyrgus jenkinsi* (Smith) (*Mollusca*, *Hydrobiidae*) en Suisse romande. Ann. Soc. Suisse zool. 87/3 : 807-811.

DCE Circulaire 2006/16, Ministère de l'Économie et du Développement Durable. Paris 2006

DEMIERRE, A. , 2000 : Rives genevoises du Léman : Plan de gestion pour le faucardage des plantes aquatiques. Genève, rapport GREN Biologie appliquée Sàrl pour DIAE, 35 p. + annexes.

DEMIERRE, A. ,2008 : Étude de la végétation macrophytique de la Rade et de Port-Choiseul - 2008. Genève, rapport GREN Biologie appliquée Sàrl pour SECOE (DT), 22 p. + annexes.

DEMIERRE, A. & DURAND P. ,1999 : La végétation macrophytique du Léman, Campagnes 1997 et 1998. Rapport CIPEL Campagne 1998, p. 129-217.

Direction générale de l'environnement, Canton de Vaud. Inspection de la pêche. Statistique pêche Léman, octobre 2015.

DIRECTION GENERALE DE L'EAU, 2014 : Schéma de protection, d'aménagement et de gestion des eaux (SPAGE) : Lac-Rhône-Arve. DGEau, Service de la planification. Septembre 2014. 112 p. + annexes.

EAWAG, Etude du peuplement pisciaire du lac Léman, 2014

EAWAG, Fact sheet "Transport des bateaux et espèces envahissantes" juin 2015.

EAWAG, 2014. Micropolluants - Stratégie d'évaluation pour les micropolluants de sources non ponctuelles. Etude réalisée sur mandat de l'OFEV.

ECOTEC, 2004 : Cartographie des interfaces des rives Genevoises. mandat pour le SECOE. Octobre 2004.

DUSSART, B. Limnologie L'étude des eaux Continentales. 1966, 677 pages.

FASEL, A. 2005 : http://www.fr.ch/mhn/news/juillet_2005 /home_homepic_corbicula 05.asp

FOREL, F.-A. ,1892-1904. Le Léman, monographie limnologique. Lausanne, F. Rouge.

GARCIA, M.-C. 1982 : Étude de la répartition des macrophytes et de la macrofaune benthique de la Rade de Genève. Travail de diplôme, Université de Genève, 194 p.

GAUTHIER H., 2008. Biodegradation of pharmaceuticals by microorganism, Master of Engineering, McGill University, Montréal.

GOTZ, C.W., HOLLENDER, J., KASE, R., 2010. Mikroverunreinigungen Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus kommunalem Abwasser. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Dubendorf : Eawag

GREN, 2004 : Rives genevoises du Léman - Plan de gestion pour le faucardage des plantes aquatiques : rapport de suivi 2001-2003. Rapport pour DIAE, 20 p. + annexes.

GREN, 2008 : Etude de la végétation macrophytique de la Rade et de Port-Choiseul - 2008 Rapport pour le SECOE, 22p + a
nnexes.

HOCHREUTINER, G. 1897 : Notice sur la répartition des phanérogames du Rhône et du port de Genève. Bull. herb. Boissier (5) p. 1-14.

LACHAVANNE, J.-B. 1976 : Contribution à l'étude des macrophytes du Léman. Université de Genève, Département de biologie végétale, 409 p.

LACHAVANNE, J.-B. & al.,1985 : La végétation aquatique des rives genevoises du Léman. Etat actuel et évolution depuis 1972. Rapport Université de Genève**,** 77 p.

LACHAVANNE, J.B. et al., 2013 : Flore et Faune aquatiques de la grande rade de Genève. Diversité biologique et valeur patrimoniale des espèces. Qualité écologique des peuplements. Evolution et Etat actuel. Impact potentiel du projet de la plage publique des Eaux-Vives et de l'agrandissement du port de la Nautique. UNIGE et HEPIA. , mars 2013. 120 p. + annexes.

LEHMANN, A. ,1997 : Apports des systèmes d'information géographique à l'étude des plantes aquatiques submergées en milieu lacustre. Thèse Université de Genève**,** 197 p.

Leitfaden zur erhebung der biologischen qualitätselemente. Teil B2-Phytoplankton (Taxon-spezifische Trophie-Scores nach Wolfram et al. 2007).

LODS-CROZET, B. ,2015 : Long-term biomonitoring of neozoan invertebrates in lake Geneva. Poster pour le *9th symposium of european freshwater sciences*. Genève du 5 au 10 juillet 2015.

LODS-CROZET, B. , 2014 : Long term biomonitoring of invertebrate neozoans in Lake Geneva. Archives des Sciences 67 : 101-108 p.

LODS-CROZET B., GERDEAU D., PERFETTA J. , 2013 : Changements des communautés biologiques littorales et piscicoles dans le Léman en relation avec les pressions sur l'écosystème. Archives des Sciences 66 : 137-156 p.

LOHMANN, H., 1908: In PAVONI, M., 1969 : Beziehung zwischen Biomasse und Stickstoff-concentration. Deep-sea Res. 13,p. 223-227.

Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux), 1991 RS 814.20 Assemblée fédérale de la Confédération suisse, Berne.

OCDE, 1982 : Eutrophisation des eaux : méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte. 165 pp.

OCHSENBEIN, U., MATTMANN, B., VON KÄNEL, A., ZEH, M., ZIMMERMANN, CH. and KIRCHHOFER, A. (2003). Gewässerbericht 1997-2000. Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern GSA, Gewässer- und Bodenschutzlabor GBL, Bern.

OFEFP, 1991 : Recommandations pour l'évaluation de la qualité hygiénique des eaux de baignade de lacs et de rivières. L'environnement pratique - Information concernant la protection des eaux n° 7, Berne, 33 p.

OFEV, 2009 - Bulletin d'information n° 6, Projet "Stratégie MicroPoll".

OFEV, 2012 - Liste rouge Mollusques (bivalves et gastéropodes). Espèces menacées en Suisse, état 2010. Centre suisse de cartographie de la faune. Neuchâtel. L'environnement pratique 1216 : 148 p.

OFEV, 2013 - Système d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse. Guide pour l'élaboration de modules d'appréciation. Connaissance de l'environnement 1326 : 38 p.

OFEV et OSFP, 2013 - Evaluation des eaux de baignade

Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) 1998, RS 814.201 Conseil fédéral suisse, Berne.

POURRIOT, R et MEYBECK, M ,1995 : Limnologie générale. Collection d'écologie 25 Edition Masson

RAMSEIER GENTILE, S., ORTELLI, D., EDDER, P., KLEIN, A. (2014) Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2013, 163-172

RICKLEFS, R. E. Gary L. MILLER, Écologie 2005, 858 p.

SAS, H., 1989. Richarrz, Acadamia Verlag, 497 pp.

SAVOYE, L., QUETIN, P. et KLEIN, A. (2014), Evolution physico-chimique des eaux du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2014, 21-56.

SCHLOSSER J.A., et al. , 2013 : Système d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse. Guide pour l'élaboration des modules d'appréciation. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 1326 : 38p.

SECOE, 2010. Etat écologique du Petit Lac en 2008. DGEau - Canton de Genève.

SILA - Rapport d'activité, 2013 - Dermatite cercarienne au Lac d'Annecy

SPDE, 2015. Rapport Concept du réseau primaire du PREE Lac Rive Gauche – Secteur « Nant d'Aisy – Collonge-Bellerive – Cologny ».

STRICKLAND J.D.H. and PARSONS T.R. (1968): A practical handbook of sea water analysis. BuII.Fish.Res.Bd Canada, 167, 311p.

URBAPLAN, 2014 : Etude préliminaire de localisation et de morphologie des aménagements lacustres. Rapport final, juillet 2014. Canton de Genève DETA-DGEAU.

UTERMOHL, H., 1958 : Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplancton-Methodik. Mitt. Int. Verein. Limnol., 9, 38 p.

WETZEL, R. G. and LICKENS, G.L., 2000 : Limnological Analyses, Third edition, Springer-Verlag New York.

WITTMER, I., JUNGHANS, M., SINGER H., STAMM, C. (2014), Micropolluants - Stratégie d'évaluation pour les micropolluants de sources non ponctuelles, Etude réalisée sur mandat de l'OFEV. Eawag, Dübendorf

ANNEXES

12 A.1 MÉTHODES D'ANALYSES

12.1 A.1.1 Analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques effectuées sur les échantillons d'eau prélevés mensuellement lors des campagnes d'analyses physico-chimiques portent sur la recherche de la bactérie ***Escherichia coli***, indicatrice de pollution fécale.

APPRECIATION DE LA QUALITE DES EAUX DE BAIGNADE

CEE: directive 76/160 modifiée en 1995 :
E.coli /100mL, nombre **G**uide : 100
Nombre **I**mpératif : 2000 **(ATTENTION GENEVE RESTE à 1000 !)**

Suisse (Recommandations de l'OFEFP, 1991) **:**

Classe de qualité	*E.coli* /100 mL	*Salmonella* spp. /1000 mL
A	<100	non décelées
B	100-1000	non décelées
C	100-1000 >1000	décelées non décelées
D	>1000	décelées

Genève : grille d'interprétation des résultats basée sur la grille française :

Escherichia coli	8/10 prélèv.<G et au moins 9/10 prélèv.<I	au moins 9/10 prélèv.<I	plus de 1/10 prélèv.>I	au moins 1/3 prélèv. >I
Qualité (au moins 10 prélèvements)	**A bonne**	**B moyenne**	**C Peut être momentanément pollué**	**D mauvaise**

Signification de **G** et de **I** :

pour 100mL	*Escherichia coli*	*Salmonella* spp.
G	<100	
I	<1000	aucune dans 1 L

Les normes "impératives" (**I**) ne doivent pas être dépassées
Les nombres "guides" (**G**) sont à respecter si possible
Remarque: dans la grille française actuelle la valeur de (I) est passée à 2000
(ATTENTION GENEVE RESTE à 1000 !)

12.2 A.1.2 Analyses du phytoplancton

Les échantillons d'eau brute sont collectés à l'aide d'une cloche intégratrice (Pelletier and Orand (1978a) ; Pelletier and Orand (1978b) couvrant la couche 0-20 m. Traités au réactif iodo-ioduré, les organismes sont identifiés et comptés au microscope inversé suivant le procédé d'UTERMOHL (1958)

La méthode d'estimation de la biomasse est celle de LOHMANN (1908)

Ce calcul est effectué à partir des comptages au microscope inversé et nécessite la détermination du volume cellulaire brut moyen de chaque espèce transformé en poids en considérant la densité globale des organismes comme égale à 1. De ce fait les biomasses sont exprimées en poids par unité de volume ($\mu g/m^3$).

12.3 A.1.3 Mesure de la transparence

La transparence est mesurée avec un disque de Secchi adapté par la CIPEL (entièrement blanc et d'un diamètre de 30 cm).

Moyen simple pour mesurer la transparence de l'eau, le disque est descendu dans l'eau jusqu'à ce qu'il disparaisse ; on note la profondeur de disparition. Cette technique a été développée par A. Secchi en 1866.

12.4 A.1.4 Dosage de la chlorophylle

La concentration en **chlorophylle *a*** est mesurée au spectrophotomètre après filtration des échantillons d'eau brute (sur filtre en nitrate de cellulose, 0.6 µm de porosité) et extraction des pigments cellulaires dans un mélange hydro-acétone (10 / 90) selon la méthode décrite par STRICKLAND et PARSONS (1968).

12.5 A.1.5 Concentration moyenne pondérée

Pondération des concentrations selon le volume de la profondeur de prélèvement.

Les prélèvements ont lieu à 10 profondeurs de volumes différents. Les concentrations mesurées doivent donc être pondérées en fonction des volumes de chaque couche analysée. Les coefficients retenus d'après les études bathymétriques nous ont été communiqués par la CIPEL et sont listés dans le tableau suivant.

Profondeur (m)	Coefficient de correction (km^3)
0	0.10505
2.5	0.20505
5	0.19485
7.5	0.18470
10	0.25825
15	0.32675
20	0.45215
30	0.73955
50	0.60320
70	0.15745
Volume total	3.22700

Le mode de calcul des concentrations moyennes pondérées est donc le suivant :

Concentration moyenne pondérée = (Σ(concent prof x)*(coefficient prof x)) / Vol.tot

13 A.2 : LISTE DES MICROPOLLUANTS ANALYSÉS ENTRE 2011-2014

SUBTANCE	FAMILLE	TYPE
Aspartam	Edulcorant	Domestique
Atenolol	Bêta-bloquant	Pharmaceutique
Benzothiazole	Anti-corrosif	Industrie
Benzotriazole	Anti-corrosif	Industrie
Bezafibrate	Antibiotique	Pharmaceutique
Butylparabene	Parabene	Domestique
Caffeine	Psychostimulant	Domestique
Carbamazepine	Anti-épileptique	Pharmaceutique
Carisoprodol	Relaxant musculaire	Pharmaceutique
Cetirizine	Antihistaminique	Pharmaceutique
Clarithromycine	Antibiotique	Pharmaceutique
DEET	Repulsif insectifuge	Domestique
Diclofenac	Analgésique et anti-inflammatoire	Pharmaceutique
Docetaxel	Anti-cancéreux	Pharmaceutique
Estrone	Hormones	Pharmaceutique
Ethylparabene	Parabene	Domestique
Fluoxetine	Anti-psychotique	Pharmaceutique
Gabapentine	Anti-épileptique	Pharmaceutique
Ibuprofene	Analgésique et anti-inflammatoire	Pharmaceutique
Iohexol	Agent de contraste RX	Pharmaceutique
Iomeprol	Agent de contraste RX	Pharmaceutique
Irbesartan	Anti-hypertenseur	Pharmaceutique
Isopropylparabene	Parabène	Domestique
Metformine	Anti-diabetique	Pharmaceutique
Methylparabene	Parabène	Domestique
Metoprolol	Bêta-bloquant	Pharmaceutique
Naproxen	Analgésique et anti-inflammatoire	Pharmaceutique
Paracetamol	Analgésique et anti-inflammatoire	Pharmaceutique
Propanolol	Bêta-bloquant	Pharmaceutique
Propylparabene	Parabene	Domestique
Sotalol	Bêta-bloquant	Pharmaceutique
Sulfadimethoxine	Antibiotiques	Pharmaceutique
Tolyltriazole	Anti-corrosif	Industrie
Trimethoprime	Antibiotiques	Pharmaceutique
Venlafaxine	Anti-dépresseur	Pharmaceutique

14 A.3 : INDICATEUR QUALITÉ ÉCOLOGIQUE DU PETIT LAC

INDICATEUR : QUALITE ECOLOGIQUE DU PETIT LAC	
Mise à jour 2014	
Prestations	**PROTECTION ET SURVEILLANCE DES EAUX DE SURFACE** Mesurer et surveiller l'état des eaux de surface afin de planifier les actions nécessaires à leur protection.
Sous prestations	Effectuer les mesures (de terrain et de laboratoire) et études nécessaires à la compréhension du Petit Lac (aspects qualitatifs et quantitatifs). Déterminer les origines des perturbations anthropogènes et leur ampleur.
Objectifs opérationnels	Effectuer des mesures 1X / mois à la station GE3. Mise à jour régulière des données dans fichiers Excel. Fournir résultats et interprétation sous forme de rapport.
Nom de l'indicateur	**Qualité écologique du Petit Lac**
Type d'indicateur	Efficacité
Description / Objectif	Respect des concentrations en **phosphore** total, **oxygène** dissous, biomasse **phytoplanctonique, chlorophylle *a*** et mesure de **Secchi.**
Unité de mesure	**Phosphore total :** µgP/L **Oxygène dissous:** mg/L **Phytoplancton :** mg/m^3 **Chlorophylle *a* :**mg/m^3 **Secchi :** mètre
Valeur cible	Idem seuil
Références valeurs seuils	**OEaux 1998, OCDE 1982 , CIPEL 2014, DCE (CE 2000)**
Seuil / valeur critique	**Ptot.** moy.ann.pondérées : **<15µg/L** (entre 10 et 15µg/L) et Catégorie trophique : **Méso-Oligo** **O_2** à 70 mètres moy.ann. : **>4 mgO_2/L** **Phyto** biomasse moy. ann. : **< 1000 mg/m^3** et Indice Brettum (IB) : **4** **Chl *a*** moy.ann. et Max : Catégorie trophique : **Méso-Oligo** **Secchi** : moy.ann. et Min **:** Catégorie trophique : **Méso-Oligo**
Valeurs au 31.12.2014	**Ptot : 11.41µg/L (Méso)** **O_2 : 8.65 mgO_2/L** **Phyto** : **1471mg/m^3** **IB** : **3.29** **Chl *a* :** moy.2.5 mg/m^3 (**Méso**) et Max 5.5 mg/m^3 (**Oligo**) **Secchi :** moy.6.7m (**Oligo**) et Min 3.3m (**Oligo**)
Fréquence de mesures	Mensuelles
Sources de données	Interne
Année de définition	**2014**
Responsable	SLA
Commentaires	Crée en 2008 / Modifié en 2014

OEaux = Ordonnance sur la Protection des eaux
OCDE = Organisation de Coopération et de Développement économiques
CIPEL = Commission Internationale pour la protection des eaux du Léman
DCE = Directive Cadre de l'Eau

15 A.4 : *MOUGEOTIA GRACILLIMA* DANS LE PETIT LAC / 1977- 2014

Evolution des biomasses (mg/m^3) de *Mougeotia gracillima* dans le Petit Lac (GE3) de 1977 à 2014

	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Tot. Ann.
1977	44	21	0	4	0		149	325	284	686	2		1'515
1978	0							211	222	264	31	22	750
1979	1								0	49	23	63	136
1980									171	141	27	82	420
1981	29							2	80	148	19		279
1982								22	48	10	36	0	116
1983	1								21	42			64
1984													-
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	85	15	101	24	226
1986	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
1987													-
1988									46	2	15		64
1989		3		2									6
1990													-
1991													-
1992									714	24	14	6	758
1993	0	0	0	0	0	0	0	558	2	31	5	0	596
1994								12					12
1995	0	4		0		10	5	25	753	47	1		845
1996	3	12	0	0	0	0	2	738	3'161	192	66	8	4'182
1997								5	480	48		8	540
1998	8	0	0	0	0	0	168	1'920	1416	93	1	0	3'607
1999	0	0	0	0	0	0	0	24	174	14	0	0	213
2000	0	0	0	2	0	0	0	6	0	84	0	11	103
2001	0	0	0	0	0	47	312	20'452 ✦	2'785	366	120	0	24'081
2002	0	0	0	0	0	3	0	74	28	352	51	1	510
2003	1	0	1	1	0	1	114	170	142	40	1	1	469
2004	0	0	0	0	0	30	368	2'034	410	930	537	2'010	6'320
2005	2'632	1437	1	30	12	1	241	18	145	78	1'932	4'244	10'770
2006	1'829	767	12	0	0	0	0	6	97	187	634	724	4'256
2007	72	42	6	0	0	682	11'590 ✦	1'606	5'149	9'055 ✦	4'147	97	32'445
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	24	48	32	0	104
2009	1	1	0	1	0	0	48	1195	10'183 ✦	6'972 ✦	573	30	19'005
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0	495	1'600	1'569	332	0	3'996
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	6	18	6	1	31
2013	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	12	0	14
2014	0	0	0	0	0	24	386	121	12	12	78	18	652

< 1000
1000 à 3000
> 3000
Biomasse exceptionnelle ✦

16 A.5 COMMUNIQUES DE PRESSE

16.1 A.5.1 Pêche abondante dans le Léman en 2012

La Commission internationale de la pêche dans le Léman s'est réunie à St-Sulpice (VD) le 26 septembre 2013 afin de tirer le bilan de l'année 2012 et d'évoquer les orientations futures en matière de gestion piscicole. Avec plus de 1200 tonnes de poissons capturés, l'année 2012 confirme les bons résultats enregistrés depuis 2009.

8254 pêcheurs de loisirs et 138 pêcheurs professionnels se sont partagé la surface du Léman en 2012. Le poids total des captures, toutes espèces confondues, s'élève à 1241 tonnes. L'année 2012 constitue ainsi la deuxième année la plus productive (après 2011) depuis l'entrée en vigueur, en 1980, des accords transfrontaliers sur la pêche. La pêche professionnelle représente l'essentiel des captures avec 1168 tonnes de poissons pêchés. Deux espèces forment la majeure partie des prises : le corégone, plus communément appelé « féra », et la perche, représentant à eux deux plus de 90 % des captures totales. Les effectifs de féra (852 tonnes) constituent le plus gros tonnage enregistré pour cette espèce dans l'histoire de la pêche dans le Léman. Considérant l'abondance de la féra et le bon succès de sa reproduction naturelle, la Commission a décidé de reconduire, par voie d'arrêté, une prolongation exceptionnelle de 15 jours de pêche (jusqu'au 31 octobre), afin d'exploiter au mieux cette ressource régionale.
Les captures d'ombles chevaliers (13,5 tonnes) et de truite (10,5 tonnes) demeurent stables à un niveau bas depuis 2005, en dépit des efforts consentis pour l'assainissement et la revitalisation des eaux. L'évaluation de l'efficacité des mesures de rempoissonnement pour ces deux espèces s'est par ailleurs achevée en 2012, après cinq années de suivi. Les résultats de cette étude feront prochainement l'objet d'une brochure vulgarisée.
Les captures d'écrevisses américaines (espèces invasives) atteignent plus de 7 tonnes en 2012. Il est réjouissant de constater que les pêcheurs professionnels français et vaudois ont su exploiter et valoriser cette nouvelle ressource.
Le projet d'inventaire du peuplement piscicole du Léman, piloté par l'Institut de Recherche de l'Eau du domaine des EPF (Eawag), a été réalisé au mois de septembre 2012. Unique en son genre, la collection de référence permettra de fournir de précieuses indications sous l'angle de la diversité génétique et des teneurs en micropolluants dans les poissons.
Quant à l'ouverture de la pêche des salmonidés dans le Léman, elle a été est fixée au 12 janvier 2014.

Bureau d'information et de communication de l'Etat de Vaud
Lausanne, le 04/10/2013

16.2 A.5.2 La pêche dans le Léman en 2013 : nouvelle année d'abondance

La Commission internationale de la pêche dans le Léman s'est réunie à Thonon-les-Bains le 2 octobre 2014. Avec plus de 1'300 tonnes de poissons capturés, l'année 2013 constitue le meilleur tonnage enregistré depuis 1991.

Les chiffres parlent d'eux-mêmes : 8'738 pêcheurs de loisirs (+ 484 permis) et 142 pêcheurs professionnels se sont partagé la surface du Léman en 2013. Le tonnage total de captures, toutes espèces confondues, s'élève à 1'334 tonnes. L'année 2013 constitue ainsi l'année la plus productive depuis ces deux dernières décennies. La pêche professionnelle représente l'essentiel des captures (~ 95 %) avec 1'260 tonnes de poissons pêchés.

Deux espèces forment la majeure partie du résultat de la pêche lémanique: le corégone, plus communément appelé "féra", et la perche, représentant à eux deux plus de 90 % des captures totales. Les effectifs de féra (974 tonnes) constituent le plus gros tonnage enregistré pour cette espèce dans l'histoire de la pêche au Léman. Considérant l'abondance de la féra et le bon succès de sa reproduction naturelle, les deux Etats ont décidé de reconduire, par voie d'arrêté, une prolongation exceptionnelle de 15 jours de pêche (jusqu'au 31 octobre), afin d'exploiter au mieux cette ressource régionale.

La Commission a adopté les grandes lignes du prochain règlement quinquennal (2016-2020) sur la pêche dans le Léman. Parmi les changements marquants, citons l'adaptation (baisse) du nombre d'autorisations de pêche professionnelle, la prise de mesures visant à protéger l'omble-chevalier (dont les effectifs peinent à se rétablir) ou encore la baisse des contingents de repeuplement de la truite (en raison du taux élevé de reproduction naturelle constaté).

Au vu des faibles effectifs de salmonidés capturés, la Commission confirme la nécessité de poursuivre les efforts consentis d'une part, pour la revitalisation des eaux et d'autre part, pour le rempoissonnement spécifique de l'omble-chevalier.

Les captures d'écrevisses américaines (espèces invasives) atteignent près de 8 tonnes en 2013 (année record). Il est réjouissant de constater que les pêcheurs professionnels français et vaudois ont su exploiter et valoriser cette nouvelle ressource locale.

Commission consultative internationale pour la pêche dans le Léman
10/10/2014

17 CRÉDITS ICONOGRAPHIQUES

PHOTO page couverture : ……..Sophie Lavigne (SECOE)

PHOTO 1……© Dr Helmut Sattmann

PHOTO 2……SECOE

PHOTO 3……SECOE

PHOTO 4……www.erick.dronnet.free.fr

PHOTO 5……Erwin Jörg

PHOTO 6……www.animaux-reunion.com

PHOTO 7……www.eol.org

PHOTO 8……www.zoology.fns.uniba.sk

PHOTO 9……www.michigan.gov

PHOTO 10……www.ogmoreriver.com

PHOTO 11……www.esmeree.fr

PHOTO 12……www.shell.kwansei.ac.jp

PHOTO 13……www.hydra-institute.com

PHOTO 14……www.neozoen-bodensee.d

PHOTO 15……© PETER REY/HYDRA

PHOTO 16……Eawag