

ÉVOLUTION PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DU LÉMAN

Campagne 1998

PAR

Paul BLANC

STATION D'HYDROBIOLOGIE LACUSTRE (INRA), BP 511, F - 74203 THONON-LES-BAINS Cedex

Claude CORVI et Sophal KHIM-HEANG

SERVICE DU CHIMISTE CANTONAL, CP 166, CH - 1211 GENÈVE 4

François RAPIN

COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN
CP 80, CH - 1000 LAUSANNE 12

RÉSUMÉ

Pour la douzième année consécutive, un hiver relativement doux n'a pas permis une homogénéisation thermique de l'ensemble des eaux du Grand Lac en février / mars 1998. On peut estimer que la circulation hivernale des eaux n'a atteint que 150 mètres de profondeur; la réoxygénation totale des eaux profondes n'a donc pas été réalisée. Conséquence de cette situation défavorable, la concentration en oxygène des eaux du fond du Grand Lac en février 1998 est d'environ 2.50 mgO₂/l et chute à 0.62 mgO₂/l en fin d'année. Cependant, bien que ne correspondant pas à la campagne de mesures de 1998, il faut signaler que le brassage a été presque complet au début 1999 et a permis de ramener en mars une teneur au fond d'environ 9 mgO₂/l.

Par contre, l'homogénéisation thermique et le brassage total des eaux ont eu lieu, comme chaque année, dans le Petit Lac.

La transparence maximale de 12.5 mètres mesurée en février 1998 est relativement faible comparée aux années précédentes.

La reprise de l'activité photosynthétique a été très modérée et progressive tout au long du printemps, suivant l'évolution lente des températures superficielles des eaux.

La lente diminution, en cours d'année, des concentrations en nutriments (PO₄ - NO₃) dans les couches superficielles est à mettre en parallèle avec la biomasse printanière limitée du phytoplancton.

En 1998, il y a une augmentation d'environ 5 % du stock de phosphore dans les eaux du lac. Elle est particulièrement sensible au-delà de 200 m de profondeur. La teneur moyenne est ainsi presque remontée au niveau de 1996. Le stock, dans le Grand Lac, est de 3'395 tonnes de phosphore total contre 3'230 tonnes l'année précédente. Les concentrations moyennes annuelles sont de 40 µgP/l pour le phosphore total et de 35 µgP/l pour les orthophosphates.

Ce phénomène constaté en 1998, soit une augmentation graduelle des concentrations en phosphore dissous dans les couches profondes par rapport aux valeurs observées en 1997, pourrait avoir deux origines :

- Les orthophosphates libérés par la minéralisation des matières organiques au cours de leur sédimentation ne seraient pas insolubilisés, par fixation, sur des particules en cours de sédimentation (matières en suspension détritiques ou carbonate de calcium précipité en provenance des couches superficielles).

- La diffusion de phosphates depuis le sédiment, bien que possible, est probablement limitée si l'on se réfère aux observations de ces dernières années où, malgré un déficit estival en oxygène, les teneurs en phosphates sont restées très modérées près du fond.

L'apport de phosphates dans les couches profondes par des affluents est peu probable vu la baisse de ces apports en 1998.

La tendance à la baisse des teneurs en azote nitrique se poursuit depuis quelques années.

Les concentrations de mercure, plomb, cadmium, chrome, cuivre, manganèse et fer ont été déterminées, à différentes profondeurs, dans les eaux du Léman après brassage hivernal et pendant la période de stagnation. Les teneurs demeurent faibles et satisfont pleinement aux exigences requises pour l'eau potable et la vie piscicole.

Des recherches et dosages de différentes familles de phytosanitaires, d'acide nitrilo-triacétique (NTA) et d'acide éthylène-diamine-tétracétique (EDTA) ont également été effectués. Des traces d'herbicides, atrazine, simazine et terbutylazine sont observées. Les concentrations mesurées sont inférieures aux exigences requises pour l'eau potable. Cependant, la présence de ces substances dans les eaux du lac n'est pas souhaitable. Les concentrations en NTA et EDTA des eaux du lac demeurent faibles, sans évolution significative depuis 1988.

1. MÉTHODES

Les stations de mesure des paramètres physico-chimiques, représentées sur la figure 1, sont les suivantes :

- SHL 2 au centre du Grand Lac entre Evian et Lausanne (coord. : 534.70/144.95), correspond à la partie la plus profonde du lac (- 309.7 m),
- GE 3 au centre du Petit Lac dans la fosse de Chevrens entre Coppet et Chevrens (coord. : 506.10/128.04) (- 71 m).

La station SHL 2 est admise comme représentative du Grand Lac au point de vue physico-chimique quant à l'évolution à long terme (BLANC et al., 1993).

- **Profondeurs et fréquence d'échantillonnage - station SHL 2 (Grand Lac)**

Le suivi de la qualité des eaux s'effectue aux profondeurs suivantes :

0, 2.5, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 250, 275, 290, 300, 305 et 309 m.

La fréquence des prélèvements est adaptée au cycle biologique du lac. Elle est prévue : mensuelle de décembre à février, mois pendant lesquels l'activité biologique est réduite; bimensuelle de mars à novembre, lorsque l'activité est intense et subit de fortes et rapides fluctuations. Il y a eu 19 campagnes de prélèvements en 1998¹.

Les prélèvements sont effectués, selon des techniques uniformisées, par la Station d'Hydrobiologie Lacustre (INRA-Thonon-les-Bains), qui procède également à diverses mesures "in situ".

Les échantillons sont analysés par le laboratoire de la Station d'Hydrobiologie Lacustre (INRA-Thonon-les-Bains). La validité des résultats est périodiquement testée par des analyses inter-laboratoires auxquelles participent environ 20 laboratoires. En 1998, les résultats analytiques sont concordants.

De plus, lors de chaque campagne, des profils verticaux (mesures à chaque mètre) de température, oxygène dissous, conductivité électrique, pH, turbidité et chlorophylle *in vivo* sont réalisés à l'aide d'une sonde multiparamètres immergeable (BLANC et al., 1994).

Certains métaux et micropolluants organiques sont recherchés, à différentes profondeurs, après circulation des eaux (mars) et en période de stratification (septembre). Les éléments suivants ont été dosés : fer, manganèse, plomb, cadmium, chrome, cuivre et mercure. La recherche d'herbicides, décelés antérieurement dans les eaux du Léman, ainsi que quelques dosages d'EDTA et de NTA ont également été effectués. Nous avons aussi recherché d'autres produits phytosanitaires : des insecticides et fongicides chlorés, des insecticides organophosphorés et d'autres herbicides du type triazine ou des dérivés de l'urée. La liste des produits recherchés est donnée en annexe 1. La méthodologie analytique est décrite dans CORVI et KHIM (1996).

- **Profondeurs et fréquence d'échantillonnage - station GE 3 (Petit Lac)**

Le suivi de la qualité des eaux s'effectue aux profondeurs suivantes :

0 - 2.5 - 5 - 7.5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 et 70 m.

La fréquence des prélèvements est mensuelle.

Les prélèvements et les analyses sont effectués, également selon des techniques uniformisées, par le Service cantonal d'écotoxicologie de Genève.

¹

Du fait du brassage presque total des eaux du lac au début 1999, les résultats du début de l'année 1999 pour la température et l'oxygène dissous sont aussi reportés dans les différents graphiques

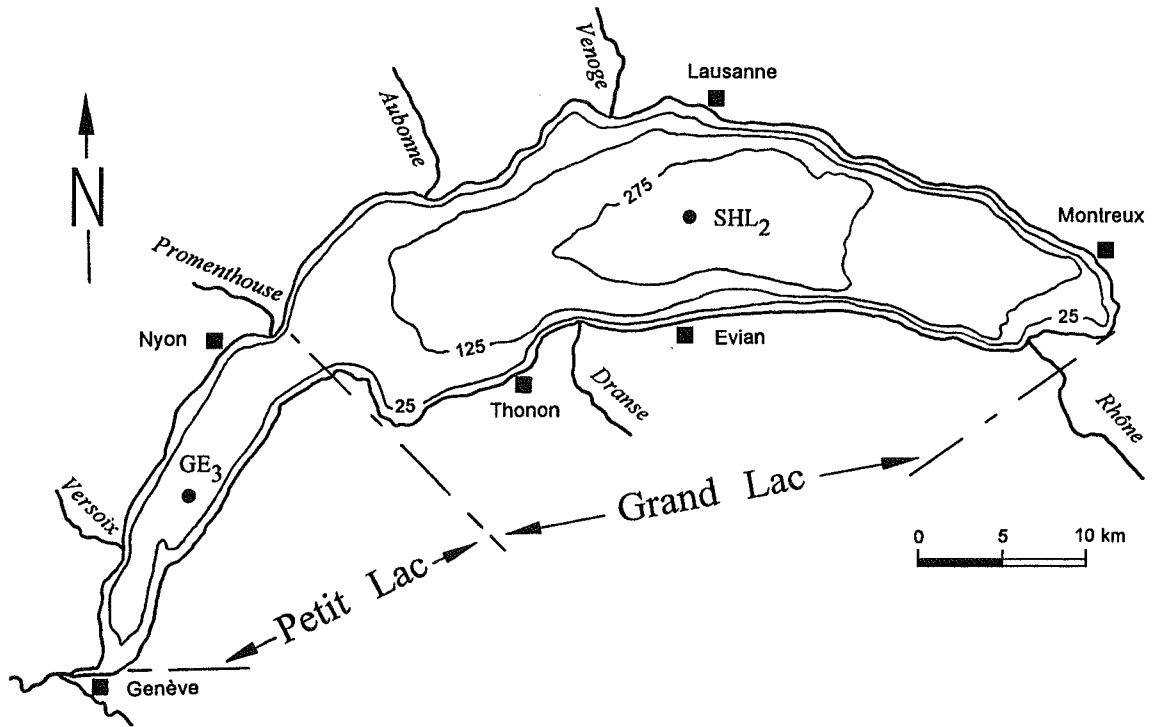


Figure 1 : Situation des points de prélèvement

2. RÉGIME THERMIQUE ET INFLUENCE SUR LA STRATIFICATION OU LE MÉLANGE DES EAUX

Les températures moyennes de l'air des mois de janvier à mars 1998 (figure 2) (ORAND et GAGNAIRE, 1999a) sont élevées. Le brassage hivernal du lac n'a concerné que la zone 0 à 150 m de profondeur environ à fin mars 1998. L'oxygène des eaux du fond reste durant cette période à environ 1.70 mgO₂/l.

Dans la couche profonde, le réchauffement amorcé depuis 1987 (après le dernier brassage - 1986) s'est stabilisé en 1998 (figure 4).

La période de froid de fin février-début mars 1999 a provoqué un nouveau brassage presque complet des eaux du Léman (figures 3 et 14), toutefois sans refroidissement notable des eaux du fond.

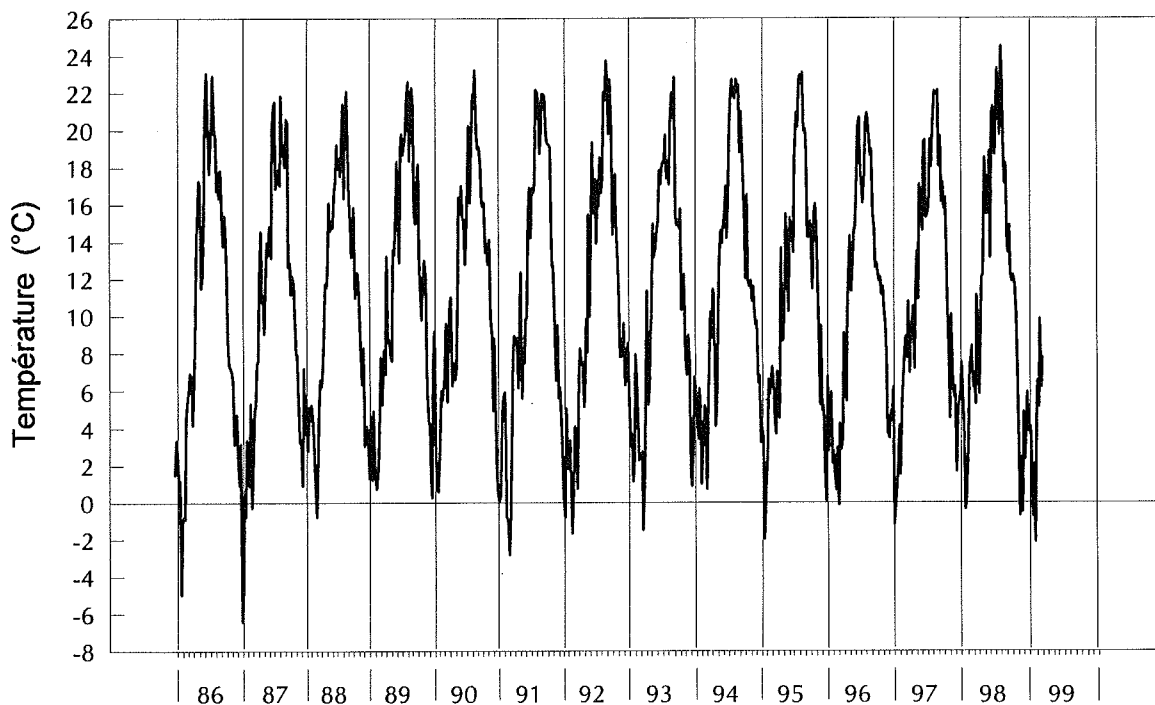


Figure 2 : Température moyenne hebdomadaire de l'air (à la station de Pully)

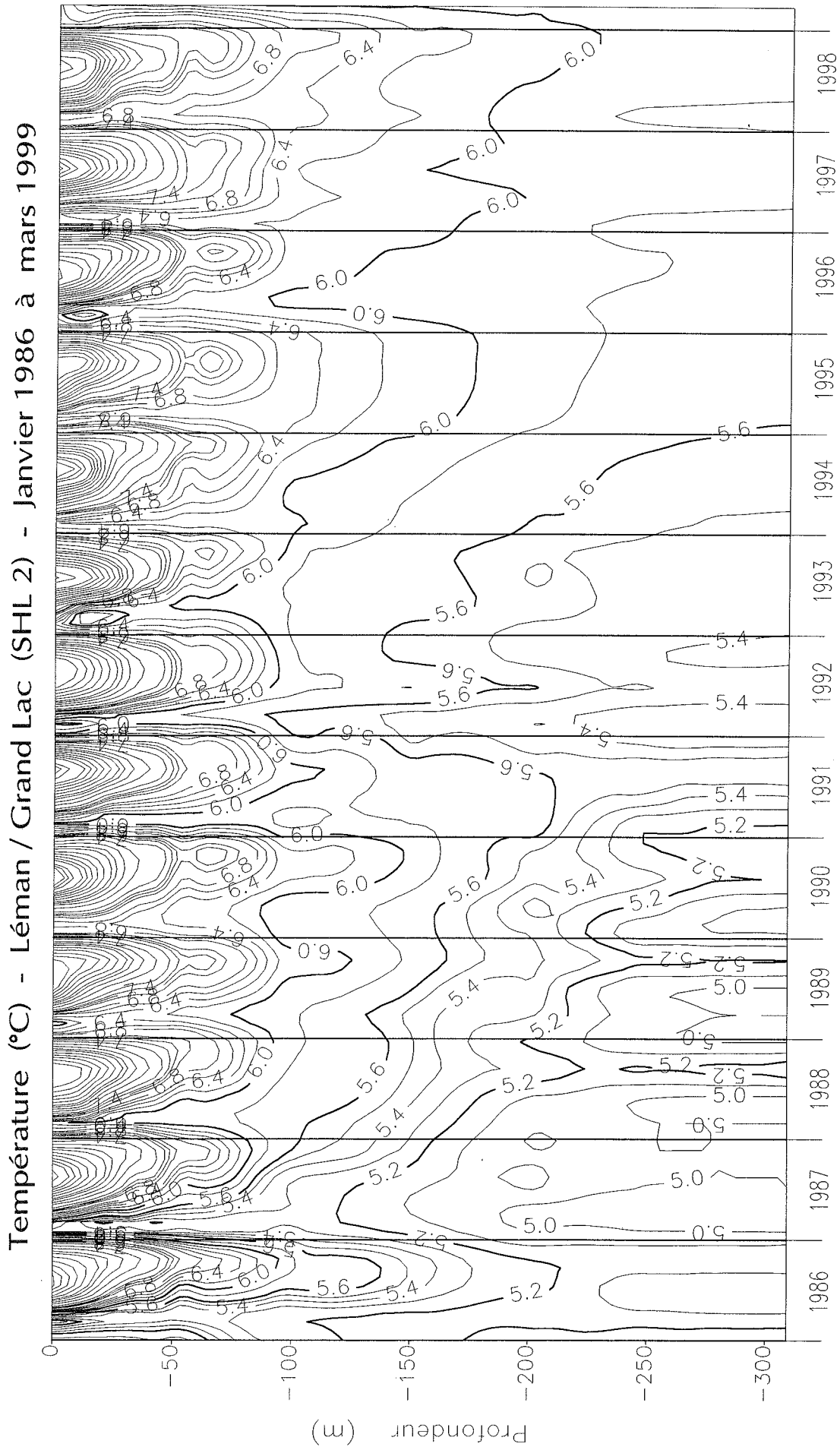


Figure 3 : Température des eaux du Léman (Grand Lac - SHL2) en fonction de la profondeur

N.B. : suivant le nombre d'années prises en considération, de très légères modifications de représentation graphique peuvent apparaître (différence de lissage des courbes d'isovaleurs)

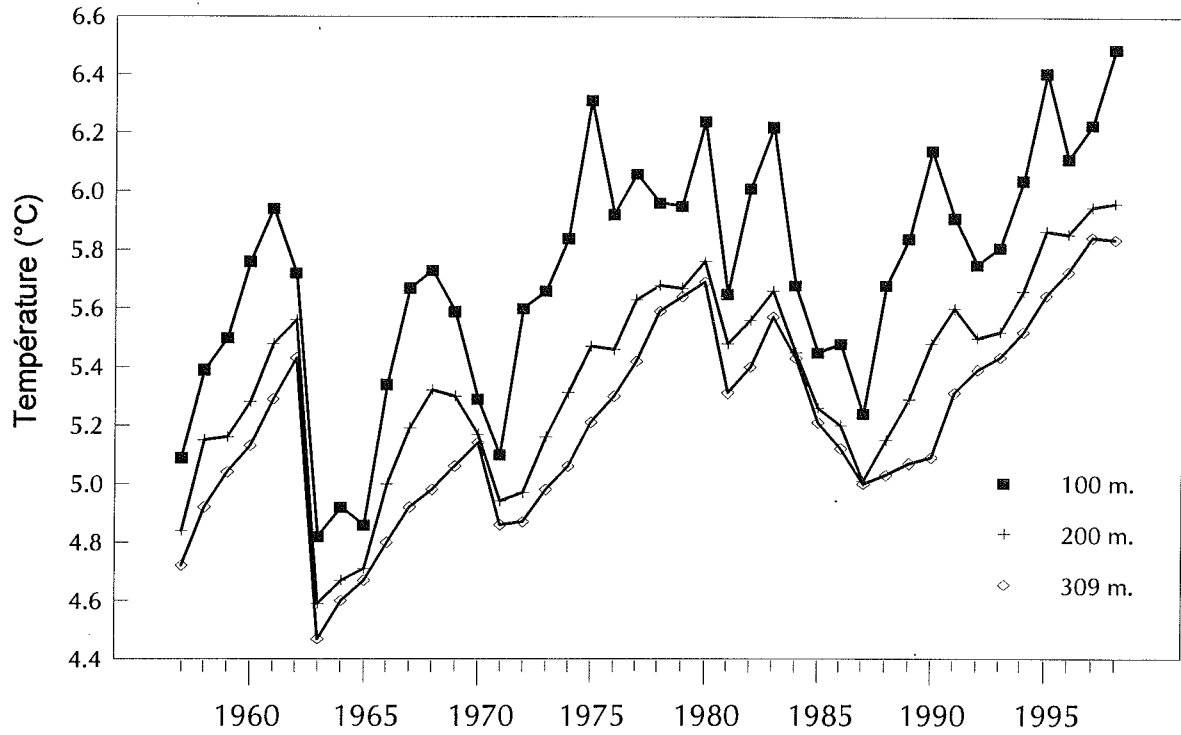


Figure 4 : Evolution de la température moyenne annuelle de l'eau du Léman - Grand Lac à 100, 200 et 309 mètres de profondeur

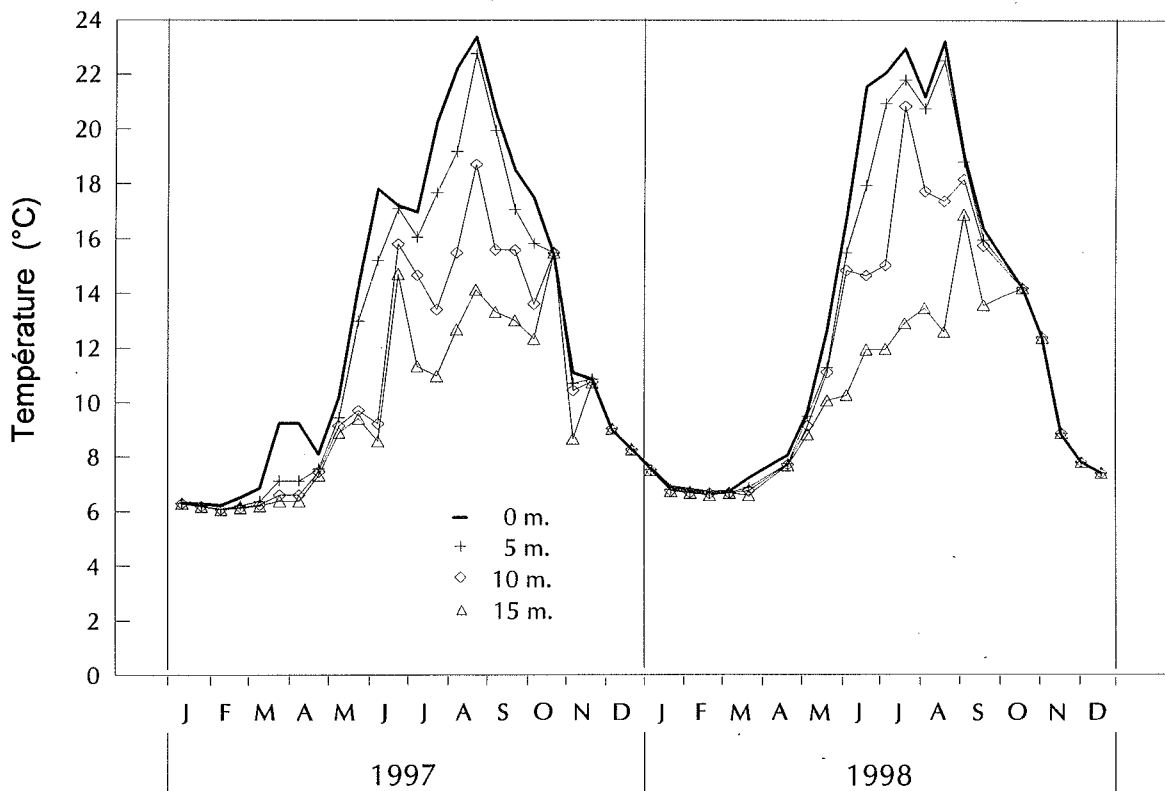


Figure 5 : Température de l'eau des couches superficielles (0, 5, 10 et 15 m) Léman - Grand Lac (SHL 2)

3. ÉVOLUTION SAISONNIÈRE DANS LES COUCHES SUPERFICIELLES

3.1 Reprise de l'activité photosynthétique au printemps

La conséquence du brassage hivernal limité en début 1998 est un renouvellement moindre des nutriments en provenance de la zone profonde. La concentration de phosphore dissous en mars 1998 était d'environ 20 $\mu\text{gP/l}$ dans les couches superficielles (figure 6).

La transparence maximale de 12.5 m en février 1998 est relativement faible comparée aux années précédentes.

La reprise de l'activité photosynthétique a été très modérée et progressive tout au long du printemps, suivant l'évolution lente des températures superficielles des eaux.

La lente diminution des concentrations en nutriments (PO_4 - NO_3 - figures 7 et 8) est à mettre en parallèle avec la biomasse printanière limitée du phytoplancton (DRUART et al., 1999).

La silice très stable jusqu'à fin mars 1998, chute très fortement courant avril (figure 9), ceci est en relation directe avec le pic de diatomées observé fin avril (DRUART et al., 1999).

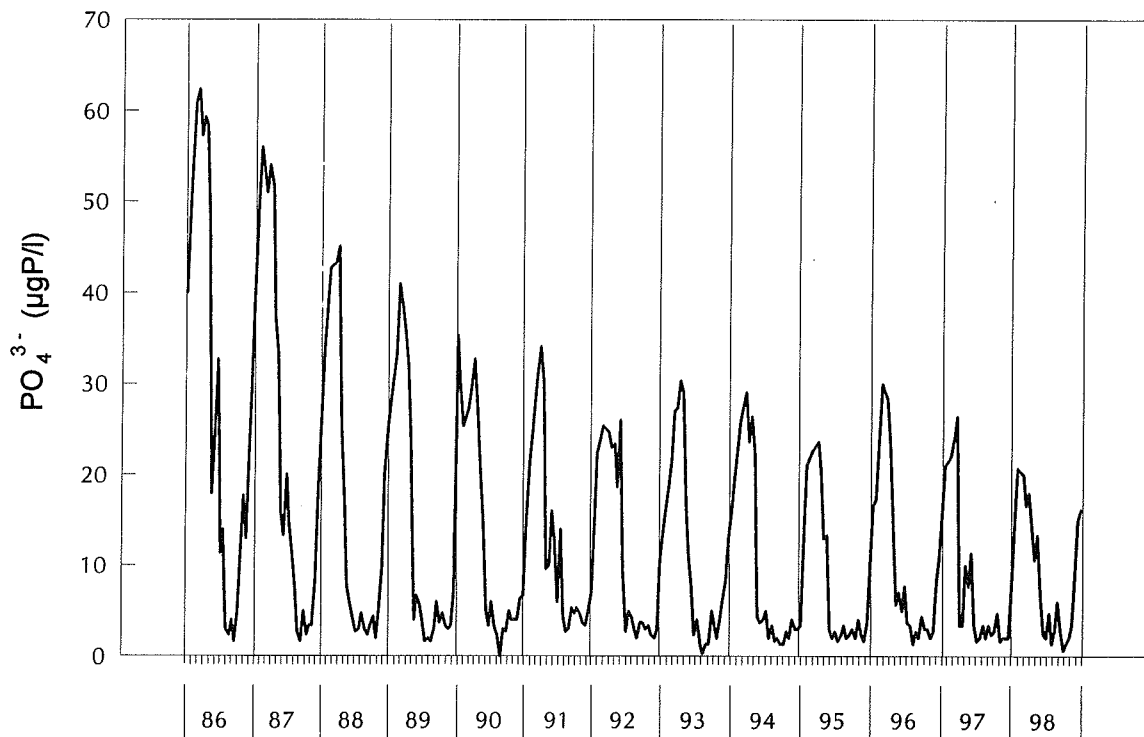


Figure 6 : Concentration en phosphore dissous (PO_4^{3-}) des eaux de la couche superficielle (moyenne 0-10 m), Léman - Grand Lac (SHL 2)

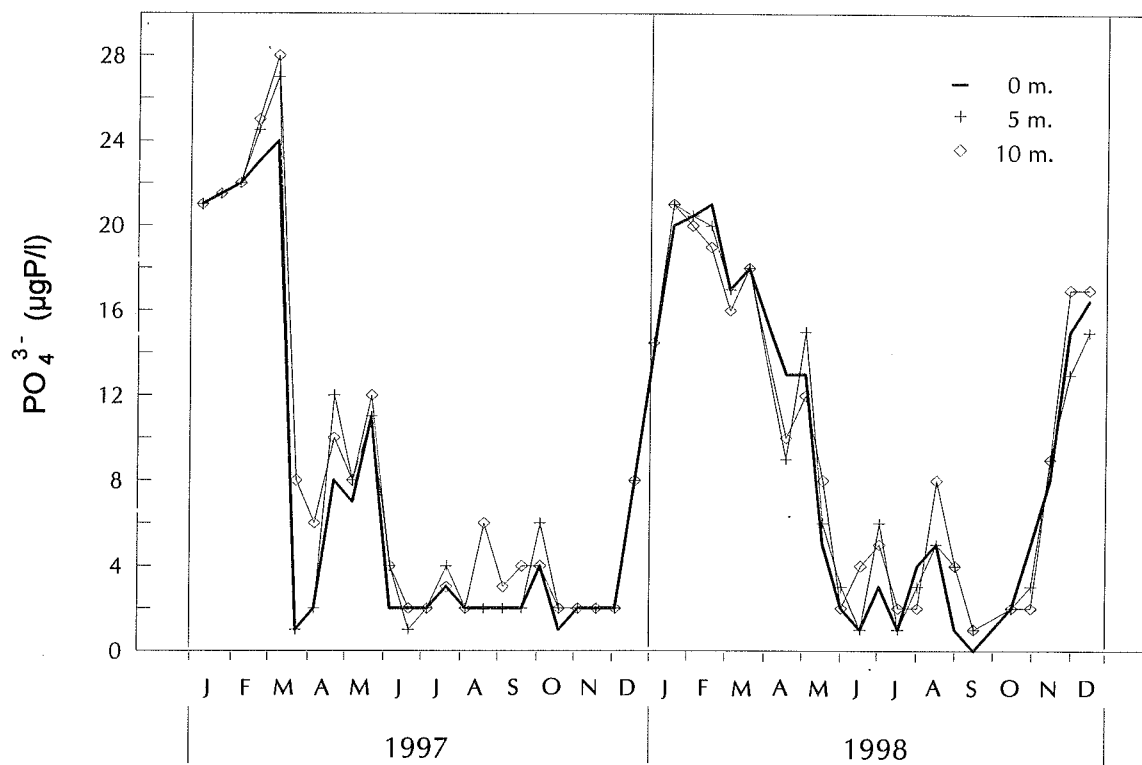


Figure 7 : Concentration en phosphore dissous (PO_4^{3-}) des eaux des couches superficielles (0, 5 et 10 m), Léman - Grand Lac (SHL 2)

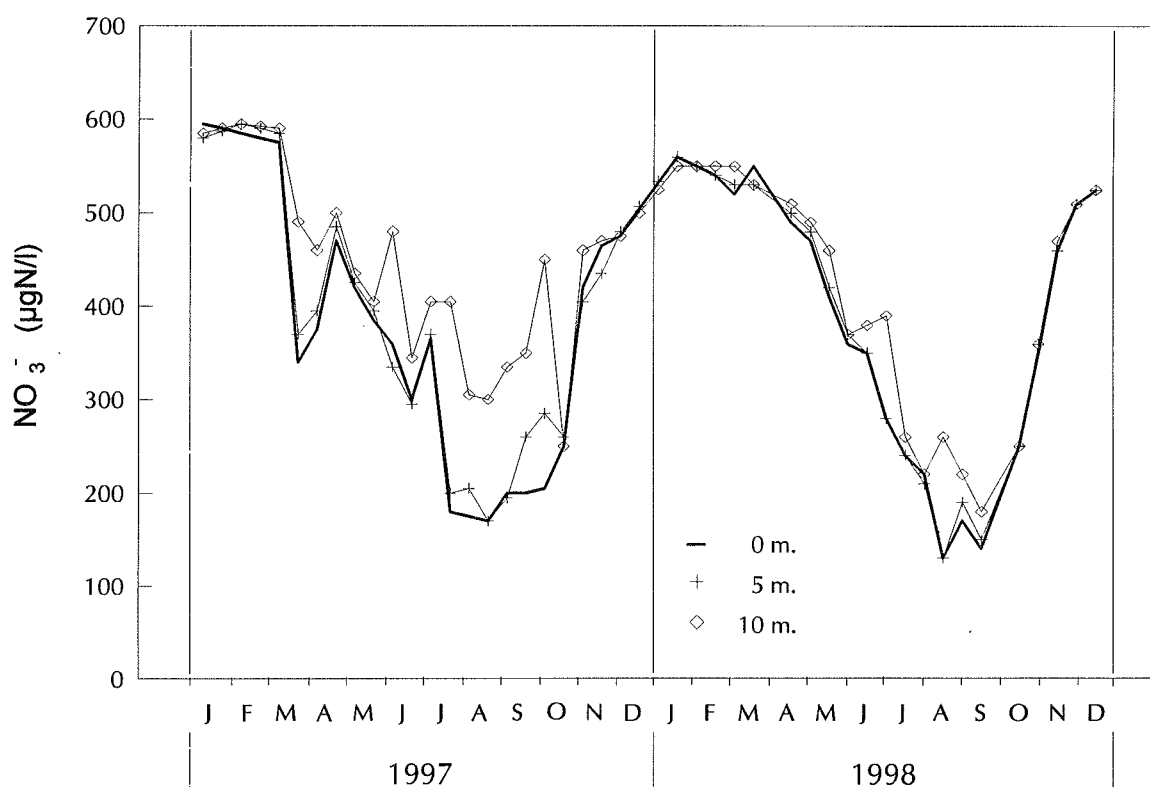


Figure 8 : Concentration en nitrates (NO_3^-) des eaux des couches superficielles (0, 5 et 10 m), Léman - Grand Lac (SHL 2)

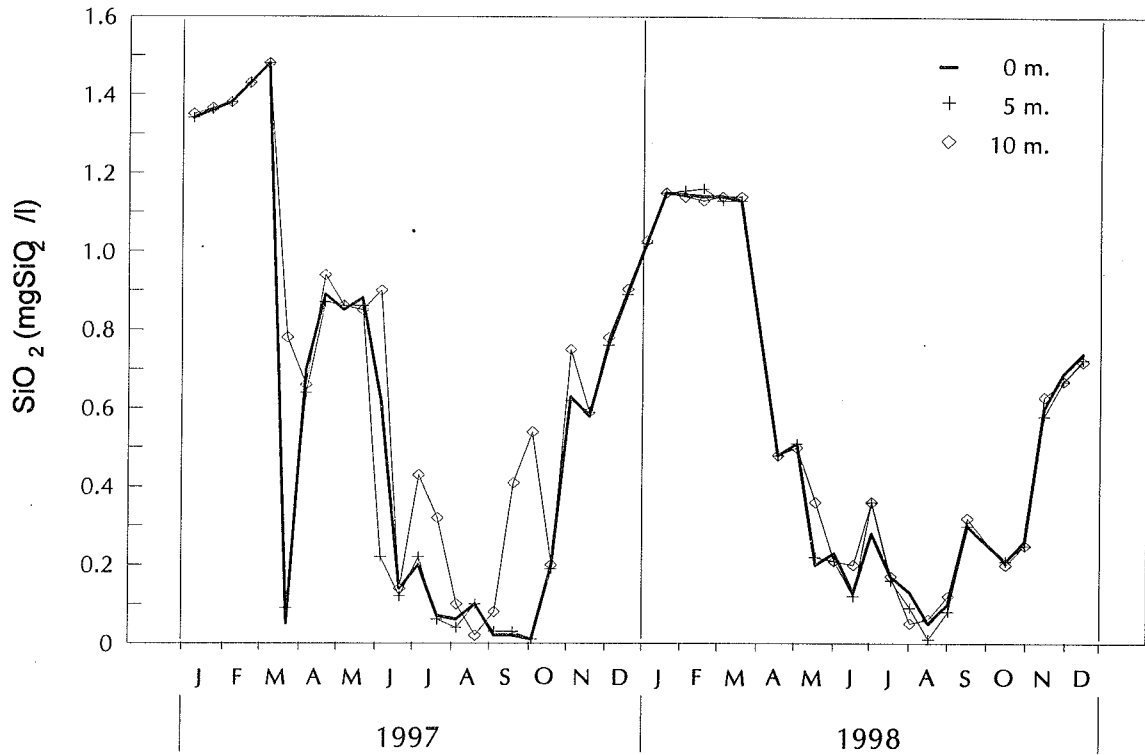


Figure 9 : Concentration en silice dissoute (SiO_2) des eaux des couches superficielles (0, 5 et 10 m), Léman - Grand Lac (SHL 2)

Le minimum de transparence au printemps (3.9 m) est le plus élevé depuis 1986 (figure 10), ce qui est en relation avec les valeurs faibles de la biomasse phytoplanctonique observée.

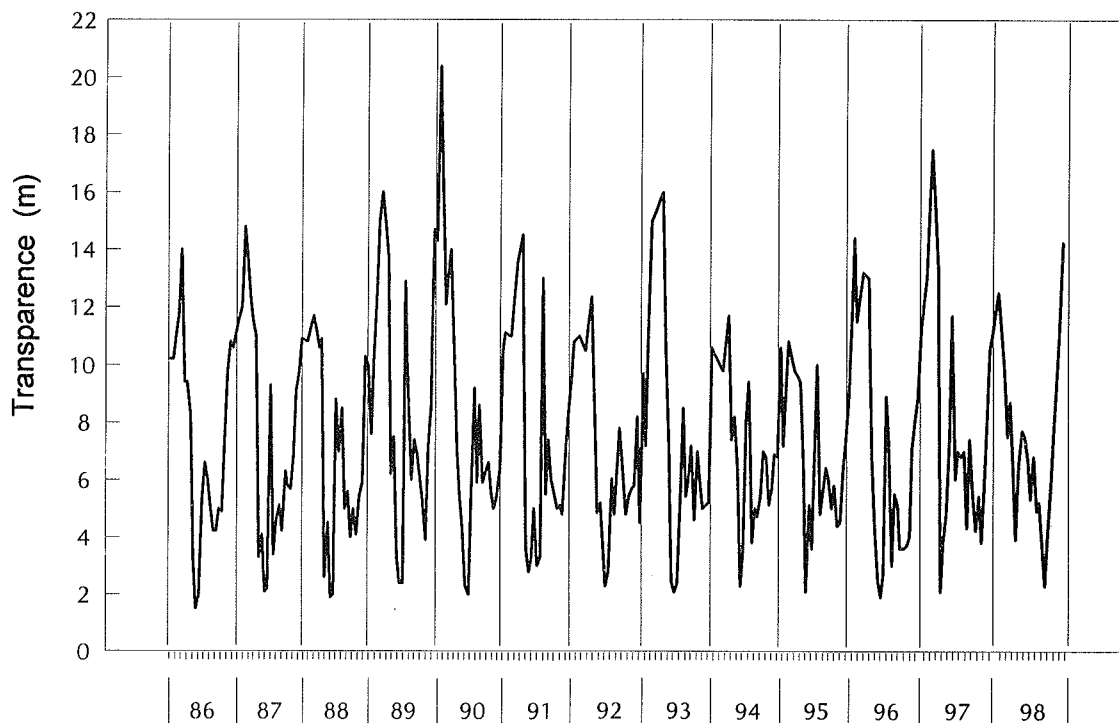


Figure 10 : Transparence mesurée avec le disque de Secchi, Léman - Grand Lac (SHL 2)

3.2 Reste de l'année

En mai et juin, on constate une nette augmentation de la transparence (figure 10), avec un maximum le 20 mai (7.7 m) correspondant à une période des "eaux claires" relativement prolongée cette année.

Lors de la campagne du 2 mars on relève un fort pic d'azote ammoniacal (figure 11) à mettre en relation avec un développement de zooplancton. De fin avril à début juin, il y a également un pic important correspondant à la période des "eaux claires", liée au développement du zooplancton.

On note des teneurs importantes d'azote ammoniacal pendant tout l'été, principalement au niveau de la thermocline (environ 15 m), se marquant encore fortement en octobre.

Le phosphore dissous (PO_4^{3-}) est consommé en quasi-totalité de début juin à début novembre (figure 7), ce qui correspond aux principaux pics de biomasse phytoplanctonique (DRUART et al., 1999).

Les nitrates montrent un minimum bien marqué sur la couche 0 - 10 mètres de fin juillet à début octobre (figure 8), sans être pour autant totalement épuisés.

La silice très homogène dans la couche 0 - 10 mètres est totalement consommée en août (figure 9), parallèlement à la biomasse des diatomées observée. Le développement automnal de celles-ci se marque également en octobre et début novembre.

La faible activité planctonique de printemps se constate dans l'évolution des paramètres COP, Ppart, Npart (figure 12) qui ne montrent pas de pics printaniers contrairement aux autres années.

On constate que le rapport N particulaire / P particulaire tend à augmenter ces trois dernières années, ce qui traduit une carence en phosphore plus importante des cellules algales.

Le pic de carbone particulaire et de phosphore particulaire, observé en automne 1998, reflète la forte activité phytoplanctonique de cette période, marquée par la prolifération d'algues nanoplanctoniques et de cyanobactéries (DRUART et al., 1999).

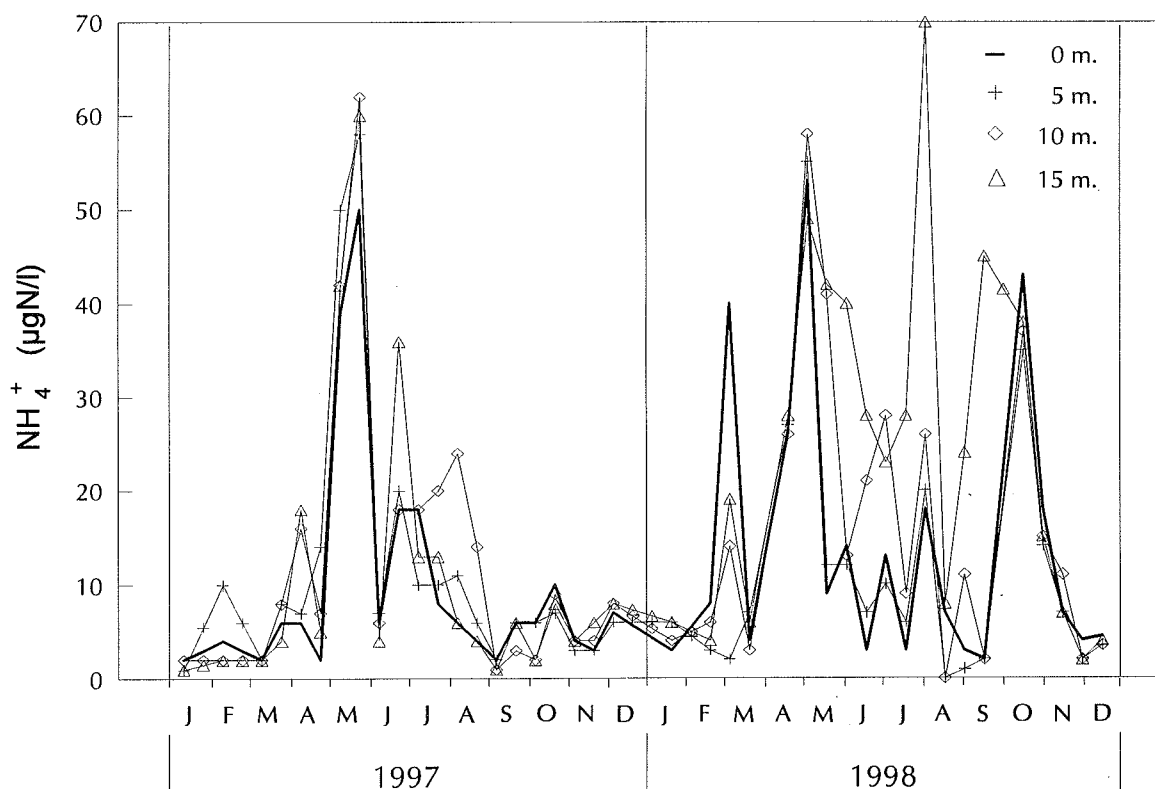


Figure 11 : Concentration en azote ammoniacal des eaux des couches superficielles (0, 5, 10 et 15 m), Léman - Grand Lac (SHL 2)

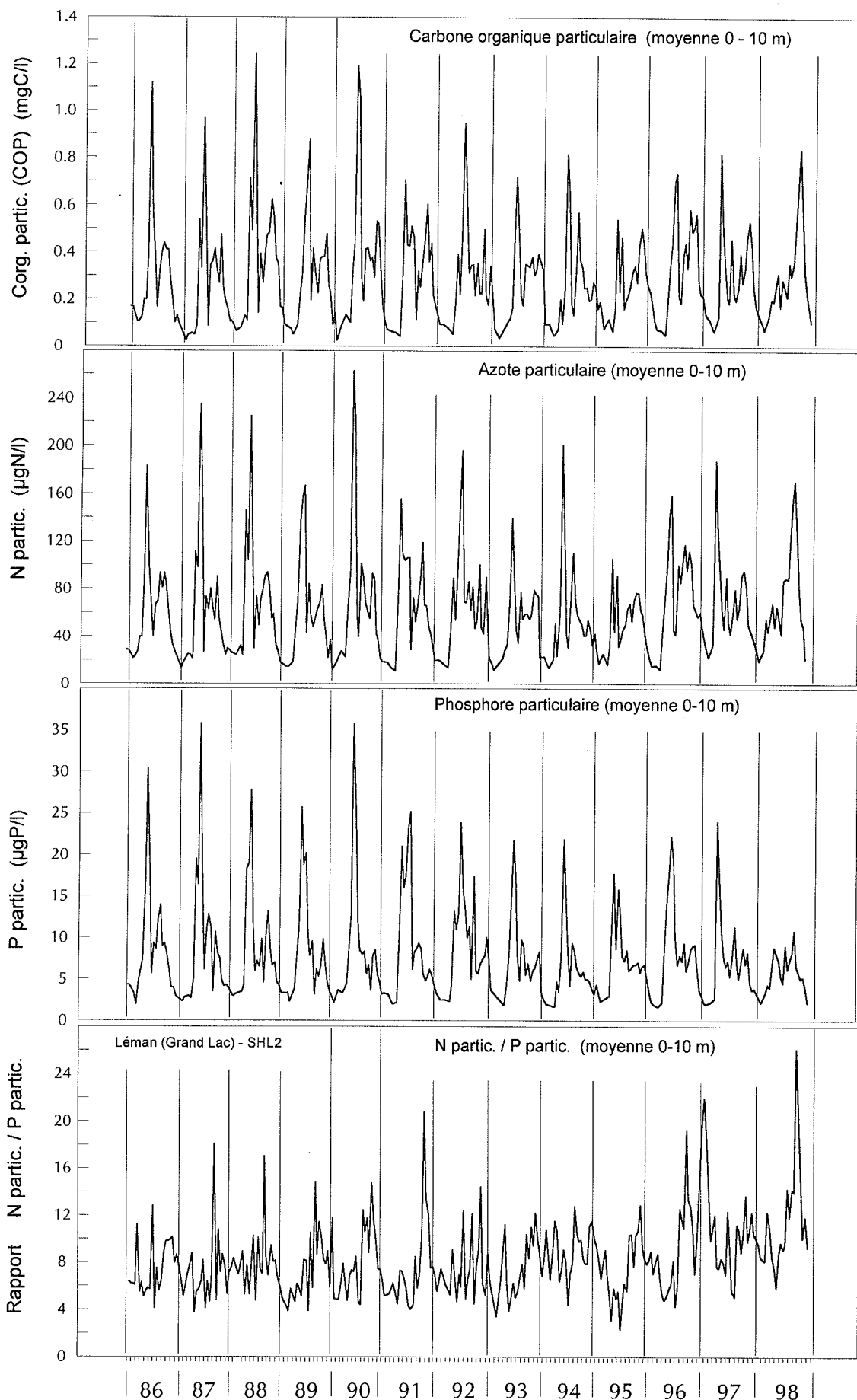


Figure 12 : Concentration en carbone organique, azote et phosphore particulaires des eaux de la couche superficielle (0-10 m). Rapport N particulaire / P particulaire, Léman - Grand Lac (SHL 2)

4. ÉVOLUTION SAISONNIÈRE DANS LES COUCHES PROFONDES

Les douze hivers consécutifs relativement doux de ces dernières années ne permettent pas un brassage hivernal complet des eaux du Grand Lac, brassage qui n'affecte cette année que les 150 premiers mètres environ. Divers paramètres confirment cette absence d'homogénéité : température, conductivité, oxygène (figures 13 et 14), orthophosphates, silice, etc.; ils ne sont pas uniformes dans la colonne d'eau.

Le déficit en oxygène des couches profondes du Grand Lac est toujours élevé comme le montrent les figures 13 et 14. La zone concernée (hachurée, figure 14) où la concentration en oxygène est inférieure à 4 mgO₂/l est importante et, comme ces dernières années, cette situation persiste durant toute l'année. A la fin de l'hiver 97-98, la teneur en oxygène demeure très basse, n'atteignant qu'environ 1.70 mgO₂/l en mars 1998 (figure 13); ensuite elle remonte légèrement pendant l'été. Une teneur très basse est observée de début septembre à fin décembre avec un minimum de 0.62 mgO₂/l le 14 décembre 1998.

Par contre au début 1999, un brassage presque complet a permis de réoxygéner les eaux du fond du lac.

Le phosphore ortho et total au fond du lac présente comme chaque année une augmentation au cours de la saison estivale. Cependant cette année cette augmentation a été très modérée (figure 15).

Le bilan global annuel laisse cependant apparaître une légère augmentation des concentrations moyennes annuelles des orthophosphates, particulièrement entre 150 et 300 mètres (figure 16). Ce phénomène pourrait avoir deux origines :

- Les orthophosphates libérés par la minéralisation des matières organiques au cours de leur sédimentation ne seraient pas insolubilisés, par fixation, sur des particules en cours de sédimentation (matières en suspension détritiques ou carbonate de calcium précipité en provenance des couches superficielles). Cette hypothèse est fondée sur l'observation de la figure 16 qui montre une augmentation graduelle du phosphore soluble dans les couches profondes par rapport aux valeurs observées en 1997.
- La diffusion de phosphates depuis le sédiment, bien que possible, est probablement limitée si l'on se réfère aux observations de ces dernières années où, malgré un déficit estival en oxygène, les teneurs en phosphates sont restées très modérées près du fond.

L'apport de phosphates dans les couches profondes par des affluents est peu probable vu la baisse de ces apports en 1998 (ORAND et al., 1999b).

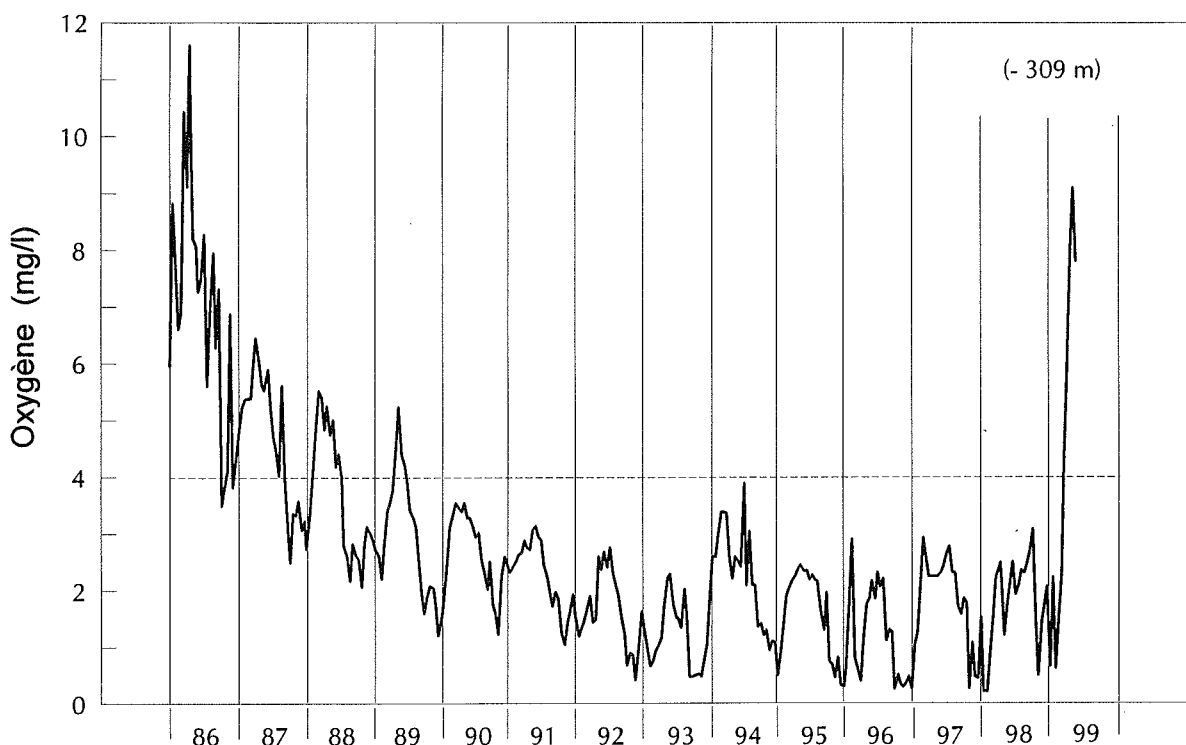
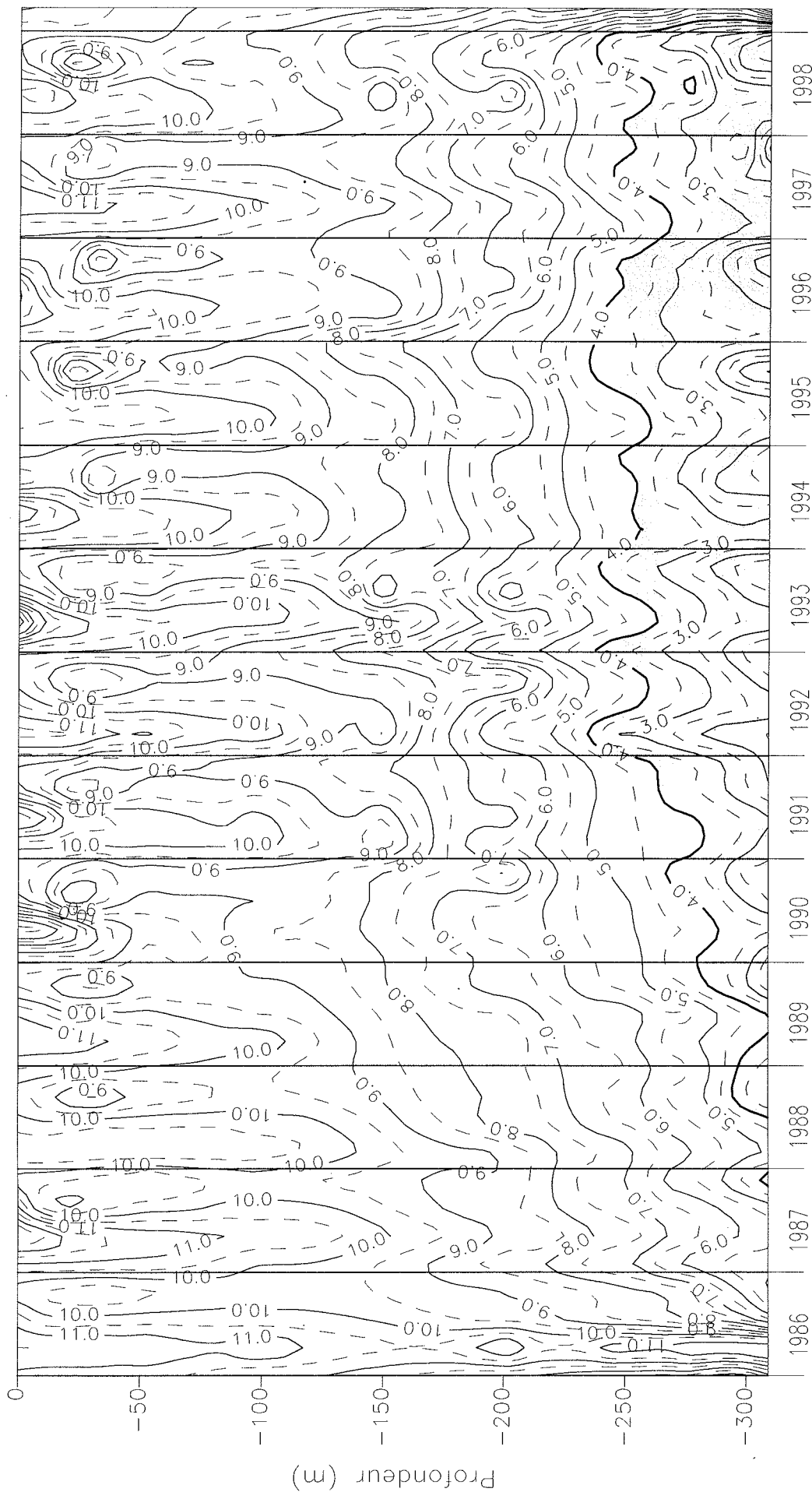


Figure 13 : Concentration en oxygène dissous des eaux du fond, Léman - Grand Lac (SHL 2)

Oxygène (mg/l) - Léman / Grand Lac (SHL 2) - Janvier 1986 à mars 1999

Figure 14 : Concentration en oxygène dissous des eaux du Léman (SHL 2) (zone grisée = concentration inférieure à 4 mgO₂/l)

N.B. : suivant le nombre d'années prises en considération, de très légères modifications de représentation graphique peuvent apparaître (différence de lissage des courbes d'isovaleurs)

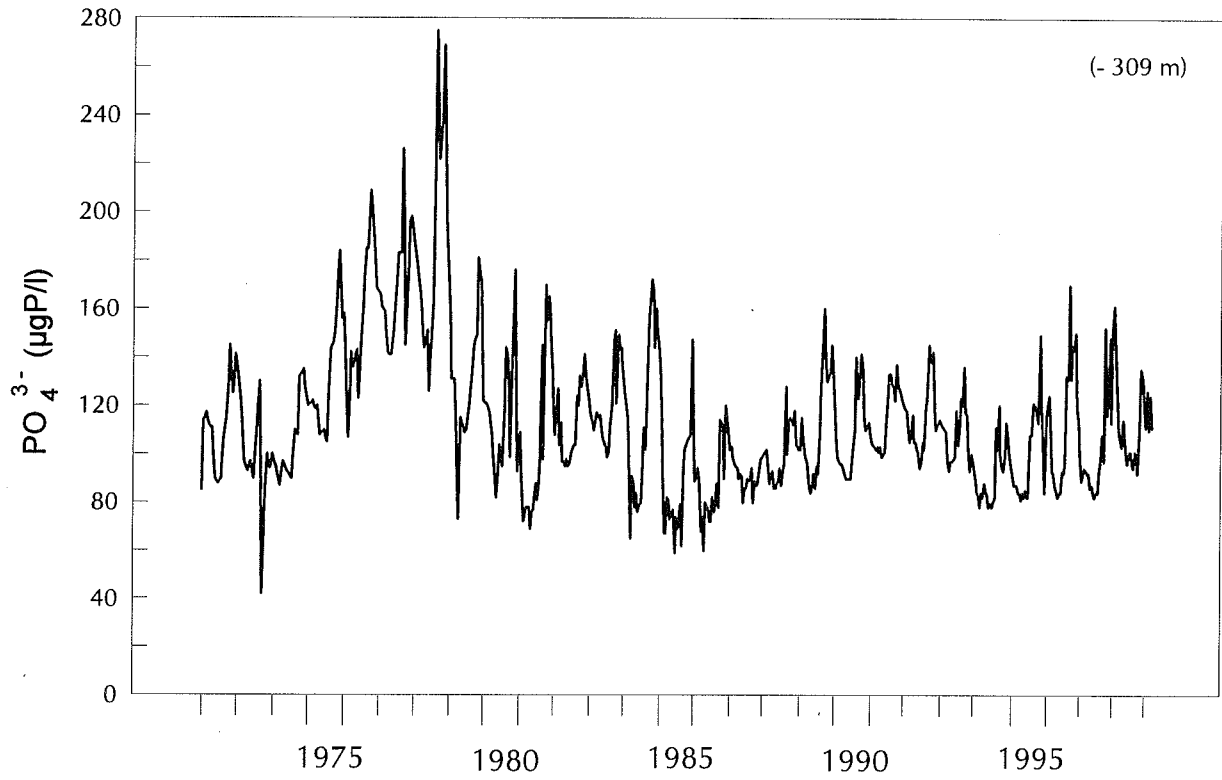


Figure 15 : Concentration en phosphore dissous (PO_4^{3-}) des eaux au fond du Léman - Grand Lac (SHL 2)

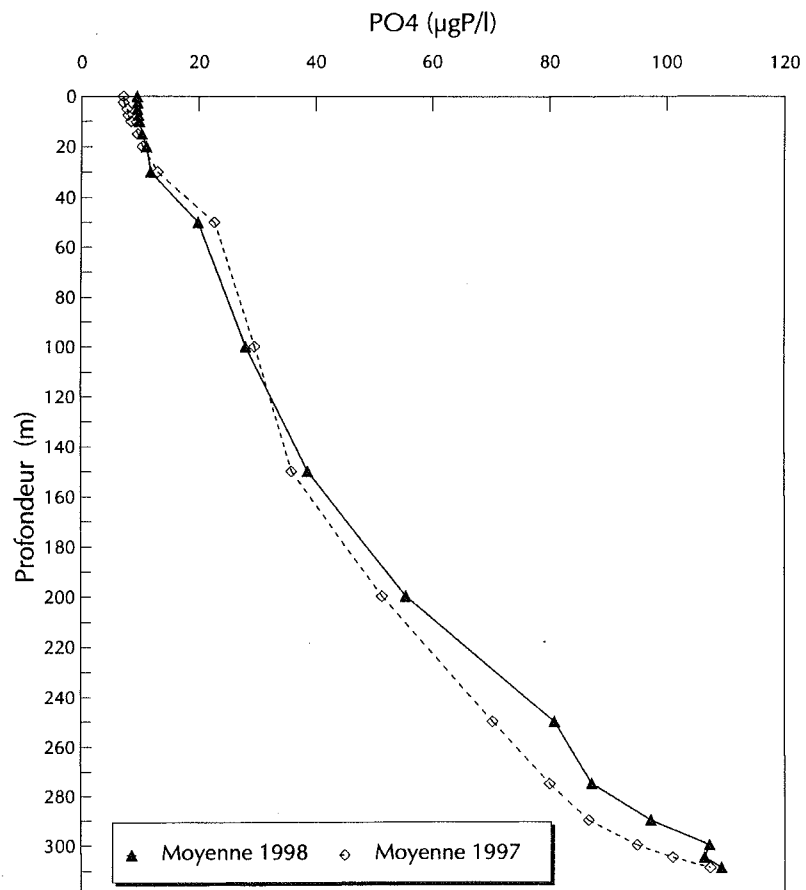


Figure 16 : Profil de concentration en phosphore dissous (PO_4^{3-}) Grand Lac (SHL 2) moyennes 1997 et 1998

La désoxygénation des couches profondes dans le Grand Lac est suffisante pour réduire les sels de manganèse et assurer leur diffusion à partir des sédiments (figure 17) avec des valeurs élevées à la fin de l'été (415 $\mu\text{g/l}$ le 07.09.98). Cette désoxygénation ne permet pas de réduire les sels de fer : à aucun moment ceux-ci n'apparaissent dans l'eau.

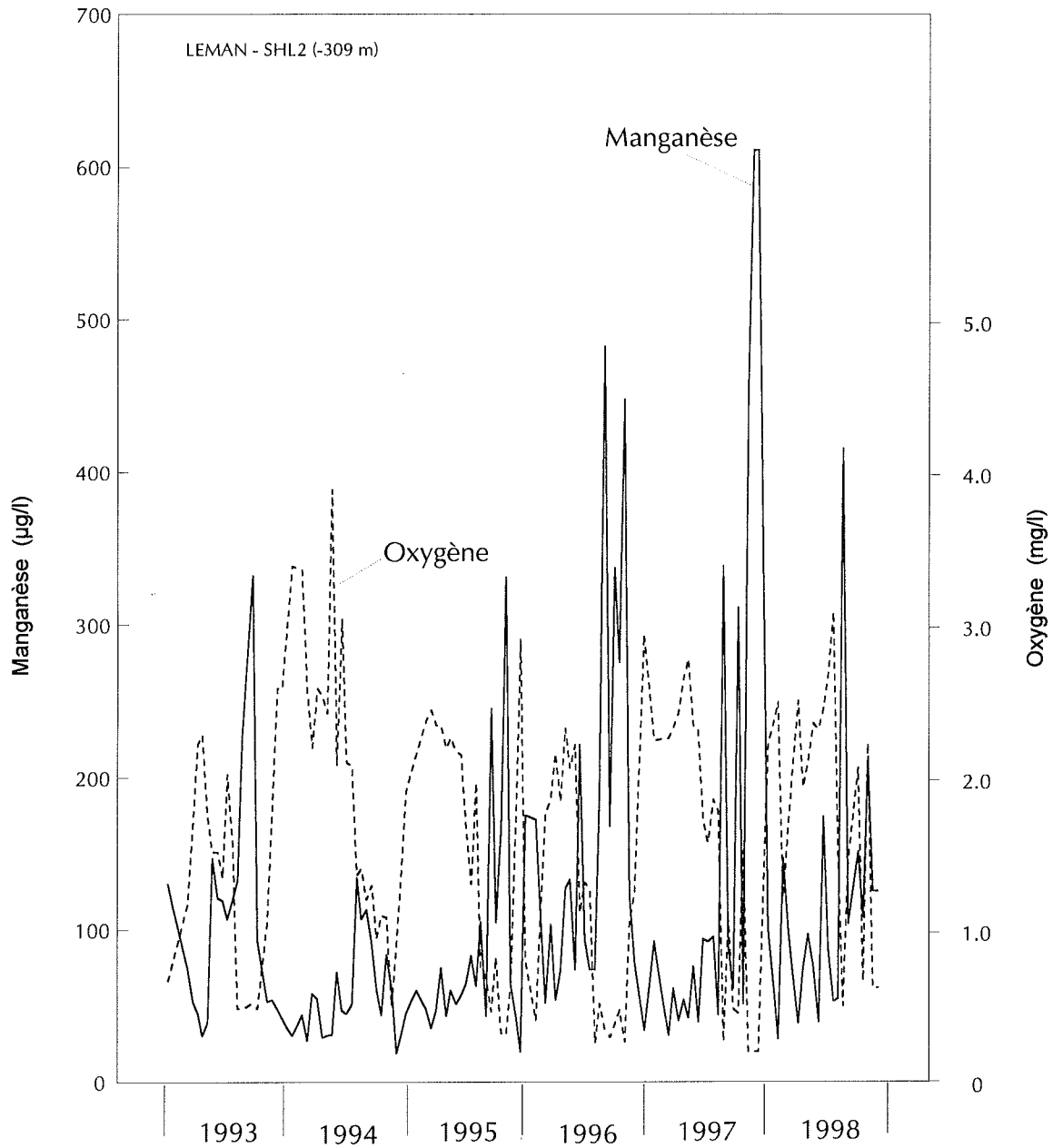


Figure 17 : Evolution comparée des concentrations en manganèse total et en oxygène dissous dans les eaux du fond du Léman Grand Lac (SHL2)

5. ÉVOLUTION INTERANNUELLE DES PRINCIPAUX PARAMÈTRES

Les concentrations moyennes pondérées² pour l'ensemble du Grand Lac sont calculées à partir des mesures et des analyses effectuées sur les échantillons prélevés au centre du lac entre Lausanne et Evian (Grand Lac, point SHL 2, figure 1) (cf. annexes).

5.1 Oxygène dissous (figures 13, 14 et 18)

La concentration moyenne des couches en dessous de 250 mètres (figure 14) est toujours faible et ceci depuis plusieurs années. Ce phénomène est dû aux brassages incomplets des eaux durant les hivers 1986-87 à 1997-98. Le brassage presque complet au début 1999 a permis de ramener en mars une teneur au fond d'environ 9 mgO₂/l. La figure 18 montre l'évolution de la teneur au fond du lac depuis 1957.

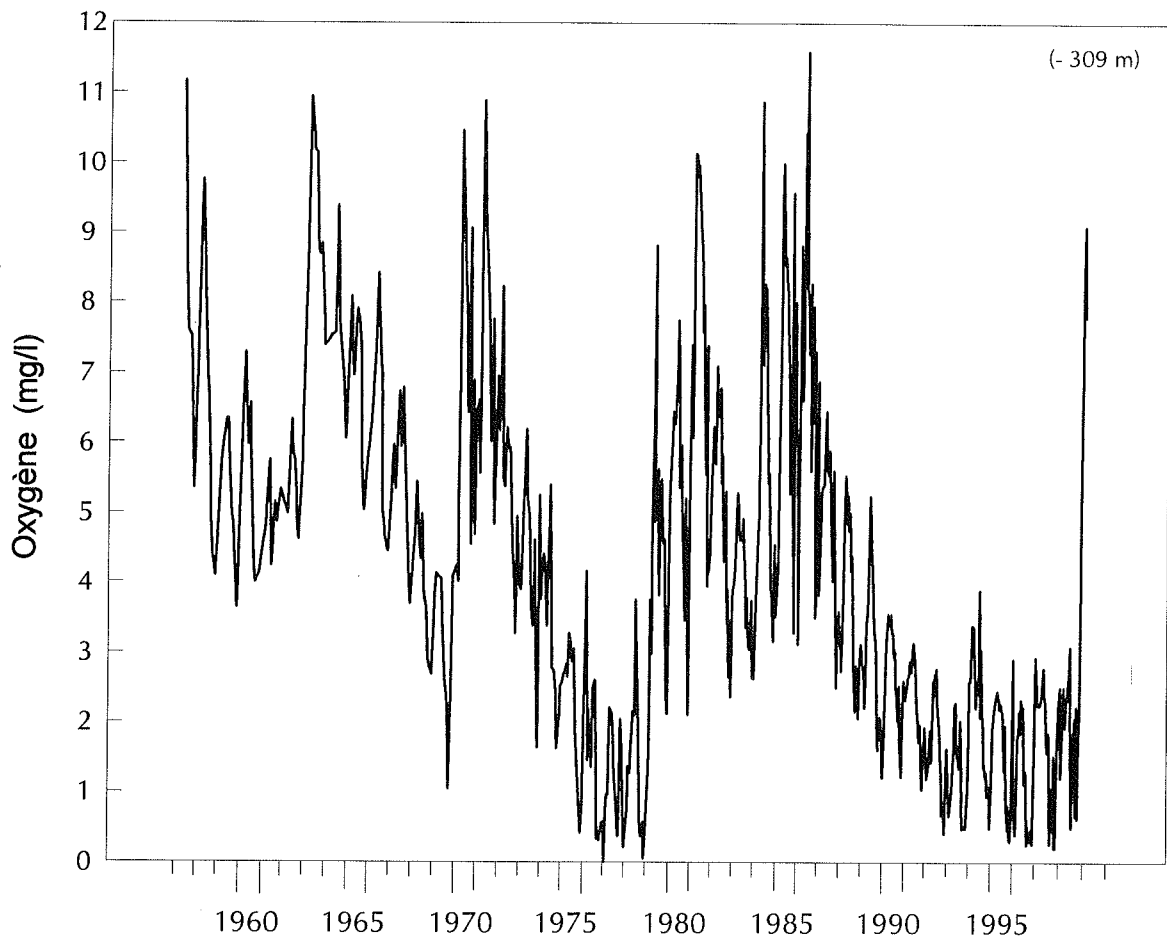


Figure 18 : Concentration en oxygène dissous des eaux au fond du Léman - Grand Lac (SHL 2)

Sur les figures 13 et 18, la limite indiquée à 4 mgO₂/l correspond aux exigences relatives à la qualité des eaux, Annexe 2 de l'Ordonnance suisse sur la protection des eaux (OEaux) du 28 octobre 1998 :

"Pour les lacs, il faut également que : ... la teneur en oxygène de l'eau ne soit, à aucun moment et à aucune profondeur, inférieure à 4 mg/l O₂... Les conditions naturelles particulières sont réservées".

2 Les concentrations moyennes pondérées sont calculées de la façon suivante :

$$\bar{C} = \frac{\sum (C_i \cdot V_i)}{V} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} C_i = \text{concentration dans la strate} \\ V_i = \text{volume de la strate} \\ V = \text{volume total du Grand Lac} \end{array}$$

5.2 Phosphore dissous et phosphore total (figures 19 et 20)

En 1998, on constate une augmentation d'environ 5 % de la teneur totale en phosphore dans les eaux du lac. L'augmentation a été particulièrement sensible au-delà de 200 m de profondeur. La teneur moyenne est ainsi presque remontée au niveau de 1996.

Les concentrations moyennes annuelles sont en 1998 de 40 $\mu\text{gP/l}$ pour le phosphore total et de 35 $\mu\text{gP/l}$ pour le phosphore dissous, ce qui correspond à une quantité de phosphore total contenu dans le Grand Lac de 3'395 tonnes.

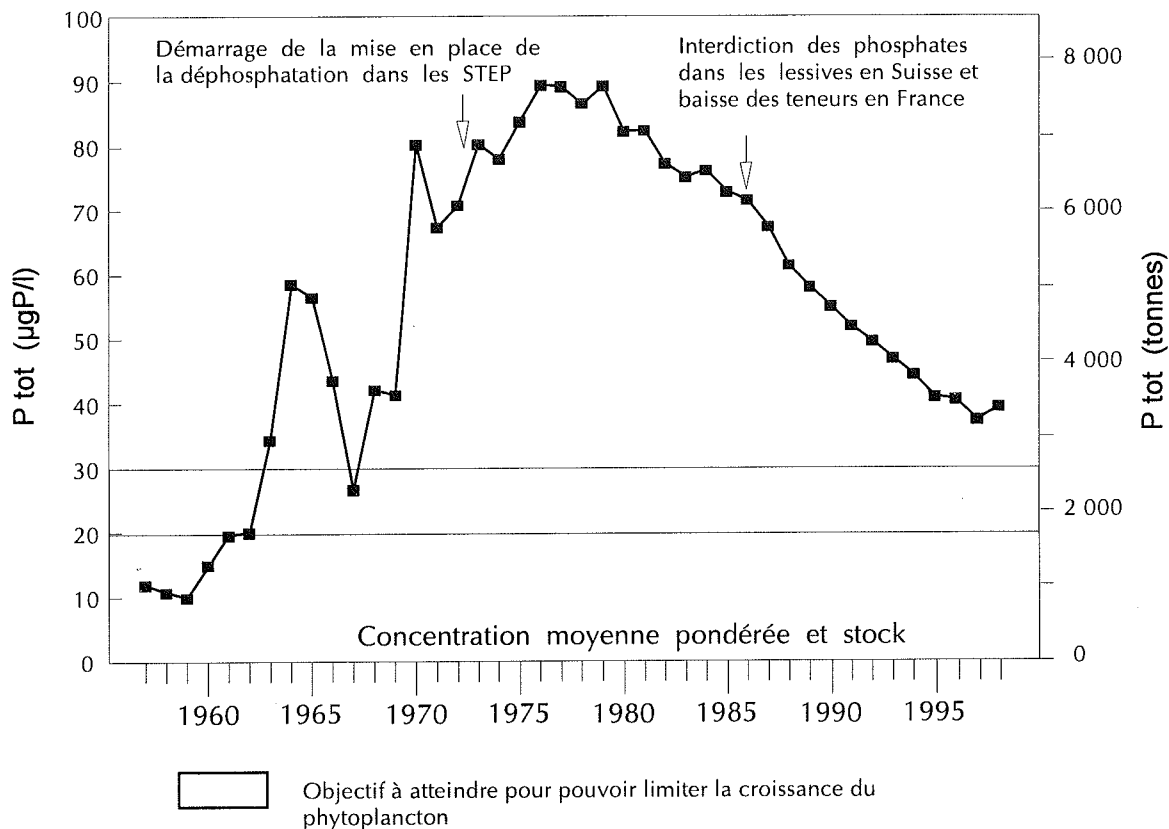


Figure 19 : Evolution de la concentration moyenne annuelle pondérée et du stock de phosphore total contenu dans le Grand Lac

La figure 20 montre l'évolution des concentrations en phosphore dissous dans les différentes couches pour les années 1986 à 1998. On constate, d'année en année, une augmentation de la durée des périodes d'épuisement du phosphore dissous, ainsi que de l'épaisseur des couches concernées par cet appauvrissement. En effet, si la couche isovaleur 50 $\mu\text{gP/l}$ atteint environ 40 m de profondeur en 1986, elle se trouvait en 1991 à environ 150 m et en 1996-1998 à près de 200 m.

Orthophosphate - PO₄ (µgP/l) - Léman / Grand Lac (SHL 2) - 1986 à 1998

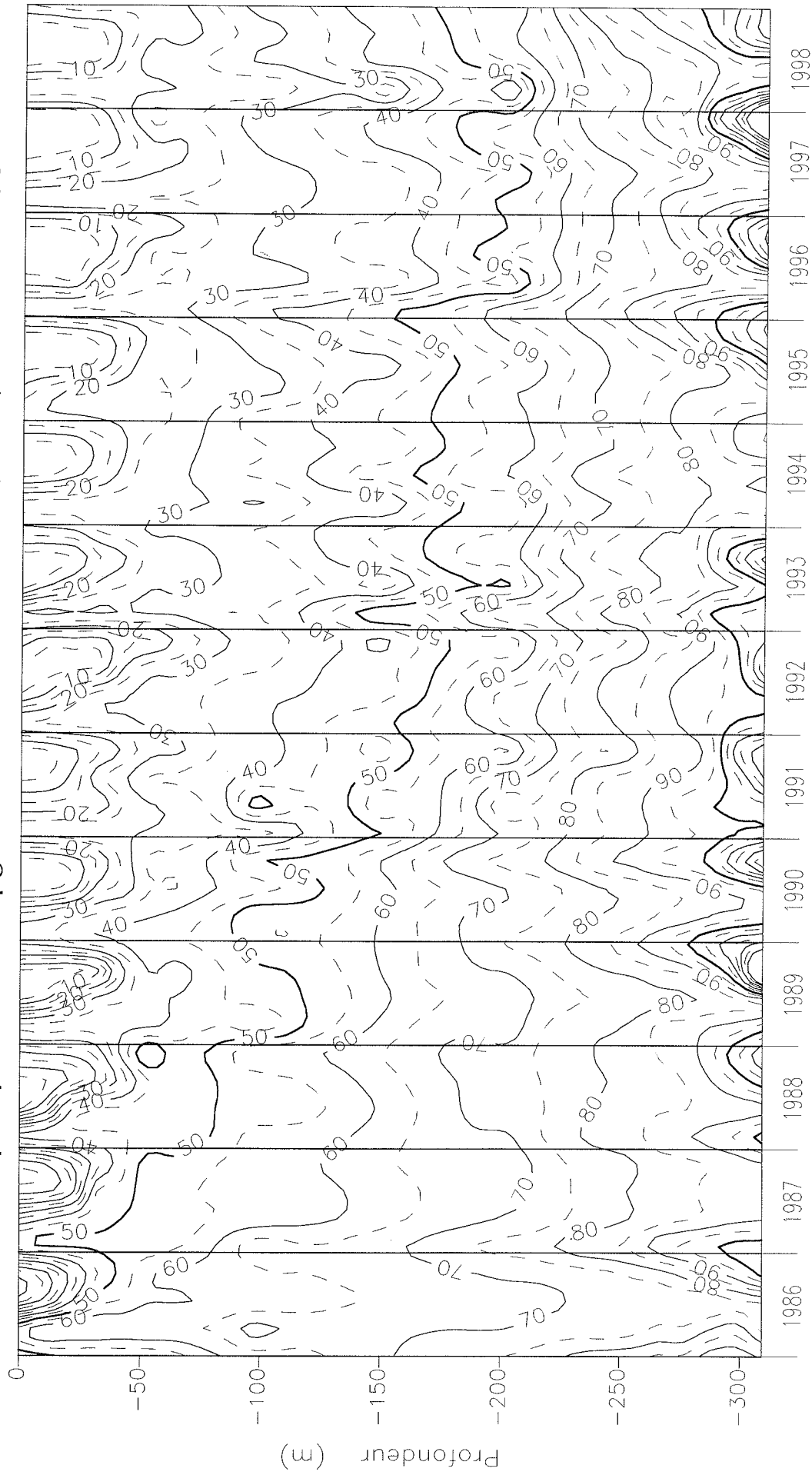


Figure 20 : Concentration en phosphore dissous (PO₄³⁻) dans les différentes couches du Léman (SHL2)
(Zone grisée = concentration supérieure à 100 µgP/l)

5.3 Azote nitrique et azote total (figure 21)

Les concentrations pour 1998 sont de 0.66 mgN/l pour l'azote total et 0.55 mgN/l pour l'azote nitrique. La stabilité des concentrations se poursuit depuis quelques années.

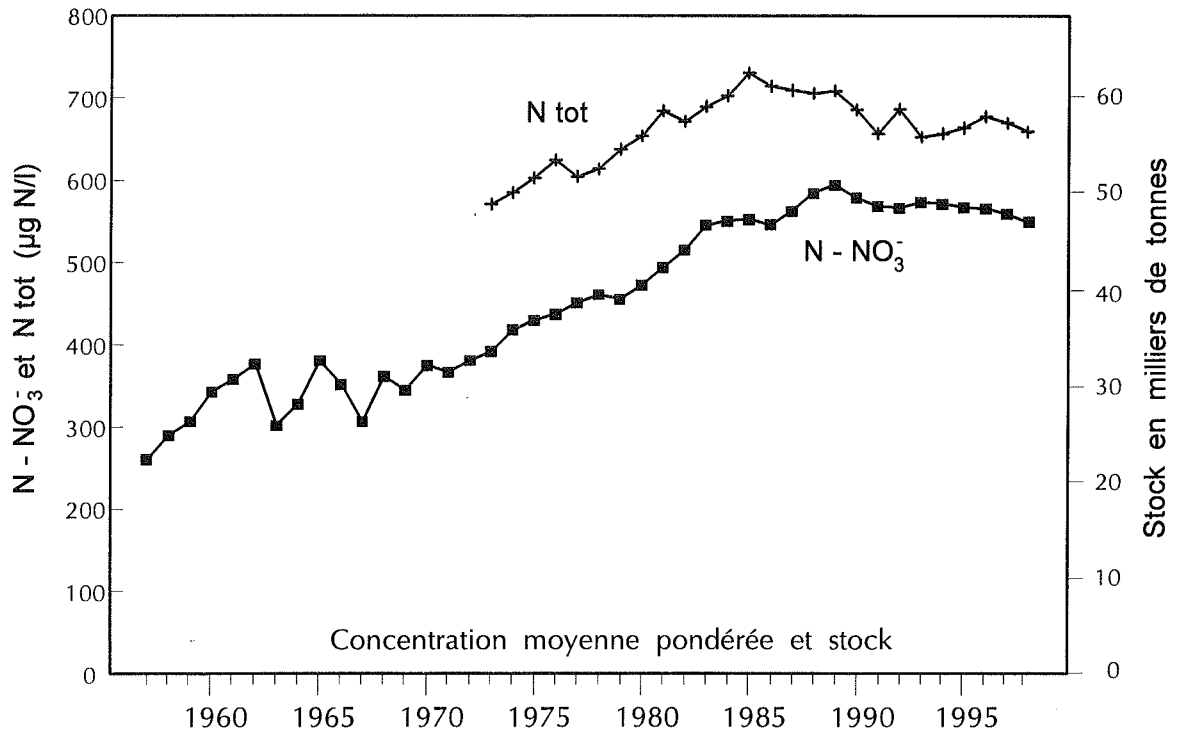


Figure 21 : Evolution de la concentration moyenne annuelle pondérée et des stocks d'azote total et d'azote nitrique contenus dans le Grand Lac

5.4 Chlorure (figure 22)

Depuis que des mesures régulières de ce paramètre sont effectuées, on constate d'année en année une augmentation de la concentration en chlorure. En 1998, la concentration moyenne est de 7.06 mg/l, alors qu'elle n'était que de 2.73 mg/l en 1971.

On peut toutefois s'attendre à ce que cette hausse se stabilise lorsque les concentrations dans le lac seront voisines de celles observées dans les affluents (y compris les rejets des STEP directs au lac), soit inférieures à 10 mg/l en moyenne pondérée, mais, ceci pour autant que les apports en chlorure des affluents restent stables.

Les chlorures proviennent principalement de l'industrie et l'artisanat, des sels de déneigement, des produits utilisés pour éliminer le phosphore dans les STEP, des rejets domestiques, des précipitations et du lessivage/érosion des sols (CORVI, 1984a).

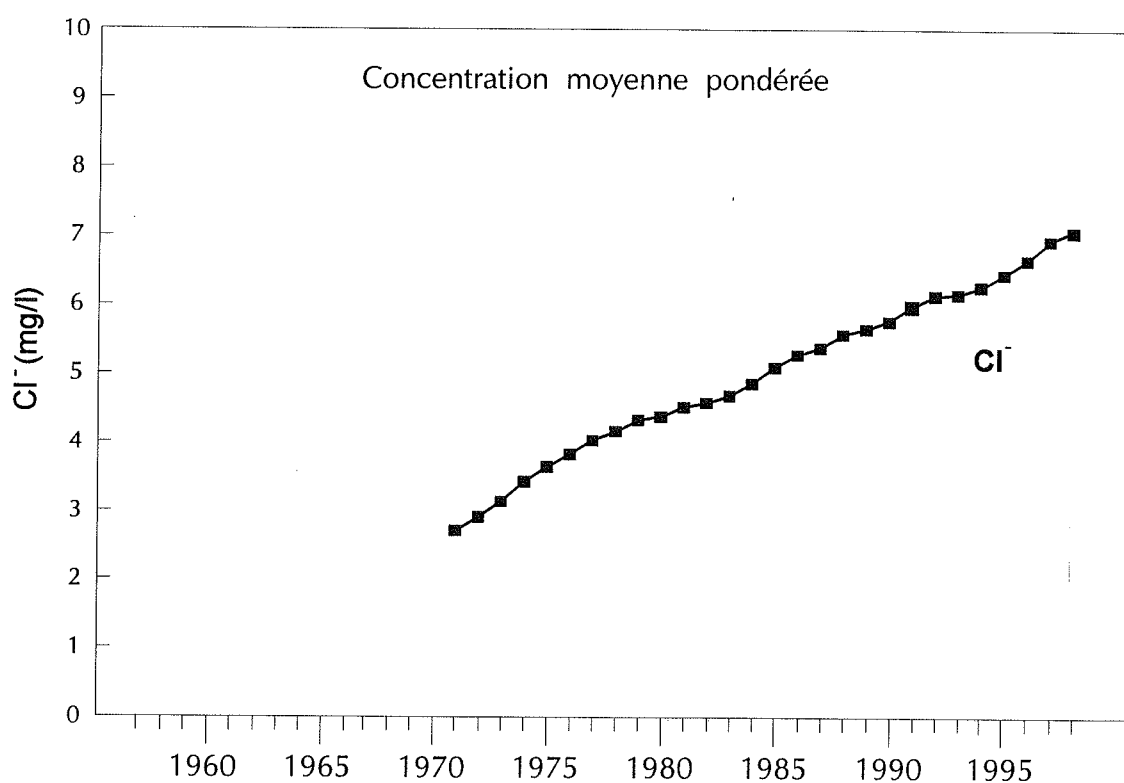


Figure 22 : Evolution de la concentration moyenne annuelle en chlorure, pondérée pour l'ensemble de la masse d'eau du Grand Lac

6. MÉTAUX ET MICROPOLLUANTS ORGANIQUES

6.1 Métaux (tableaux 1 et 2)

Les teneurs en éléments métalliques toxiques (mercure, plomb, cadmium et chrome) demeurent faibles, voire inférieures aux limites de détection (tableaux 1 et 2) et ne posent aucun problème en regard des valeurs recommandées pour les eaux de boisson. Elles sont également du même ordre de grandeur que les teneurs métalliques observées dans d'autres eaux douces exemptes de pollutions métalliques (CORVI, 1984b; SIGG, 1992).

Les valeurs du fer et du manganèse, métaux non toxiques, sont données à titre indicatif.

Les concentrations toxiques pour le poisson citées dans la littérature (REICHENBACH-KLINKE, 1966; DIETRICH, 1995) varient pour chaque espèce, selon la nature et la forme chimique du métal mais sont bien supérieures aux concentrations observées dans les eaux du lac.

6.2 Phytosanitaires (tableau 3)

Bien que leur utilisation soit en nette régression, les herbicides atrazine (et son métabolite atrazine-déséthyle), simazine et terbutylazine sont décelables, en toutes saisons et presque à 1 toutes les profondeurs, dans les eaux du lac, mais en très faibles teneurs. La présence de métolachlore, herbicide de la famille des acétanilides, fréquemment associé à l'atrazine dans la culture du maïs, a été observée au cours du second semestre 1998. Cette mise en évidence ne relève probablement pas d'une nouvelle pollution, mais de l'amélioration des performances des procédés analytiques.

Toutes les concentrations mesurées sont inférieures à celles fixées pour une eau de boisson (0.1 µg/l par composé selon la Directive du Conseil des Communautés européennes - 1998 et l'Ordonnance suisse sur les substances étrangères et les composants, OSEC - 1998). Cependant, il faut rappeler que la présence de ces produits de synthèse résultant de l'activité humaine n'est pas souhaitable dans les eaux. La nouvelle Ordonnance suisse sur la protection des eaux (OEaux, 1998) rappelle cet objectif écologique pour les eaux.

Les substances phytosanitaires observées dans les eaux du lac font partie de la liste des substances à surveiller établie par la CIPEL en 1995 (JOUANY et al., 1995) ou dans celle en cours d'actualisation (CIPEL, en préparation). Ceci confirme la validité et la pertinence de ces dernières.

Les produits cités dans l'annexe 1 n'ont pas été décelés lors des différentes analyses multi-résidus effectuées par chromatographie en phase gazeuse.

La limite de détection varie notablement selon le type de détecteur utilisé ainsi que la nature et la réponse du produit. Dans nos conditions de travail, cette limite peut être estimée à :

0.05	-	0.1 µg/l	pour les insecticides chlorés
0.1	-	0.5 µg/l	pour les fongicides
0.1	-	0.5 µg/l	pour les organophosphorés
5.0	-	10.0 µg/l	pour les dérivés de l'urée
0.01	-	0.02 µg/l	pour les triazines.

6.3 NTA-EDTA (tableau 4)

Les concentrations de NTA, un des produits de substitution des phosphates dans les lessives avec les citrates ou les zéolithes, sont bien inférieures à la tolérance de 3 µg/l fixée pour les eaux de boisson en Suisse (OSEC, 1998) et nous n'observons aucune augmentation des teneurs depuis 1988.

En 1994, seules 1'000 tonnes de NTA ont encore été utilisées pour l'ensemble de la Suisse (ALDER et al., 1997). Sur la base de l'harmonisation internationale en Europe, on peut s'attendre à ce que le recours au NTA pour remplacer les phosphates diminue encore.

Les concentrations en EDTA dans les eaux lémaniques sont faibles, voisines de celles observées dans d'autres lacs suisses (HOURIET, 1996) et également bien inférieures à la valeur de tolérance ou à la valeur limite fixée, pour la Suisse, à respectivement 5 et 200 µg/l (OSEC, 1998).

TABLEAU 1 - Campagne du 19 mars 1998

Léman - Grand Lac (Station SHL 2)

Profondeur m	Manganèse µg/l	Fer µg/l	Plomb µg/l	Cadmium µg/l	Chrome µg/l	Cuivre µg/l	Mercuré µg/l
0	<1	<1	nd*	nd*	nd*	4	nd*
1	<1	<1	nd	nd	nd	2	nd
5	1	5	nd	nd	nd	1	nd
7.5	2	8	nd	nd	nd	5	nd
10	<1	<1	nd	nd	nd	2	nd
30	<1	<1	nd	nd	nd	3	nd
100	2	7	nd	nd	nd	5	nd
305	57	3	nd	nd	nd	11	nd
fond	85	1	nd	nd	nd	10	nd

* = non décelé (Plomb < 1 µg/l; cadmium < 0.02 µg/l; chrome < 0.1 µg/l; cuivre < 0.5 µg/l; mercure < 0.1 µg/l)

TABLEAU 2 - Campagne du 29 septembre 1998

Léman - Grand Lac (Station SHL 2)

Profondeur m	Manganèse µg/l	Fer µg/l	Plomb µg/l	Cadmium µg/l	Chrome µg/l	Cuivre µg/l	Mercuré µg/l
0	<1	8	nd*	nd*	nd*	2	nd*
1	1	8	nd	nd	nd	4	nd
5	1	8	nd	nd	nd	3	nd
7.5	1	7	nd	nd	nd	3	nd
10	<1	7	nd	nd	nd	5	nd
30	<1	3	nd	nd	nd	5	nd
100	5	1	nd	nd	nd	3	nd
305	24	4	nd	nd	nd	4	nd
fond	70	2	nd	nd	nd	3	nd

* = non décelé (Plomb < 1 µg/l; cadmium < 0.02 µg/l; chrome < 0.1 µg/l; cuivre < 0.5 µg/l; mercure < 0.1 µg/l)

TABLEAU 3 - Phytosanitaires décelés

Léman - Grand Lac (Station SHL2)

Profondeur (m)	19 mars 1998			29 septembre 1998			
	Simazine µg/l	Atrazine µg/l	Terbutylazine µg/l	Simazine µg/l	Atrazine µg/l	Terbutylazine µg/l	Métolachlore µg/l
0	0.018	0.039	< 0.010	0.038	0.044	0.020	0.036
1	0.010	0.056	< 0.010	0.033	0.036	0.017	0.032
5	0.023	0.038	< 0.010	0.049	0.053	0.026	0.043
7.5	0.011	0.042	< 0.010	0.037	0.047	0.022	0.039
10	0.021	0.030	< 0.010	0.037	0.048	0.022	0.041
30	0.026	0.055	< 0.010	0.042	0.054	0.025	0.053
100	0.015	0.030	< 0.010	0.047	0.050	0.023	0.052
305	0.031	0.044	< 0.010	0.058	0.061	0.024	0.047
fond	0.023	0.047	< 0.010	0.057	0.060	0.022	0.043

TABLEAU 4 - NTA et EDTA

Léman - Grand Lac (Station SHL2)

Profondeur (m)	NTA ($\mu\text{g/l}$)		EDTA ($\mu\text{g/l}$)	
	19 mars 1998	29 septembre 1998	19 mars 1998	29 septembre 1998
0	0.3	0.4	0.6	0.5
1	0.2	0.5	0.6	0.5
5	0.3	0.4	0.6	0.4
7.5	0.3	0.4	0.5	0.3
10	0.2	0.6	0.6	0.5
30	0.3	0.3	0.7	0.4
100	0.2	< 0.1	0.3	0.6
305	0.3	< 0.1	0.4	0.4
fond	0.1	< 0.1	0.5	< 0.1

RÉFÉRENCES POUR L'EAU POTABLE :

	Manganèse $\mu\text{g/l}$	Fer $\mu\text{g/l}$	Plomb $\mu\text{g/l}$	Cadmium $\mu\text{g/l}$	Chrome $\mu\text{g/l}$	Cuivre $\mu\text{g/l}$	Mercure $\mu\text{g/l}$
OMS (1)	500	10	300	5	50	2'000	1
CE (2)	50	200	10	5	50	2'000	1
OSEC(3) C	50	300	-	-	-	1'500	-
D	-	-	10	5	** 20	-	-

** = chrome VI

- (1) = Organisation Mondiale de la Santé, "Guidelines for drinking water quality", Vol. I, EFP/82.39 (1984) et "Guidelines values for chemicals in drinking water" (1993).
- (2) = Directive 98/83/CE DU CONSEIL du 3 novembre 1998 - Journal officiel des Communautés européennes du 05.12.1998.
- (3) = Ordonnance sur les Substances Etrangères et les Composants (1998) (Office central fédéral des imprimés et du matériel, 3003 Berne)
- C = Valeur de tolérance (concentration maximale au-delà de laquelle l'eau est considérée comme souillée ou diminuée d'une autre façon dans sa valeur intrinsèque)
- D = Valeur limite (concentration maximale au-delà de laquelle l'eau est jugée impropre à la consommation)

EXIGENCES RELATIVES À LA QUALITÉ DES EAUX POUR LES COURS D'EAU
(Ordonnance suisse sur la protection des eaux - OEaux du 28 octobre 1998) :

	Plomb $\mu\text{g/l}$	Cadmium $\mu\text{g/l}$	Chrome $\mu\text{g/l}$	Cuivre $\mu\text{g/l}$	Mercure $\mu\text{g/l}$
total (4)	10	0.2	5	5	0.03
dissous	1	0.05	2 (5)	2	0.01

- (4) La valeur indiquée pour la concentration dissoute est déterminante. Si la valeur indiquée pour la concentration totale est respectée, on partira du principe que celle qui est fixée pour la concentration dissoute l'est également.
- (5) Cr (III et VI).

7. CONCLUSIONS

Les principales observations en 1998 sont les suivantes :

- le brassage hivernal des eaux en 1998 est limité aux 150 premiers mètres dans le Grand Lac; par contre, le Petit Lac, qui a une profondeur maximum inférieure à 80 m, a été entièrement brassé comme chaque année (en mars 1999, le brassage a été presque complet dans le Grand Lac),
- la faible profondeur du brassage hivernal dans le Grand Lac a limité le réapprovisionnement brusque en nutriments (au début du printemps) des couches superficielles à partir des couches profondes,
- la reprise de l'activité photosynthétique a été très modérée et progressive tout au long du printemps. La phase des "eaux claires" (développement du zooplancton) en mai et début juin a été relativement prolongée cette année.

Le phosphore dissous est consommé en quasi-totalité dans les couches superficielles de juin à novembre.

- les faibles teneurs en oxygène des couches profondes du Grand Lac persistent, entraînant de fréquentes diffusions du manganèse en cours d'année, particulièrement durant le dernier trimestre.

Pour les stocks de phosphore contenus dans le lac, l'évolution à la baisse a été interrompue en 1998 (+ 5 % par rapport à 1997). Pour l'azote total et l'azote nitrique, la stabilité des concentrations se poursuit depuis quelques années. Pour les chlorures, on constate d'année en année une augmentation des concentrations.

- Pour le Grand Lac, le stock de phosphore total est de 3'395 tonnes en 1998, contre 3'230 en 1997,
- pour le Grand Lac, le stock d'azote nitrique (47'250 tonnes) s'est stabilisé depuis quelques années.

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

Par contre, la présence d'herbicides triaziniques est toujours décelée dans les eaux du lac. Bien que les concentrations demeurent faibles, et probablement sans effet toxique sur l'écosystème, il faut relever que leur présence n'est pas souhaitable et que toute mesure visant à en limiter l'apport est à développer.

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

BIBLIOGRAPHIE

- ALDER, A.C., GIGER, W. et SCHAFFNER, C. (1997) : Remplacement des phosphates dans les produits détergents : vers le pire ou vers l'acceptable ? EAWAG news, 42F, 6-8.
- BLANC, P. (1998) : Evaluation de l'étendue de la zone désoxygénée dans la plaine centrale du Grand Lac, en automne 1997. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1997.
- BLANC, P., CORVI, C. et RAPIN, F. (1994) : Evolution physico-chimique des eaux du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1993, 37-64.
- BLANC, P., CORVI, C., NIREL, P., REVACLIER, R. et RAPIN, F. (1996) : Evolution physico-chimique des eaux du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1995, 37-80.
- BLANC, P., PELLETIER, J.P. et MOILLE, J.P. (1993) : Variabilité spatiale et temporelle des paramètres physico-chimiques et biologiques dans l'eau du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1992, 113-162 et 162b-162p.
- CORVI, C. (1984a) : Chlorures. In : Le Léman, Synthèse 1957-1982. Ed. par Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., 183-191.
- CORVI, C. (1984b) : Métaux en traces. In : Le Léman, Synthèse 1957-1982 Ed. par Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Chapitre 3.2.11, page 207, tableau 3.
- CORVI, C. et KHIM-HEANG, S. (1996) : Recherche de quelques métaux et micropolluants organiques. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1995, 81-89.
- DIETRICH, D. (1995) : Kritische Beurteilung der Ökotoxikologischen Aussagekraft von Schwermetallanalysen in Fischen aus schweizerischen Gewässern. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg., 86, 213-225.
- DIRECTIVE DU CONSEIL DES COMMUNAUTES EUROPEENNES du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (98/83/CE DU CONSEIL). Journal officiel des Communautés européennes, numéro L 330/32 du 5 décembre 1998.
- DRUART, J.-C., PELLETIER, J.P. et REVACLIER, R. (1999) : Evolution du phytoplancton du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1998.
- HOURIET, J.-P. (1996) : NTA dans les eaux. Cahier de l'environnement, série protection des eaux, No 264 et Annexes : Données de mesure. Documents environnement, série protection des eaux, No 54. Ed. par OFEFP, Berne.
- JOUANY, J.M. et al. (1995) : Etablissement d'une liste de substances phytosanitaires utilisées en agriculture à surveiller dans le bassin lémanique : méthodologie. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1994, 217-233.
- ORAND, A. et GAGNAIRE, J. (1999a) : Météorologie. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1998.
- ORAND, A. et GAGNAIRE, J. (1999b) : Bilan des apports par les affluents au Léman et au Rhône à l'aval de Genève. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1998.
- OEaux (1998) : Ordonnance sur la protection des Eaux du 28 octobre 1998 (Suisse).
- OSEC (1998) : Ordonnance sur les Substances Etrangères et les Composants du 30 janvier 1998 (Suisse).
- REICHENBACH-KLINKE, H.-H. (1966) : Krankheiten und Schädigungen der Fische. Gustav Fischer Verlag, page 288.
- SIGG, L. (1992) : Les métaux lourds dans les cours d'eau. Nouvelles de l'EAWAG, 32, 32-35.

ANNEXE 1 : PRODUITS PHYTOSANITAIRES RECHERCHÉS**I. INSECTICIDES ET FONGICIDES CHLORÉS**

α - HCH	HEPTACHLORE EPOXYDE
β - HCH	HEPTACHLORE
γ - HCH	ALDRINE
δ - HCH	ENDRINE
pp'DDE	DIELDRINE
pp'DDT	CAPTAFOL
op'DDT	PROCYMIDONE
pp'DDD	VINCLOZOLINE
op'DDE	CHLOROTHALONIL
op'DDD	PCNB
DICOFOL	DICHLOFLUANIDE
ENDOSULFAN	FOLPET
IPRODIONE	

II. HERBICIDES AZOTÉS**II. 1 Triazines :**

ATRAZINE	AZIPROTRYNE
SIMAZINE	TERBUTRYNE
PROPAZINE	TERBUTYLAZINE
DESMETRYNE	AMETRYNE
PROMETRYNE	

II. 2 Dérivés de l'urée :

CHLORBROMURON	METOBROMURON
FENURON	CHLOROXYURON
METHABENZTHIAZURON	LINURON
MONOLINURON	DIFENOXYURON
CYCLURON	

III. INSECTICIDES PHOSPHORÉS

ACEPHATE	LEPTOPHOS
AMIDITHION	MALAOXON
AZINPHOS-ETHYLE	MALATHION
AZINPHOS-METHYLE	MECARBAM
BROMOPHOS METHYLE	MERPHOS
BROMOPHOS-ETHYLE	METHACRIFOS
CARBOPHENOTHION-ETHYLE	METHAMIDOPHOS
CARBOPHENOTHION-METHYLE	METHIDATHION
CHLORFENVINFOS	MEVINPHOS
CHLORMEPHOS	MONOCROTHOPHOS
CHLORPYRIFOS	NALED
CHLORTHION	OMETHOAT
CHLORTHIOPHOS	OXIDEMETON-METHYLE
COUMAPHOS	PARAOXON
CYANOPHOS	PARAOXON-METHYLE
DEMETON-S-METHYLE	PARATHION
DEMETON-S-METHYLE-SULFONE	PARATHION-METHYLE
DEMETHON-SYSTOX	PHENKAPTON
DIALIFOS	PHENTOATE
DIAZINON	PHORATE
DICHOLOFENTHION	PHOSALONE
DICHLORVOS	PHOSMET
DICROTOPHOS	PHOSPHAMIDON
DIMETHOATE	PIRIMIPHOS-ETHYLE
DIOXATHION	PIRIMIPHOS-METHYLE
DISULFOTON	PROFENOFOS
DITALIMPHOS	PROTHIOPHOS
DITHIONATE	PROTHOATE
EDIFENPHOS	PYRAZOPHOS
ENDOTHION	QUINALPHOS
EPN	SULFOTEP
ETHION	SULPROFOS
ETHOPROFOS	TEMEPHOS
ETRIMFOS	TERBUFOS
FENCHLORPHOS	TETRACHLORVINFOS
FENITROTHION	THIOMETON
FENSULFOTHION	TRIAMIPHOS
FENTHION	TRIAZOPHOS
FONOFOS	TRICHLORONAT
FORMOTHION	TRICHLORPHON
HEPTENOFOS	VAMIDOTHION
IODPHENFOS	ZINOPHOS
ISOPHENFOS	

ANNEXE 2

Concentrations moyennes pondérées - Lac Léman (Grand Lac)

Année	Oxygène	P tot.	PO4	N tot.	Nmintot	NH4	NO2	NO3	Cl	C.O.P	Npartic	Ppartic	Transpar	Transpar
	mg/l	µgP/l	µgP/l	µgN/l	µgN/l	µgN/l	µgN/l	µgN/l	mgCl/l	µgC/l	µgN/l	µgP/l	12 mois (en m)	mai-sept (en m)
1957	9.66	12.4			266	0.3	1.0	265					10.80	6.74
1958	10.32	11.2			297	0.9	1.7	294					9.50	5.20
1959	9.59	10.4			312	0.3	1.1	311					9.70	6.74
1960	9.57	15.4			349	1.2	1.1	347					11.10	10.46
1961	9.36	20.0			366	3.4	0.9	362					9.50	8.06
1962	10.33	20.4			392	9.0	1.5	381					9.70	6.80
1963	10.30	34.7			314	6.0	1.5	306					9.80	6.26
1964	10.21	58.8			342	8.8	1.3	332					9.50	7.30
1965	10.25	56.8			391	4.4	1.3	385					9.50	7.10
1966	10.44	43.9			362	4.8	1.4	356					8.10	5.74
1967	9.72	27.0			314	2.1	1.0	311					9.80	6.30
1968	9.43	42.5			372	5.4	0.7	366					10.30	6.52
1969	9.01	41.7			354	4.2	1.1	349					9.60	7.24
1970	9.69	80.5	50.5		383	2.9	1.3	379					8.63	4.86
1971	9.69	67.6	45.6		382	9.0	1.6	371	2.73				9.49	6.02
1972	9.25	71.1	56.3		401	14.6	1.6	385	2.93				8.45	6.88
1973	9.36	80.5	66.1	574	412	13.8	2.4	396	3.16				9.33	5.48
1974	9.12	78.2	63.2	588	438	13.8	1.9	422	3.44				8.46	5.98
1975	8.96	84.0	66.1	606	447	10.6	1.9	434	3.66				7.30	3.78
1976	8.36	89.6	72.3	628	454	11.7	1.4	441	3.84				8.18	4.00
1977	8.31	89.4	74.0	608	468	11.2	1.8	455	4.05				7.95	5.18
1978	8.55	86.8	73.4	617	474	7.0	1.8	465	4.18				7.27	5.64
1979	8.93	89.5	74.0	641	466	5.5	1.5	459	4.35				10.42	5.86
1980	9.06	82.5	71.5	657	485	7.4	1.9	476	4.39				8.88	6.04
1981	9.32	82.6	71.6	688	507	8.0	1.1	498	4.53				8.10	5.80
1982	9.24	77.5	69.5	675	529	8.4	1.2	519	4.60				7.54	5.52
1983	9.19	75.4	67.3	693	560	10.2	1.2	549	4.70				8.23	6.04
1984	9.46	76.4	67.6	706	566	11.2	1.0	554	4.88				7.59	5.55
1985	9.54	73.1	65.0	734	571	14.0	0.6	556	5.12				8.44	4.94
1986	9.83	71.8	61.9	718	558	6.8	1.0	550	5.30	106.7	19.0	3.1	7.50	4.31
1987	9.62	67.7	58.3	713	573	6.6	0.8	566	5.40	72.9	14.0	2.9	8.00	4.70
1988	9.33	61.7	54.5	709	594	5.4	0.9	588	5.60	115.3	17.2	2.5	7.18	5.19
1989	8.65	58.3	51.7	712	605	5.6	0.9	598	5.68	93.3	14.2	2.1	8.85	6.22
1990	8.33	55.3	48.3	689	589	5.8	0.9	582	5.79	101.7	16.4	2.4	7.82	6.08
1991	8.49	52.3	45.3	660	580	5.9	0.9	572	6.00	91.5	15.1	2.5	7.79	5.86
1992	8.42	49.9	40.8	690	577	5.4	1.2	570	6.16	91.2	17.7	2.8	6.77	5.19
1993	8.29	47.3	40.4	656	581	3.2	0.9	577	6.18	88.1	13.3	2.3	8.24	5.42
1994	8.33	44.8	39.4	660	580	3.9	1.1	575	6.29	83.6	14.0	2.2	7.10	5.87
1995	8.22	41.3	37.0	667	576	3.5	1.2	571	6.47	90.1	13.1	2.3	7.47	5.89
1996	8.27	40.9	36.0	681	575	4.5	1.1	569	6.68	107.4	22.3	2.3	7.17	4.56
1997	8.41	37.7	33.7	673	568	4.2	1.1	563	6.96	107.4	23.1	2.2	8.82	6.73
1998	8.26	39.6	35.2	658	557	5.1	0.9	551	7.06	100.3	22.1	2.2	7.36	5.65

C.I.P.E.L. : 20/05/99

Remarques :

Les méthodes de calcul pour les concentrations moyennes pondérées et les stocks, ainsi que les volumes d'eau des différentes couches du Léman sont indiqués dans BLANC et al., 1996.

ANNEXE 3

Stocks en tonnes - Lac Léman (Grand Lac)

Année	Oxygène Tonnes	P tot. Tonnes	P-PO4 Tonnes	N tot. Tonnes	Nmintot Tonnes	N-NH4 Tonnes	N-NO2 Tonnes	N-NO3 Tonnes	Cl Tonnes	C.O.P. Tonnes	P partic Tonnes	N partic Tonnes
1957	827 900	1 150			22 824	25	109	22 690				
1958	883 900	960			25 370	75	145	25 150				
1959	822 000	890			26 733	30	93	26 610				
1960	819 800	1 320			29 931	105	96	29 730				
1961	802 000	1 720			31 370	290	80	31 000				
1962	885 200	1 750			37 527	770	127	36 630				
1963	883 100	2 970			26 839	510	129	26 200				
1964	874 900	5 050			29 275	750	115	28 410				
1965	878 500	4 870			33 459	375	114	32 970				
1966	894 400	3 760			31 071	415	116	30 540				
1967	823 700	2 320			26 887	180	87	26 620				
1968	808 300	3 640			31 888	465	63	31 360				
1969	772 100	3 580			30 403	360	93	29 950				
1970	830 600	6 920			32 804	245	109	32 450				
1971	830 500	5 790	3 910		32 668	770	138	31 760	237 000			
1972	792 400	6 090	4 830		34 426	1 255	141	33 030	251 000			
1973	801 900	6 900	5 660	49 180	35 306	1 185	201	33 920	271 000			
1974	781 700	6 700	5 420	50 350	37 544	1 180	164	36 200	295 000			
1975	767 500	7 200	5 670	51 970	38 292	905	167	37 220	314 000			
1976	716 800	7 670	6 200	53 820	38 916	1 000	116	37 800	329 000			
1977	712 100	7 660	6 340	52 140	40 115	960	155	39 000	347 000			
1978	732 300	7 440	6 290	52 860	40 558	595	153	39 810	358 000			
1979	765 500	7 670	6 340	54 970	39 929	470	129	39 330	372 000			
1980	776 200	7 070	6 130	56 270	41 574	635	159	40 780	376 000			
1981	798 600	7 080	6 130	58 970	43 490	680	90	42 720	388 000			
1982	791 600	6 640	5 950	57 830	45 274	720	104	44 450	394 000			
1983	787 600	6 460	5 760	59 360	48 000	875	105	47 020	403 000			
1984	810 200	6 550	5 790	60 500	48 488	965	83	47 440	418 000			
1985	817 600	6 260	5 570	62 970	48 855	1 205	50	47 600	439 000			
1986	842 600	6 150	5 300	61 500	47 812	580	72	47 160	454 000	9 138	262	1 630
1987	824 200	5 800	5 000	61 130	49 169	570	69	48 530	462 000	6 247	249	1 203
1988	799 940	5 290	4 665	60 750	50 882	458	74	50 350	480 200	9 882	217	1 472
1989	741 520	4 995	4 430	61 020	51 776	482	74	51 220	486 300	7 993	179	1 220
1990	714 200	4 740	4 145	59 000	50 460	493	77	49 890	496 200	8 715	209	1 400
1991	727 600	4 480	3 880	56 540	49 670	509	81	49 080	514 000	7 840	218	1 292
1992	721 550	4 275	3 495	59 150	49 389	464	105	48 820	528 300	7 811	241	1 515
1993	710 190	4 050	3 460	56 210	49 814	274	80	49 460	529 700	7 548	197	1 142
1994	714 185	3 835	3 380	56 550	49 701	334	92	49 275	538 930	7 166	185	1 203
1995	704 075	3 535	3 170	57 140	49 348	302	101	48 945	554 670	7 722	193	1 123
1996	708 680	3 505	3 085	58 350	49 205	382	93	48 730	572 410	9 205	198	1 913
1997	721 005	3 230	2 885	57 690	48 701	357	94	48 250	596 140	9 207	185	1 981
1998	707 750	3 395	3 020	56 430	47 764	434	80	47 250	604 630	8 596	186	1 897