

# MÉTAUX ET MICROPOLLUANTS ORGANIQUES DANS LES EAUX DU LÉMAN

## METALS AND ORGANIC MICROPOLLUTANTS IN GENEVA LAKE WATERS

Campagne 2008

PAR

**Didier ORTELLI et Patrick EDDER**

SERVICE DE LA CONSOMMATION ET DES AFFAIRES VÉTÉRINAIRES (SCAV), CP 76, CH - 1211 GENÈVE 4 Plainpalais

**François RAPIN**

SECRÉTARIAT DE LA COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN  
ACW - Changins - Bâtiment DC, CP 1080, CH - 1260 NYON 1

**Stéphan RAMSEIER**

SERVICES INDUSTRIELS DE GENÈVE, PÔLE ENVIRONNEMENT, CP 2777, CH - 1211 GENÈVE 2

### RÉSUMÉ

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

*La recherche de produits phytosanitaires et de quelques médicaments dans les eaux du lac s'est poursuivie et la baisse de leurs concentrations respectives observée l'année dernière se confirme, pour certains même de manière spectaculaire.*

### ABSTRACT

*The levels of heavy metals in the water of Lake Geneva are still low, and fully compliant with the acceptable levels stipulated for drinking water and for fish life.*

*The survey of pesticides and some drug residues in water of the lake continued, and the fall in their contents observed last year is confirmed, to a spectacular extent in some cases.*

## 1. INTRODUCTION

Excepté les travaux menés sur le Rhône amont (BERNARD et ARNOLD, 2008, 2009), les études se sont à nouveau focalisées sur le lac, car ce dernier représente un milieu stable intégrant la pollution et adéquat pour une bonne visualisation des pollutions dues aux micropolluants organiques. Les pollutions des rivières, même si elles sont parfois plus importantes et les écosystèmes plus menacés, sont beaucoup plus ponctuelles et nécessiteraient un suivi de fréquence accrue et sur une période de temps étendue. Ces travaux sont menés de manière plus systématique par les cantons ou les autorités régionales françaises.

La présence de micropolluants dans les eaux du bassin lémanique et du lac est une préoccupation majeure de la CIPEL. Le groupe de travail de la CIPEL dédié à cette problématique a poursuivi les travaux menés précédemment dans le domaine des résidus de produits phytosanitaires et de quelques médicaments.

## 2. ÉCHANTILLONNAGE (figure 1)

La surveillance de la pollution des eaux du lac en métaux lourds, en produits phytosanitaires et en quelques principes actifs de médicaments produits industriellement dans le bassin versant du Rhône en amont du lac, a été effectuée sur des échantillons prélevés au centre du Léman, à la station SHL2 (figure 1), les 21 avril et 20 octobre 2008 (LAZZAROTTO et RAPIN, 2009).

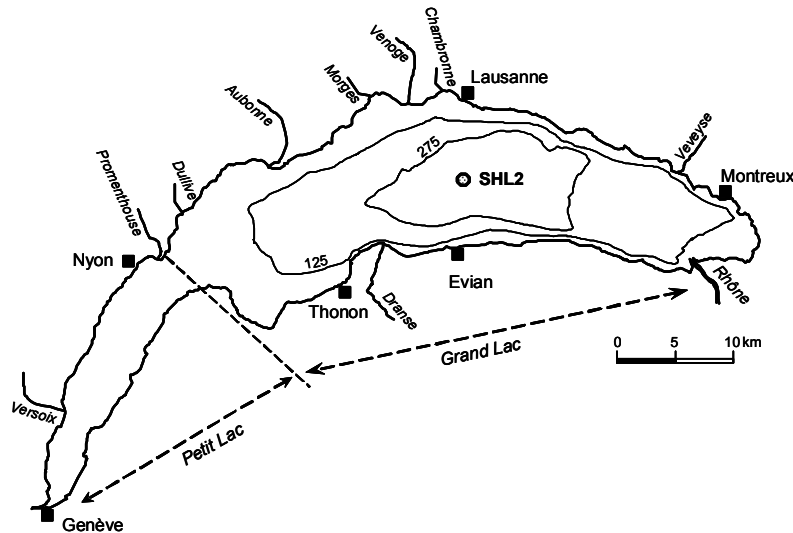


Figure 1 : Situation du point de prélèvement - station SHL2.

Figure 1 : Location of the sampling sites - SHL2 station.

### 3. MÉTHODOLOGIE

Certains métaux et micropolluants organiques (pesticides et médicaments) sont recherchés dans les eaux du lac à différentes profondeurs, après brassage éventuel des eaux (avril-mai) et en période de stratification (septembre-octobre) :

- **métaux** : campagne du 21.04.2008 : 0 - 1 - 5 - 7.5 - 10 - 30 - 100 - 305 - 309 m  
campagne du 20.10.2008 : mélange des niveaux 1 - 30 m et 200 - 305 m.

Les éléments suivants ont été dosés : aluminium, plomb, cadmium, chrome, cuivre et mercure.

- **micropolluants organiques** : 1 - 30 - 100 - 300 m.

Lors des contrôles effectués en 2008, la méthode d'analyse des pesticides dans les eaux comprenait 267 substances, soit 116 herbicides, 146 fongicides et insecticides et 5 médicaments. La liste des pesticides recherchés est à peu près la même qu'en 2007 (voir annexe 1). Elle tient compte des substances fabriquées ou formulées sur les sites industriels situés dans le bassin versant du Rhône valaisan. Comme en 2007, quelques principes actifs de médicaments également produits industriellement dans le bassin versant du Rhône valaisan (carbamazépine, mépivacaïne, prilocaïne, bupivacaïne et chlorprocaïne) ont été incorporés à la méthode de surveillance des pesticides.

Les analyses ont été effectuées par le Service de la consommation et des affaires vétérinaires (SCAV) de Genève.

#### 3.1 Analyses chimiques

##### **Métaux**

Les analyses de métaux sont effectuées par absorption atomique sur les échantillons d'eau brute acidifiée sans filtration préalable. Il s'agit donc d'un dosage de métaux totaux.

##### **Pesticides et substances médicamenteuses**

La recherche de pesticides, carbamazépine, mépivacaïne, chlorprocaïne, prilocaïne et bupivacaïne est effectuée sur les eaux brutes : les substances sont préconcentrées à partir d'un échantillon de 500 mL d'eau passé sur une phase solide. Après élution à l'aide d'un solvant et concentration de ce dernier, l'extrait est analysé par chromatographie en phase liquide couplée à un détecteur de spectrométrie de masse en mode tandem (HPLC/MS-MS). Le principe de cette méthode, appliquée aux contrôles des résidus de pesticides dans les fruits et légumes, a été décrit plus en détail par ORTELLI et *al.*, (2004 et 2006) et permet de garantir sans ambiguïté l'identité de la substance décelée. Cette manière de procéder est préconisée aujourd'hui dans divers documents officiels telle que la directive CE/657/2002 concernant les performances analytiques des méthodes. Les limites de quantification sont données en annexe 1 et sont généralement comprises entre 0.001 et 0.020 µg/L. Pour quelques substances, la limite de quantification est plus élevée : 0.100 µg/L.

#### 3.2 Contrôles

La qualité des résultats, principalement pour les pesticides, est assurée par la participation des divers laboratoires à la plupart des procédures d'intercalibration organisées par la CIPEL. Les résultats de ces intercalibrations organisées en 2008 par la CIPEL font l'objet du rapport de STRAWCZYNSKI (2009).

#### 4. MICROPOLLUANTS DANS LES EAUX DU LÉMAN

##### 4.1 Métaux (Tableaux 1 et 2)

Les teneurs totales en éléments métalliques toxiques (mercure, plomb, cuivre, aluminium, cadmium et chrome) demeurent faibles voire inférieures aux limites de détection 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 correspondantes observées dans d'autres eaux douces exemptes de pollutions métalliques (CORVI, 1984 ; SIGG, 1992). Les valeurs pour le cuivre sont parfois proches des exigences relatives à la qualité des eaux pour les cours d'eau, surtout lors de la campagne de mai 2007.

Les concentrations observées dans les eaux du lac sont bien inférieures aux concentrations métalliques toxiques pour le poisson, citées dans la littérature (DIETRICH, 1995) qui varient pour chaque espèce, selon la nature et la forme chimique du métal.

Tableau 1 : Campagne du 21 avril 2008.

Léman - Grand Lac (Station SHL 2).

Table 1 : Survey done on April 21, 2008.

Lake Geneva - Grand Lac (SHL 2).

Profondeur (m)	Plomb (µg/L)	Cadmium	Chrome (µg/L)	Cuivre (µg/L)	Aluminium	Mercure (µg/L)
0	< 0.5	< 0.02	< 0.1	2	< 10	< 0.1
1	< 0.5	< 0.02	< 0.1	2	< 10	< 0.1
5	< 0.5	< 0.02	< 0.1	2	< 10	< 0.1
7.5	< 0.5	< 0.02	< 0.1	2	< 10	< 0.1
10	< 0.5	< 0.02	< 0.1	2	< 10	< 0.1
30	< 0.5	< 0.02	< 0.1	1	< 10	< 0.1
100	< 0.5	< 0.02	< 0.1	2	< 10	< 0.1
305	< 0.5	< 0.02	< 0.1	2	< 10	< 0.1
fond	< 0.5	< 0.02	0.1	1	< 10	< 0.1

Tableau 2 : Campagne du 20 octobre 2008.

Léman - Grand Lac (Station SHL 2).

Table 2 : Survey done on October 20, 2008.

Lake Geneva - Grand Lac (SHL 2).

Profondeur (m)	Plomb (µg/L)	Cadmium	Chrome (µg/L)	Cuivre (µg/L)	Aluminium	Mercure (µg/L)
mélange 1 et 30 m	< 0.5	0.02	< 0.1	6	< 10	< 0.1
mélange 200 et 305 m	< 0.5	0.02	0.1	2	< 10	< 0.1

#### RÉFÉRENCES POUR L'EAU POTABLE :

	Plomb (µg/L)	Cadmium (µg/L)	Chrome (µg/L)	Cuivre (µg/L)	Mercure (µg/L)
OMS <sup>1</sup>	10	3	50 <sup>2</sup>	2'000	6 <sup>3</sup>
CE <sup>4</sup>	10	5	50	2'000	1
OSEC <sup>5</sup>	Tol.	-	-	1'500	-
	Lim.	10	5	20 <sup>6</sup>	-

<sup>1</sup> = Organisation Mondiale de la Santé, "Guidelines for Drinking-water Quality", 3rd edition Geneva 2006.

<sup>2</sup> = Teneurs totales.

<sup>3</sup> = Mercure inorganique.

<sup>4</sup> = Directive 98/83/CE DU CONSEIL du 3 novembre 1998 - Journal officiel des Communautés européennes du 05.12.1998.

<sup>5</sup> = Ordonnance sur les Substances Etrangères et les Composants (1995) (Office central fédéral des imprimés et du matériel, 3003 Berne).

Tol. = 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).

Lim. = Valeur limite (concentration maximale au-delà de laquelle l'eau est jugée impropre à la consommation).

<sup>6</sup> = Chrome hexavalent.

#### EXIGENCES RELATIVES À LA QUALITÉ DES EAUX POUR LES COURS D'EAU

(Ordonnance suisse sur la protection des eaux - OEaux du 28 octobre 1998, annexe 2, paragraphe 12, chiffre 5):

	Plomb (µg/L)	Cadmium (µg/L)	Chrome (µg/L)	Cuivre (µg/L)	Mercure (µg/L)
total <sup>7</sup>	10	0.2	5	5	0.03
dissous	1	0.05	2 <sup>8</sup>	2	0.01

<sup>7</sup> = 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.

<sup>8</sup> = Chrome trivalent et hexavalent.

EXIGENCES RELATIVES À LA QUALITÉ DES EAUX POUR LES PLANS D'EAU ET COURS D'EAU EN APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (France) :

	Plomb (µg/L)	Cadmium (µg/L)	Chrome (µg/L)	Cuivre (µg/L)	Mercure (µg/L)
dissous	7.2 <sup>9</sup>	0.15 <sup>9</sup>	3.4 <sup>10</sup>	1.4 <sup>10</sup>	0.05 <sup>9</sup>

9 = Directive 2008/105/CE du parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008

10 = Circulaire 2007/23 du 7 mai 2007 du Ministère français de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire.

#### 4.2 Pesticides (phytosanitaires) (annexe 1; figures 2, 3 et 4)

Dès 2006, suite aux premières mesures prises concernant les rejets industriels des entreprises chimiques valaisannes, le suivi des résidus de produits phytosanitaires avait montré une tendance à la baisse (BERNARD *et al.*, 2007 et 2008 ; EDDER *et al.*, 2007 et 2008). Les résultats de l'année 2008 confirment cette perspective réjouissante.

Les résultats détaillés des campagnes de mesures réalisées en avril et octobre 2008 sont donnés en annexes 2 et 3.

Les figures 2 et 3 montrent l'évolution des concentrations en pesticides totaux et plus spécifiquement pour ceux présents en plus fortes quantités entre les campagnes 2004-2008.

Les teneurs moyennes en pesticides totaux qui avaient augmenté de 2004 à 2005, diminuent de manière importante en 2007 et se situent aujourd'hui aux environs de 0.15 µg/L. Ces dernières s'éloignent donc de la valeur maximale de tolérance fixée légalement (en Suisse comme en France) à 0.5 µg/L pour les eaux de boisson. Si cette évolution est réjouissante, il faut toutefois rester prudent car de nombreuses substances issues de l'agriculture, des industries, des jardins privés et des utilisations urbaines, ne sont pas encore incorporées dans la procédure analytique actuelle. Un premier travail a été initié dans ce sens par la CIPEL, avec l'inventaire des pesticides d'origine agricole utilisés dans les cultures du bassin versant du Léman. Certaines substances ont pu ainsi être incorporées aux programmes de surveillance de la qualité des eaux.

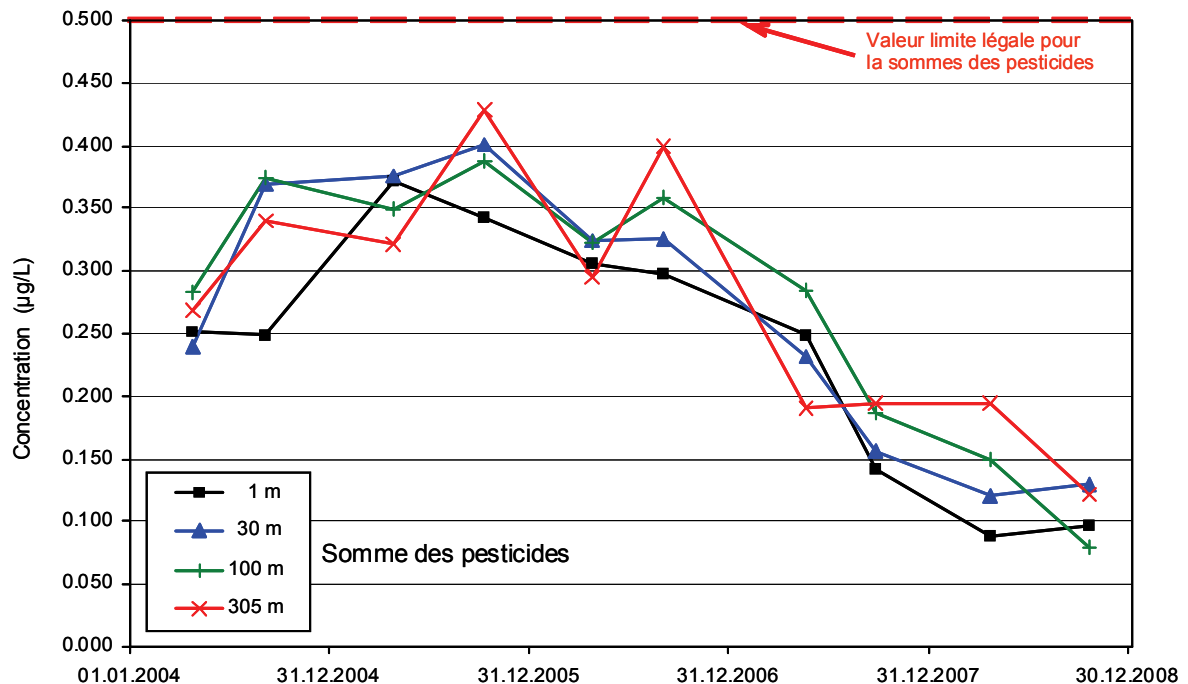


Figure 2 : Evolution des concentrations en pesticides totaux recherchés au centre du Léman (station SHL2) de 2004 à 2008 pour 4 profondeurs.

Figure 2 : Change in the total concentrations of the pesticides surveyed in the center of Lake Geneva (SHL2) between 2004 and 2008 at 4 depths.

L'évolution des concentrations du foramsulfuron (herbicide), due à des rejets industriels, montre que la situation, très inquiétante en 2005, s'est heureusement améliorée grâce à une réduction sensible des apports (BERNARD *et al.*, 2007, 2008 et 2009). La concentration moyenne en foramsulfuron se situe aujourd'hui aux alentours de 0.008 µg/L et a donc baissé d'un facteur 10 en l'espace de trois ans. Cette tendance se confirme également pour d'autres pesticides comme l'amidosulfuron, le métalaxyl ou le métolachlore, issus d'apports industriels.

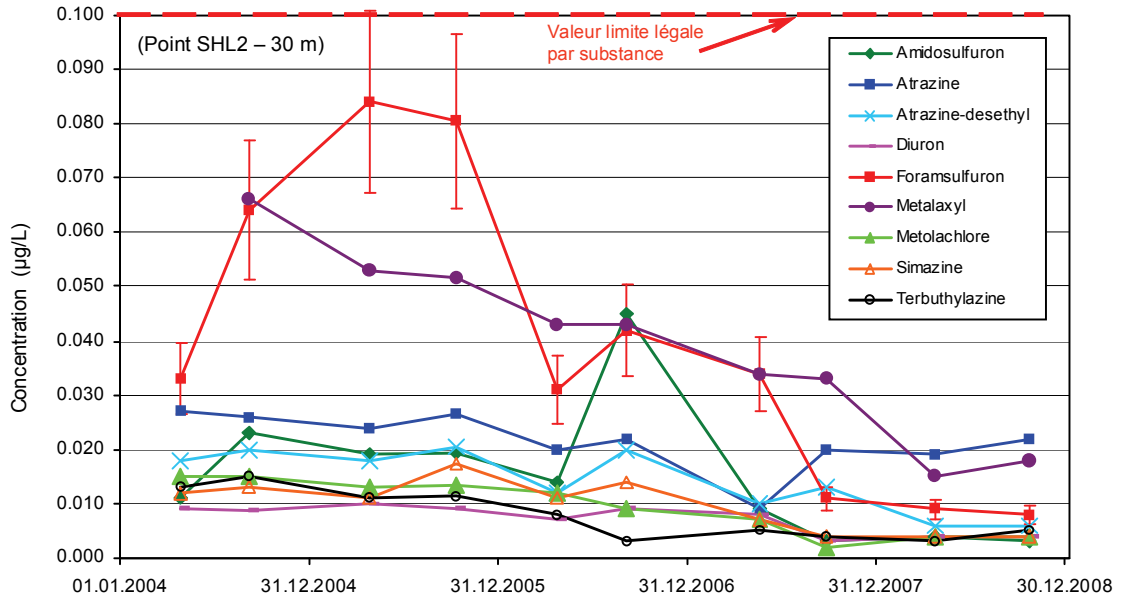


Figure 3 : Evolution des concentrations en divers pesticides au centre du Léman à 30 m (station SHL2) de 2004 à 2008.

Figure 3 : Change in the concentrations of some pesticide at 30 m in the center of Lake Geneva (SHL2) between 2004 and 2008.

Il est encourageant de constater que trois ans après l'alerte de la CIPEL, les mesures prises quant à la réduction des rejets par les industries ont été efficaces et ont conduit à une baisse très significative de la contamination du Léman.

Cependant, malgré une utilisation en nette régression des herbicides de la famille des triazines, ceux-ci restent encore décelables dans les eaux du lac. La présence du métolachlore fréquemment associé à l'atrazine dans la culture du maïs est également toujours observée.

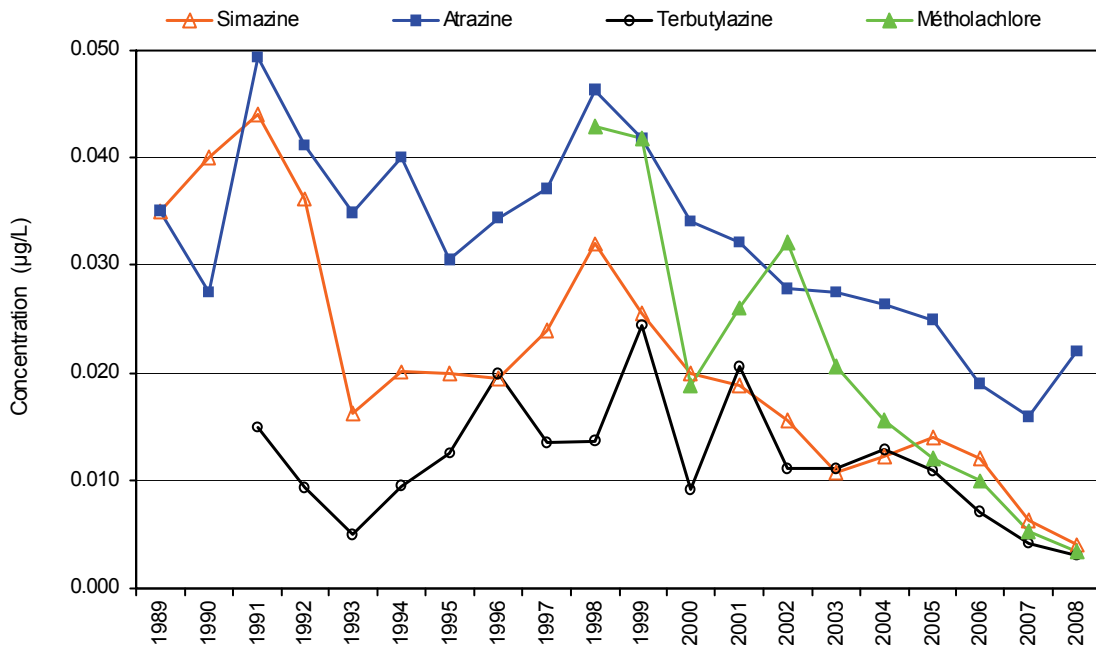


Figure 4 : Evolution des concentrations en moyennes annuelles en divers pesticides au centre du Léman (station SHL2) entre 1989 et 2008.

Figure 4 : Change in the mean annual concentrations of some pesticides in the center of Lake Geneva (SHL2) between 1989 and 2008.

Comme pour les rejets industriels, les efforts de sensibilisation des milieux agricoles montrent donc également leurs effets avec des concentrations à la baisse dans les eaux du Léman. Il conviendrait de confirmer cette tendance, notamment pour l'atrazine en fonction des interdictions mises en place.

Comme l'année précédente, toutes les concentrations mesurées sont inférieures à celles fixées pour une eau de boisson (0.1 µg/L par composé et 0.5 µg/L pour la somme des pesticides selon la Directive du Conseil des Communautés européennes - 1998 et l'Ordonnance suisse sur les substances étrangères et les composants, OSEC - 1995). L'Ordonnance suisse sur la protection des eaux (OEaux, 1998, annexe 1, chiffre 3b) stipule que "l'eau, les matières en suspension et les sédiments ne doivent pas contenir de substances de synthèse persistantes". Il faut relever que les exigences relatives à la qualité des eaux de cette ordonnance fixent la teneur en pesticides organiques à 0.1 µg/L par pesticide pour les cours d'eau. Cette concentration n'a pas de lien direct avec une éventuelle toxicité envers les organismes, mais se veut au moins aussi sévère que ce qui est exigé pour l'être humain (eau de boisson). En France, la directive 2008/105/CE du parlement européen et du conseil définit les "normes de qualité environnementale provisoires (NQE)" des 41 substances impliquées dans l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau et la circulaire 2007/23 du 7 mai 2007 précise des NQE provisoires pour des substances pertinentes du programme national de réduction des substances dangereuses dans l'eau. Ces normes, différentes selon les substances, sont respectées. Il n'y a pas de norme pour la somme des pesticides.

La situation dépeinte en 2005 s'est donc considérablement améliorée. Toutefois, il importe de rester vigilant, de maintenir les efforts pour sensibiliser tous les acteurs pouvant être responsables de rejets en produits phytosanitaires dans les eaux (milieux industriels, agriculture, usages urbains et jardins privés) et de constamment réactualiser les méthodes de suivi ainsi que les listes de substances à rechercher.

### 4.3 Médicaments (annexes 2 et 3, figure 5)

Depuis 2006, cinq principes actifs de médicaments ont été intégrés dans la méthode de suivi des pesticides. Il s'agit de la carbamazépine, de la mépivacaïne, la chlorprocaïne, la prilocaïne et la bupivacaïne. Les résultats détaillés des mesures réalisées en avril et octobre 2008 sont donnés en annexes 2 et 3.

L'origine de la présence de ces substances dans les eaux du lac provient d'une part de leur utilisation en médecine humaine et vétérinaire et, d'autre part, des rejets issus des industries qui les élaborent dans le bassin versant du Rhône en amont du lac (BERNARD *et al.*, 2007 ; BERNARD et ARNOLD, 2008 ; EDDER *et al.*, 2007, 2008). Comme pour les pesticides, des mesures ont été prises courant 2007 par l'Etat du Valais afin de diminuer les rejets dus aux industries. La figure 6 présente les teneurs mesurées dans le lac au point SHL2 depuis 2006 et montre qu'il y a une tendance à la baisse. Toutefois, il y a encore des apports assez importants dus aux rejets industriels (BERNARD et ARNOLD, 2009).

Comme pour le suivi des pesticides, la CIPEL a initié un inventaire des substances médicamenteuses utilisées dans le bassin versant suisse du Léman et en France sur la base d'une liste du CEMAGREF.

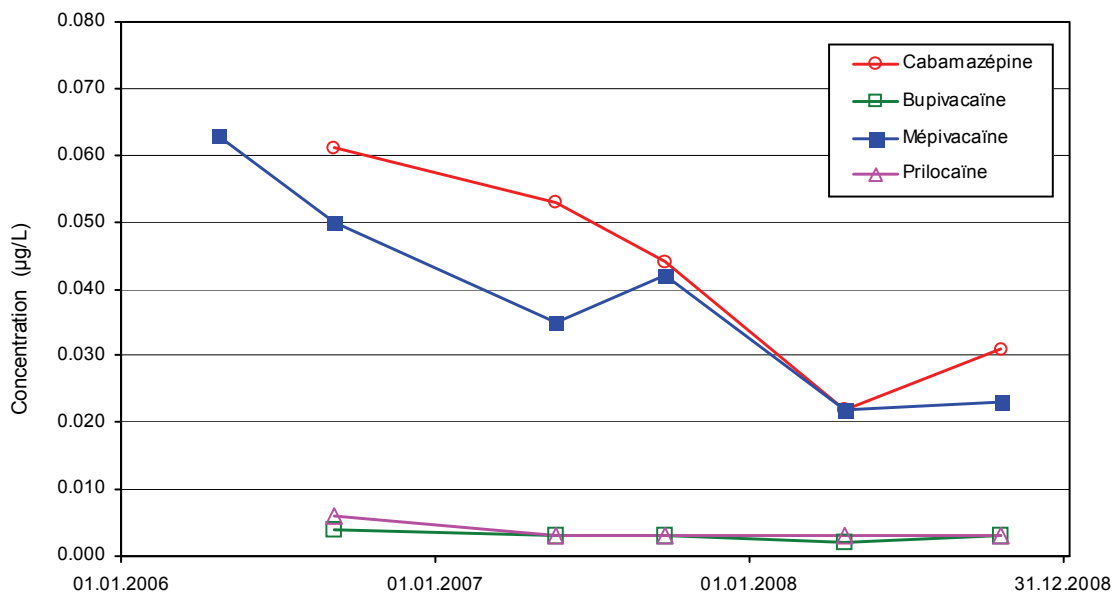


Figure 5 : Evolution des concentrations en mépivacaïne, carbamazépine, bupivacaïne et prilocaïne depuis 2006 au centre du Léman à 30 m (station SHL2).

Figure 5 : Change in mepivacaine, carbamazepine, bupivacaine and prilocaïne concentrations at 30 m since 2006 in the centre of Lake Geneva (SHL2).

## 5. CONCLUSIONS

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.

Les concentrations en pesticides dans le lac ont bien diminué. La teneur en foramsulfuron par exemple est aujourd'hui redescendue à des valeurs inférieures à la PNEC (Predicted no-effect concentration ; concentration prédite sans effet).

Plusieurs médicaments dont le lieu de production industrielle est situé sur le Rhône amont ont été mis en évidence. Pour ceux-ci, des actions sont en cours au niveau de l'industrie. Il est également impératif que les organes de contrôle se dotent des moyens nécessaires afin d'effectuer des contrôles sérieux de ces substances. Aujourd'hui, seules quelques-unes d'entre elles font l'objet d'analyses. De plus, les données écotoxicologiques dans ce domaine sont encore lacunaires, ce qui rend difficile toute évaluation fiable des risques encourus par les biocénoses.

## BIBLIOGRAPHIE

- BERNARD, M., ARNOLD, C., EDDER, P. et ORTELLI, D., (2007) : Micropolluants dans les eaux du Rhône. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 163-172.
- BERNARD, M. et ARNOLD, C. (2008) : Micropolluants dans les eaux du Rhône. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2007, 139-148.
- BERNARD, M. et ARNOLD, C. (2009) : Micropolluants dans les eaux du Rhône. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2008, 145-155.
- CIRCULAIRE 2007/23 du Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire du 07.05.2007.
- CORVI, C. (1984) : Métaux en traces. In : Le Léman, Synthèse 1957-1982, Ed. par Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Chapitre 3.2.11, Tableau 3 page 207.
- DIETRICH, D. (1995) : Kritische Beurteilung der ökotoxikologischen Aussagekraft von Schwermetallanalysen in Fischen aus schweizerischen Gewässern. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg., 86, 213-225.
- DIRECTIVE CE/98/83 du Conseil du 3 novembre 1998 - Journal officiel des Communautés européennes du 05.12.1998.
- DECISION 2002/657/CE de la Commission du 12 août 2002 portant modalités d'application de la directive 96/23/CE du Conseil en ce qui concerne les performances des méthodes d'analyse et l'interprétation des résultats. - Journal officiel des Communautés européennes du 17.8.2002.
- DIRECTIVE 2008/105/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau - Journal officiel des Communautés européennes du 24.12.2008.
- EDDER, P., ORTELLI, D., RAMSEIER, S. et CHÈVRE, N. (2007) : Métaux et micropolluants organiques. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 65-87.
- EDDER, P., ORTELLI, D., KLEIN, A. et RAMSEIER, S. (2008) : Métaux et micropolluants organiques dans les eaux et sédiments du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2007, 57-84.
- LAZZAROTTO, J., et RAPIN, F. (2009) : Evolution physico-chimique des eaux du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2008, 33-58.
- OEaux (1998) : Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des Eaux (état au 1er janv. 2008) (Suisse).
- OMS (2006) : "Guidelines for Drinking-water Quality", first addendum to third edition", 3rd edition. Organisation Mondiale de la Santé, Geneva.
- OSEC (1995) Ordonnance du DFI sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires du 26 juin 1995 (Etat le 1er janvier 2009)
- ORTELLI, D., EDDER, P. et CORVI, C. (2004) : Multiresidue analysis of 74 pesticides in fruits and vegetables by liquid chromatography-electrospray-tandem mass spectrometry. Anal. Chim. Acta, 520, 33-45.
- ORTELLI, D., EDDER, P. et COGNARD, E. (2006) : Recent advances in pesticides residues analysis in food and in environmental samples. Trav. Chim. Alim. Hyg., 97, 275-287
- SIGG, L. (1992) : Les métaux lourds dans les cours d'eau. Nouvelles de l'EAWAG, 32, 32-35.
- STRAWCZYNSKI, A. (2009) : Analyses comparatives interlaboratoires. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2008, 167-173.

**Produits phytosanitaires recherchés.  
Pesticides (crop treatments) surveyed.**

	Substance	Type	NumCAS	LQ [ $\mu\text{g/L}$ ]
1	Acetamidrid	Insecticide	135410-20-7	0.001
2	Acetochlor	Herbicide	34256-82-1	0.02
3	Acibenzolar-S-methyl	Régulateur croissance	135158-54-2	0.02
4	Aclonifen	Herbicide	74070-46-5	0.01
5	Alachlor	Herbicide	15972-60-8	0.005
6	Aldicarb	Insecticide	116-06-3	0.001
7	Aldicarb sulfoxide	Fongicide	1646-87-3	0.001
8	Aldoxycarb (Aldicarb sulfone)	Insecticide	1646-88-4	0.001
9	Amidosulfuron	Herbicide	120923-37-7	0.001
10	Amitrole	Herbicide	61-82-5	0.001
11	Asulam	Herbicide	3337-71-1	0.001
12	Atrazine	Herbicide	1912-24-9	0.001
13	Atrazine-2-hydroxy	Herbicide	2163-68-0	0.001
14	Atrazine-desethyl	Herbicide	6190-65-4	0.001
15	Atrazine-desethyl-2-hydroxy	Herbicide	19988-24-0	0.001
16	Atrazine-desethyl-desisopropyl	Herbicide	3397-62-4	0.001
17	Atrazine-desisopropyl	Herbicide	1007-28-9	0.001
18	Azaconazole	Fongicide	60207-31-0	0.001
19	Aziprotryne	Herbicide	4658-28-0	0.001
20	Azoxystrobin	Fongicide	131860-33-8	0.001
21	Benalaxyl	Fongicide	71626-11-4	0.001
22	Bendiocarb	Insecticide	22781-23-3	0.001
23	Benfuracarb	Insecticide	82560-54-1	0.02
24	Benodanil	Insecticide	15310-01-7	0.01
25	Benoxacor	Herbicide	98730-04-2	0.01
26	Bentazon	Herbicide	25057-89-0	0.001
27	Benthiavalicarb isopropyl	Fongicide	177406-68-7	0.001
28	Benzoximate	Acaricide	29104-30-1	0.005
29	Bifenox	Herbicide	42576-02-3	0.02
30	Bitertanol	Fongicide	55179-31-2	0.001
31	Boscalid (Nicobifen)	Fongicide	188425-85-6	0.001
32	Bromacil	Herbicide	314-40-9	0.001
33	Bromuconazole	Fongicide	116255-48-2	0.001
34	Bupirimate	Fongicide	41483-43-6	0.001
35	Buprofezin	Insecticide	69327-76-0	0.001
36	Butocarboxim	Insecticide	34681-10-2	0.001
37	Carbaryl	Insecticide	63-25-2	0.001
38	Carbendazim	Fongicide	10605-21-7	0.001
39	Carbofuran	Insecticide	1563-66-2	0.001
40	Carboxin	Fongicide	5234-68-4	0.001
41	Chlorbromuron	Herbicide	13360-45-7	0.001
42	Chlorfenapyr	Acaricide	122453-73-0	0.02
43	Chlorfluazuron	Insecticide	71422-67-8	0.001
44	Chloridazon	Herbicide	1698-60-8	0.001
45	Chlorotoluron	Herbicide	15545-48-9	0.001
46	Chloroxuron	Herbicide	1982-47-4	0.001
47	Clethodim	Herbicide	99129-21-2	0.001
48	Clodinafop-propargyl	Herbicide	105512-06-9	0.02
49	Clofentezine	Acaricide	74115-24-5	0.1
50	Clomazone	Herbicide	81777-89-1	0.001
51	Clopyralid	Herbicide	1702-17-6	0.1
52	Cloquintocet-mexyl ester	Herbicide	99607-70-2	0.001
53	Cyanazin	Herbicide	21725-46-2	0.001
54	Cyclosulfamuron	Herbicide	136849-15-5	0.001
55	Cycloxydim	Herbicide	101205-02-1	0.001
56	Cymoxanil	Fongicide	57966-95-7	0.001
57	Cyproconazole	Fongicide	113096-99-4	0.001
58	Cyprodinil	Fongicide	121552-61-2	0.001
59	Demeton-S-methyl	Insecticide	919-86-8	0.02
60	Demeton-S-methyl-sulfon	Insecticide	17040-19-6	0.02
61	Diafenthuron	Insecticide	80060-09-9	0.1
62	Dichlorprop-P	Herbicide	15165-67-0	0.02



	Substance	Type	NumCAS	LQ [ $\mu\text{g/L}$ ]
63	Diclobutrazol	Fongicide	75736-33-3	0.001
64	Dicrotophos	Insecticide	141-66-2	0.001
65	Diethofencarb	Fongicide	87130-20-9	0.02
66	Difenoconazol	Fongicide	119446-68-3	0.001
67	Difenoxyuron	Herbicide	14214-32-5	0.001
68	Diflubenzuron	Insecticide	35367-38-5	0.01
69	Diflufenican	Herbicide	83164-33-4	0.001
70	Dimefuron	Herbicide	34205-21-5	0.001
71	Dimethachlor	Herbicide	50563-36-5	0.001
72	Dimethenamid	Herbicide	87674-68-8	0.001
73	Dimethoate	Insecticide	60-51-5	0.001
74	Dimethomorph	Fongicide	110488-70-5	0.001
75	Dimetilan	Insecticide	644-64-4	0.001
76	Diniconazole	Fongicide	83657-24-3	0.001
77	Dinoseb	Herbicide	88-85-7	0.1
78	Dinoterb	Herbicide	1420-07-1	0.02
79	Dioxacarb	Insecticide	6988-21-2	0.001
80	Diphenylamine	Insecticide	122-39-4	0.1
81	Disulfoton	Insecticide	298-04-4	0.1
82	Diuron	Herbicide	330-54-1	0.001
83	Dodemorph	Fongicide	1593-77-7	0.005
84	Epoxiconazole	Fongicide	106325-08-0	0.001
85	Etaconazole	Fongicide	60207-93-4	0.001
86	Ethiofencarb	Insecticide	29973-13-5	0.001
87	Ethoxyquin	Fongicide	91-53-2	0.05
88	Ethoxysulfuron	Herbicide	126801-58-9	0.001
89	Fenamidone	Fongicide	161326-34-7	0.001
90	Fenamiphos	Nematicide	22224-92-6	0.001
91	Fenarimol	Fongicide	60168-88-9	0.001
92	Fenazaquin	Acaricide	120928-09-8	0.02
93	Fenbuconazole	Fongicide	114369-43-6	0.001
94	Fenhexamide	Fongicide	126833-17-8	0.001
95	Fenobucarb	Insecticide	3766-81-2	0.001
96	Fenoxycarb	Insecticide	79127-80-3	0.005
97	Fenpiclonil	Fongicide	74738-17-3	0.001
98	Fenpropathrin	Insecticide	64257-84-7	0.02
99	Fenpropidin	Fongicide	67306-00-7	0.005
100	Fenpropimorph	Fongicide	67564-91-4	0.001
101	Fenpyroximat	Acaricide	134098-61-6	0.01
102	Fenuron	Herbicide	101-42-8	0.001
103	Fipronil	Insecticide	120068-37-3	0.02
104	Flazasulfuron	Herbicide	104040-78-0	0.01
105	Florasulam	Herbicide	145701-23-1	0.005
106	Fluazifop-butyl	Herbicide	79241-46-6	0.001
107	Fluazinam	Fongicide	79622-59-6	0.001
108	Flucycloxuron	Acaricide	94050-52-9	0.02
109	Fludioxonil	Fongicide	131341-86-1	0.02
110	Flufenacet	Herbicide	142459-58-3	0.001
111	Flufenoxuron	Insecticide	101463-69-8	0.001
112	Fluoxastrobin	Fongicide	193740-76-0	0.001
113	Flupyrsulfuron-methyl sodium	Herbicide	144740-54-5	0.01
114	Fluquinconazole	Fongicide	136426-54-5	0.02
115	Fluroxypyr	Herbicide	69377-81-7	0.005
116	Flurprimidol	Herbicide	56425-91-3	0.001
117	Flurtamone	Herbicide	96525-23-4	0.001
118	Flusilazole	Fongicide	85509-19-9	0.001
119	Flutolanil	Fongicide	66332-96-5	0.001
120	Flutriafol	Fongicide	76674-21-0	0.001
121	Foramsulfuron	Herbicide	173159-57-4	0.001
122	Fuberidazole	Fongicide	003878-19-1	0.001
123	Furalaxyl	Fongicide	57646-30-7	0.001
124	Furathiocarb	Insecticide	65907-30-4	0.001
125	Haloxypop-methyl	Herbicide	69806-40-2	0.001
126	Hexaconazole	Fongicide	79983-71-4	0.001
127	Hexaflumuron	Insecticide	86479-06-3	0.001
128	Hexythiazox	Acaricide	78587-05-0	0.02

	Substance	Type	NumCAS	LQ [µg/L]
129	Imazalil	Fongicide	35554-44-0	0.001
130	Imidacloprid	Insecticide	105827-78-9	0.005
131	Indoxacarb	Insecticide	173584-44-6	0.02
132	Iodosulfuron-methyl	Herbicide	185119-76-0	0.001
133	Ioxynil	Herbicide	1689-83-4	0.001
134	Iprovalicarb	Fongicide	140923-17-7	0.05
135	Isazophos	Insecticide	42509-80-8	0.001
136	Isoproturon	Herbicide	34123-59-6	0.001
137	Lenacil	Herbicide	2164-08-1	0.001
138	Linuron	Herbicide	330-55-2	0.001
139	Lufenuron	Insecticide	103055-07-8	0.001
140	Mandipropamid	Fongicide	374726-62-2	0.001
141	MCPA	Herbicide	94-74-6	0.02
142	MCPB	Herbicide	94-81-5	0.1
143	Mecarbam	Insecticide	2595-54-2	0.1
144	Mecoprop	Herbicide	7085-19-0	0.02
145	Mepanipyrim	Fongicide	110235-47-7	0.001
146	Metalaxyl	Fongicide	57837-19-1	0.02
147	Metamitron	Herbicide	41394-05-2	0.001
148	Metconazole	Fongicide	125116-23-6	0.001
149	Methabenzthiazuron	Herbicide	18691-97-9	0.001
150	Methiocarb	Insecticide	2032-65-7	0.001
151	Methomyl	Insecticide	16752-77-5	0.001
152	Methoxyfenozide	Insecticide	161050-58-4	0.001
153	Metobromuron	Herbicide	3060-89-7	0.001
154	Metolachlor	Herbicide	51218-45-2	0.001
155	Metolcarb	Insecticide	1129-41-5	0.01
156	Metosulam	Herbicide	139528-85-1	0.001
157	Metoxuron	Herbicide	19937-59-8	0.001
158	Metribuzin	Herbicide	21087-64-9	0.001
159	Metsulfuron-methyl	Herbicide	74223-64-6	0.001
160	Monocrotophos	Insecticide	6923-22-4	0.001
161	Monolinuron	Herbicide	1746-81-2	0.001
162	Monuron	Herbicide	150-68-5	0.001
163	Myclobutanil	Fongicide	88671-89-0	0.001
164	Napropamide	Herbicide	15299-99-7	0.001
165	Neburon	Herbicide	555-37-3	0.001
166	Nicosulfuron	Herbicide	111991-09-4	0.005
167	Norflurazon	Herbicide	27314-13-2	0.001
168	Nuarimol	Fongicide	63284-71-9	0.001
169	Omethoate	Insecticide	1113-02-6	0.02
170	Orbencarb	Herbicide	34622-58-7	0.01
171	Orthosulfamuron	Herbicide	213464-77-8	0.02
172	Oryzalin	Herbicide	19044-88-3	0.001
173	Oxadiazon	Herbicide	19666-30-9	0.001
174	Oxadixyl	Fongicide	77732-09-3	0.001
175	Oxamyl	Insecticide	23135-22-0	0.02
176	Oxydemeton-methyl	Insecticide	301-12-2	0.001
177	Paclobutrazol	Regul. croiss.	76738-62-0	0.001
178	Penconazole	Fongicide	66246-88-6	0.001
179	Pencycuron	Fongicide	66063-05-6	0.001
180	Pendimethalin	Herbicide	40487-42-1	0.01
181	Phenmedipham	Herbicide	13684-63-4	0.005
182	Phenthoat	Insecticide	2597-03-7	0.02
183	Phosalone	Insecticide	2310-17-0	0.001
184	Picoxystrobin	Fongicide	117428-22-5	0.001
185	Pirimicarb	Insecticide	23103-98-2	0.001
186	Pretilachlor	Herbicide	51218-49-6	0.001
187	Prochloraz	Fongicide	67747-09-5	0.001
188	Promecarb	Insecticide	2631-37-0	0.001
189	Prometryn	Herbicide	7287-19-6	0.001
190	Propachlor	Herbicide	1918-16-7	0.001
191	Propamocarb	Fongicide	24579-73-5	0.001
192	Propanil	Herbicide	709-98-8	0.001
193	Propaquizafop	Herbicide	111479-05-1	0.02
194	Propargite	Acaricide	2312-35-8	0.01

	Substance	Type	NumCAS	LQ [ $\mu\text{g/L}$ ]
195	Propazine	Herbicide	139-40-2	0.001
196	Propetamphos	Insecticide	31218-83-4	0.02
197	Propham	Herbicide	122-42-9	0.001
198	Propiconazole	Fongicide	60207-90-1	0.001
199	Propoxur	Insecticide	114-26-1	0.001
200	Propoxycarbazone-sodium	Herbicide	181274-15-7	0.01
201	Propyzamide	Herbicide	23950-58-5	0.001
202	Proquinazid	Fongicide	189278-12-4	0.005
203	Prosulfocarb	Herbicide	52888-80-9	0.001
204	Pymetrozine	Insecticide	123312-89-0	0.001
205	Pyraclostrobin	Fongicide	175013-18-0	0.001
206	Pyridaben	Insecticide	96489-71-3	0.01
207	Pyrifenox	Fongicide	88283-41-4	0.001
208	Pyriftalid	Herbicide	135186-78-6	0.001
209	Pyrimethanil	Fongicide	53112-28-0	0.001
210	Pyriproxyfen	Insecticide	95737-68-1	0.005
211	Quizalofop-P-Ethyl	Herbicide	100646-51-3	0.01
212	Secbumeton	Herbicide	26259-45-0	0.001
213	Simazine	Herbicide	122-34-9	0.001
214	Simazine-2-hydroxy	Herbicide	2599-11-3	0.001
215	Spinosad	Insecticide	168316-95-8	0.01
216	Spirodiclofen	Acaricide	148477-71-8	0.02
217	Spiroxamine	Fongicide	118134-30-8	0.005
218	Sulfometuron-methyl	Herbicide	74222-97-2	0.001
219	Sulfosulfuron	Herbicide	141776-32-1	0.01
220	Tebuconazole	Fongicide	107534-96-3	0.001
221	Tebufenozide	Insecticide	112410-23-8	0.05
222	Tebufenpyrad	Acaricide	119168-77-3	0.001
223	Tebutam	Herbicide	35256-85-0	0.001
224	Teflubenzuron	Insecticide	83121-18-0	0.001
225	Tepraloxdim	Herbicide	149979-41-9	0.001
226	Terbacil	Herbicide	5902-51-2	0.02
227	Terbufos	Insecticide	13071-79-9	0.01
228	Terbumeton	Herbicide	33693-04-8	0.001
229	Terbutylazine	Herbicide	5915-41-3	0.001
230	Terbutylazine-2-hydroxy	Herbicide	66753-07-9	0.001
231	Terbutylazine-desethyl	Herbicide	30125-63-4	0.001
232	Terbutryn	Herbicide	886-50-0	0.001
233	Tetraconazole	Fongicide	112281-77-3	0.001
234	Thiabendazole	Fongicide	148-79-8	0.001
235	Thiacloprid	Insecticide	111988-49-9	0.001
236	Thiamethoxam	Insecticide	153719-23-4	0.02
237	Thifensulfuron-methyl	Herbicide	79277-27-3	0.001
238	Thiobencarb	Herbicide	28249-77-6	0.001
239	Thiocyclam hydrogen oxalate	Insecticide	31895-22-4	0.02
240	Thiodicarb	Insecticide	59669-26-0	0.001
241	Thiofanox	Insecticide	39196-18-4	0.001
242	Thiophanate ethyl	Fongicide	23564-06-9	0.1
243	Thiophanate methyl	Fongicide	23564-05-8	0.1
244	Tolclofos-methyl	Fongicide	57018-04-9	0.1
245	Triadimefon	Fongicide	43121-43-3	0.001
246	Triadimenol	Fongicide	55219-65-3	0.001
247	Triasulfuron	Herbicide	82097-50-5	0.001
248	Tribenuron-methyl	Herbicide	101200-48-0	0.02
249	Triclopyr	Herbicide	55335-06-3	0.1
250	Tricyclazole	Fongicide	41814-78-2	0.001
251	Trifloxystrobin	Fongicide	141517-21-7	0.001
252	Trifloxysulfuron	Herbicide	145099-21-4	0.001
253	Triflumizole	Fongicide	68694-11-1	0.001
254	Triflumuron	Insecticide	64628-44-0	0.001
255	Triforine	Fongicide	26644-46-2	0.01
256	Trinexapac-ethyl	Herbicide	95266-40-3	0.001
257	Vamidothion	Insecticide	2275-23-2	0.001

Produits phytosanitaires décelés dans le Léman à SHL2, prélèvement du 21 avril 2008.  
Pesticides detected in the Lake Geneva at SHL2, sampling of 21 April 2008.

ANNEXE 2

Concentration en µg/L		21.04.2008	21.04.2008	21.04.2008	21.04.2008
Pesticides	Type	1 m	30 m	100 m	305 m
Amidosulfuron	Herbicide	0.003	0.004	0.006	0.006
Atrazine	Herbicide	0.019	0.019	0.020	0.024
Atrazine-2-hydroxy	Herbicide	0.003	0.003	0.004	0.006
Atrazine-desethyl	Herbicide	0.004	0.006	0.006	0.011
Atrazine-desethyl-2-hydroxy	Herbicide				0.001
Atrazine-desethyl-desisopropyl	Herbicide	0.003			
Atrazine-desisopropyl	Herbicide		0.005	0.004	0.007
Carboxin	Fongicide			0.001	0.002
Chlorotoluron	Herbicide	0.002	0.003	0.004	0.004
Cyproconazole	Fongicide	0.002	0.003	0.003	0.004
Cyprodinil	Fongicide	0.001	0.001	0.001	0.001
Difenoconazol	Fongicide			0.001	
Dimethachlor	Herbicide		0.001	0.002	0.002
Diuron	Herbicide	0.003	0.004	0.005	0.004
Ethoxysulfuron	Herbicide	0.001	0.001	0.001	0.001
Fenarimol	Fongicide	0.001	0.002	0.004	0.003
Flurprimidol	Rég. croiss.			0.001	0.001
Foramsulfuron	Herbicide	0.008	0.009	0.013	0.021
Furalaxyl	Fongicide		0.001	0.001	0.001
Iodosulfuron-methyl	Herbicide	0.002	0.001	0.002	0.002
Isoproturon	Herbicide	0.001	0.001	0.002	0.002
Linuron	Herbicide			0.001	0.001
Mecoprop	Herbicide		0.001	0.002	0.002
Mepanipyrim	Fongicide				0.001
Metalaxyl	Fongicide	0.011	0.015	0.013	0.025
Metobromuron	Herbicide	0.001	0.002	0.003	0.004
Metolachlor	Herbicide	0.002	0.004	0.005	0.006
Metribuzin	Herbicide		0.002		
Monolinuron	Herbicide	0.002	0.003	0.004	0.005
Monuron	Herbicide			0.001	0.001
Oxadiazon	Herbicide	0.005	0.005	0.006	0.006
Penconazole	Fongicide			0.001	0.001
Prometryn	Herbicide	0.001	0.002	0.002	0.003
Propiconazole	Fongicide	0.002	0.003	0.003	0.004
Propyzamide	Herbicide		0.001	0.001	0.001
Pymetrozine	Insecticide	0.001		0.002	0.002
Secbumeton	Herbicide		0.001	0.001	0.001
Simazin	Herbicide	0.002	0.004	0.004	0.007
Simazine-2-hydroxy	Herbicide		0.001	0.001	0.001
Terbumeton	Herbicide		0.001	0.001	0.001
Terbuthylazine	Herbicide	0.002	0.003	0.004	0.005
Terbuthylazine-2-hydroxy	Herbicide	0.003	0.005	0.007	0.008
Terbuthylazine-desethyl	Herbicide	0.002	0.003	0.005	0.005
Terbutryn	Herbicide	0.001	0.001	0.001	0.001
Trifloxystrobine	Fongicide				0.001
DDE-op'	Insecticide	0.024	0.007	0.005	0.010
DDE-pp'	Insecticide	0.036	0.010	0.012	0.022
<b>Somme des pesticides</b>		0.148	0.138	0.166	0.227
Médicaments	Type	1 m	30 m	100 m	305 m
Bupivacaine	Anesthésiant	0.001	0.002	0.002	0.003
Carbamazépin	Anti-épilept	0.016	0.022	0.022	0.035
Mepivacaine	Anesthésiant	0.015	0.022	0.019	0.035
Prilocaine	Anesthésiant	0.002	0.003	0.002	0.005

Produits phytosanitaires décelés dans le Léman à SHL2, prélèvement du 20 octobre 2008.  
Pesticides detected in the Lake Geneva at SHL2, sampling of 20 October 2008.

ANNEXE 3

Concentration en µg/L		20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008
Pesticides	Type	1 m	30 m	100 m	305 m
Amidosulfuron	Herbicide	0.003	0.003	0.001	0.002
Atrazine	Herbicide	0.023	0.022	0.022	0.027
Atrazine-2-hydroxy	Herbicide	0.002	0.004	0.004	0.005
Atrazine-desethyl	Herbicide	0.005	0.006	0.006	0.007
Atrazine-desisopropyl	Herbicide	0.004	0.005	0.004	0.005
Azoxystrobin	Fongicide	0.001			
Carbendazim	Fongicide	0.001	0.001		
Carboxin	Fongicide				0.001
Chlorotoluron	Herbicide	0.002	0.004	0.001	0.003
Cyproconazole	Fongicide	0.002	0.003	0.001	0.001
Cyprodinil	Fongicide	0.001	0.000		
Dimethachlor	Herbicide	0.001	0.002	0.001	0.001
Diuron	Herbicide	0.003	0.004	0.001	0.002
Ethoxysulfuron	Herbicide	0.001			0.001
Fenarimol	Fongicide		0.002	0.001	0.001
Fenuron	Herbicide	0.001	0.001	0.000	0.001
Foramsulfuron	Herbicide	0.009	0.008	0.008	0.013
Furalaxyl	Fongicide	0.001	0.001		0.001
Iodosulfuron-methyl	Herbicide	0.002	0.002		0.001
Iprovalicarb	Fongicide	0.001			
Isoproturon	Herbicide	0.001	0.003	0.001	0.001
Metalaxyl	Fongicide	0.009	0.018	0.019	0.025
Metobromuron	Herbicide	0.000	0.003		
Metolachlor	Herbicide	0.002	0.004	0.001	0.003
Monolinuron	Herbicide	0.002	0.002		0.002
Orthosulfamuron	Herbicide	0.000	0.001		
Penconazole	Fongicide	0.001	0.001		
Prometryn	Herbicide	0.001	0.002	0.001	0.001
Propiconazole	Fongicide	0.002	0.003	0.001	0.002
Pymetrozine	Insecticide	0.002	0.003	0.001	0.001
Secbumeton	Herbicide		0.001		
Simazin	Herbicide	0.002	0.004	0.004	0.005
Simazine-2-hydroxy	Herbicide	0.000	0.001		0.001
Tebuconazole	Fongicide	0.000	0.001		
Terbumeton	Herbicide	0.000	0.001		0.001
Terbuthylazine	Herbicide	0.003	0.005	0.001	0.002
Terbuthylazine-2-hydroxy	Herbicide	0.003	0.005	0.001	0.003
Terbuthylazine-desethyl	Herbicide	0.005	0.003		0.002
Terbutryn	Herbicide	0.001	0.001		0.001
Somme des pesticides		0.097	0.130	0.080	0.122
<b>Médicaments</b>					
Médicaments	Type	1 m	30 m	100 m	305 m
Bupivacaïne	Anesthésiant	0.001	0.003	0.002	0.004
Carbamazépin	Anti-épilept	0.016	0.031	0.028	0.034
Chloroprocaine	Anesthésiant	0.001	0.000	0.000	0.000
Mepivacaïne	Anesthésiant	0.009	0.023	0.026	0.028
Prilocaine	Anesthésiant	0.002	0.003	0.003	0.002