

MÉTAUX ET MICROPOLLUANTS ORGANIQUES DANS LES RIVIÈRES ET LES EAUX DU LÉMAN

METALS AND ORGANIC MICROPOLLUTANTS IN RIVERS AND GENEVA LAKE WATERS

Campagne 2009

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.

La recherche de produits phytosanitaires dans les eaux du lac s'est poursuivie et a été complétée cette année par une recherche élargie des résidus de 107 médicaments. Parmi ceux-ci, 16 substances ont été rajoutées à la méthode d'analyse sur la base des données issues de Medicbase. Parmi les nouvelles substances recherchées, deux tiers ont été retrouvés dans les rivières ou le Léman, ce qui confirme l'intérêt de l'approche théorique pour mieux cibler les micropolluants potentiellement problématiques pour le bassin versant lémanique. Des études complémentaires devront être menées afin d'évaluer au mieux les risques liés à ces nouveaux polluants.

Aucune baisse significative des concentrations en produits phytosanitaires n'a pu être constatée cette année malgré les efforts consentis par les industriels du bassin versant lémanique.

Des concentrations importantes en nonylphénols ont également été mises en évidence et montrent que bien que ces composés soient interdits d'utilisation depuis 2005, on les retrouve toujours dans l'environnement. De plus, dans un des prélèvements, la valeur de PNEC était largement dépassée.

Un bilan définitif sur ce programme étendu de recherche de micropolluants et notamment des substances médicamenteuses sera réalisé lorsque les résultats de la seconde série de prélèvements du printemps 2010 seront arrivés.

ABSTRACT

The levels of heavy metals in the water of Lake Geneva remain low, and fully meet the requirements for drinking water.

The search for pesticides in the lake has continued and was completed this year by a large survey of 107 drug residues. Of these, 16 substances were added to the method of analysis based on data from Medicbase. Among the new substances investigated, two thirds were found in rivers or in the lake which confirms the interest of the theoretical approach to better target potentially problematic micropollutants for the basin of Lake Geneva. Further studies should be conducted to better evaluate the risks associated with these new pollutants.

No significant decrease in concentrations of pesticides has been established this year despite efforts by the industrials.

High concentrations of nonylphenols were also highlighted and shows that although these compounds are banned from use since 2005, they are always present in the environment. Moreover, in one sample, the PNEC value was greatly exceeded.

A final statement on this extensive research program of micropollutants including drug substances will be realized when the results of the second series of the spring 2010 sampling campaign have arrived.

1. INTRODUCTION

La présence de micropolluants dans les eaux du bassin versant lémanique et du lac est une préoccupation majeure de la CIPEL. Comme chaque année, la CIPEL a réalisé un programme d'analyses pour la recherche de micropolluants sur le lac, car ce dernier représente un milieu stable (intégrant la pollution) et adéquat pour une bonne visualisation des pollutions. Un programme complémentaire a également été réalisé sur les pollutions des rivières, même si celles-ci sont beaucoup plus ponctuelles et nécessiteraient un suivi de fréquence accrue sur une période de temps étendue. Ces travaux sont complémentaires à ceux menés de manière plus systématique par les cantons ou les autorités régionales françaises.

Pour le programme complémentaire, la recherche de micropolluants ne s'est pas limitée aux produits phytosanitaires mais a été complétée par le dosage de médicaments et de perturbateurs endocriniens.

2. ÉCHANTILLONNAGE (figure 1, Tableau 1)

Pour la surveillance de base des teneurs des eaux du Léman en métaux lourds et en produits phytosanitaires, les échantillons ont été prélevés au centre du Léman, à la station SHL2 (figure 1), les 8 avril et 9 septembre 2009 (LAZZAROTTO et RAPIN, 2010).

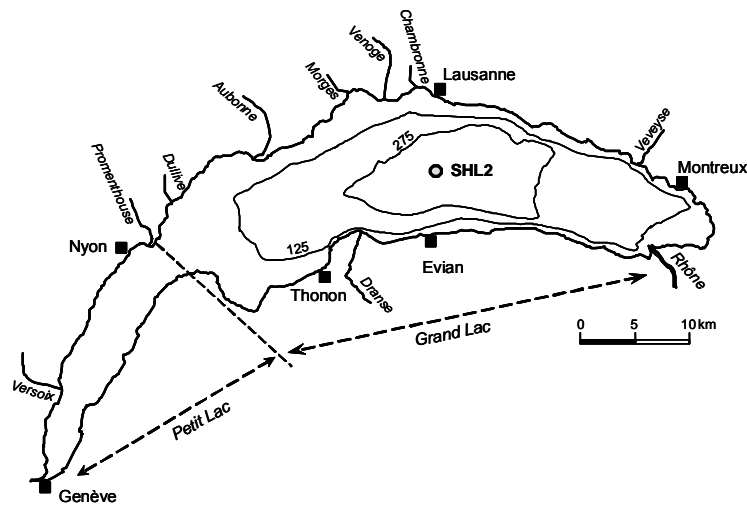


Figure 1 : Situation du point de prélèvement - station SHL2.

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

Pour le programme complémentaire, les prélèvements ont été effectués à la station SHL2 pour le lac et dans 9 rivières du bassin lémanique selon le tableau 1. Pour les rivières, il s'agissait de prélèvements moyens sur 8h ou 24h à l'exception du prélèvement Rhône-émissaire.

Tableau 1 : Données des prélèvements pour le programme complémentaire lac et rivières.

Table 1 : Sampling informations for the complementary program lake and rivers.

No	Lieu de prélèvement	Date de prélèvement	Type de prélèvement	Débit (m ³ /sec)	Préleveur
CIPEL 1	Lac - SHL2 - 1 m	16.11.2009	Ponctuel	-	INRA
CIPEL 2	Lac - SHL2 - 30 m	16.11.2009	Ponctuel	-	INRA
CIPEL 3	Lac - SHL2 - 100 m	16.11.2009	Ponctuel	-	INRA
CIPEL 4	Lac - SHL2 - 305 m	16.11.2009	Ponctuel	-	INRA
CIPEL 5	Dranse	16.11.09 - 17.11.09	24 heures, proportionnel au temps	3.7	INRA
CIPEL 6	Rhône Porte du Scex	16.11.09 - 17.11.09	24 heures, proportionnel au temps	112	SPE - VS
CIPEL 7	Venoge	16.11.09 - 17.11.09	24 heures, proportionnel au temps	2.1	SESA - VD
CIPEL 8	Boiron de Morges	16.11.09 - 17.11.09	24 heures, proportionnel au temps	0.033	SESA - VD
CIPEL 9	Rhône émissaire	17.11.09	Ponctuel	122	SECOE - GE
CIPEL 10	Arve - Etrebières	16.11.09 - 17.11.09	24 heures, proportionnel au temps	58.5	SECOE - GE
CIPEL 11	Arve - Jonction	16.11.09 - 17.11.09	24 heures, proportionnel au temps	60.8	SECOE - GE
CIPEL 12	Rhône - Chancy	17.11.09	8 heures, proportionnel au temps	193	SECOE - GE
CIPEL 13	Morges (VD)	16.11.09 - 17.11.09	24 heures proportionnel au temps	0.134	SESA - VD

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 08.04.2009 : mélange des niveaux 1 - 30 m et 200 - 305 m
campagne du 09.09.2009 : mélange des niveaux 1 - 30 m et 200 - 305 m

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

- **micropolluants organiques** : campagne du 08.04.2009 : mélange des niveaux 1 - 30 m et 200 - 305 m
campagne du 09.09.2009 : mélange des niveaux 1 - 30 m et 200 - 305 m.

3.1 Analyses chimiques

Métaux

Les analyses de métaux sont effectuées par le Service de consommation et des affaires vétérinaires (SCAV) de Genève. Le dosage s'effectue 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 a été effectuée par le SCAV de Genève. Les eaux brutes 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). Comme en 2008, la méthode d'analyse des pesticides dans les eaux comprenait 262 substances, soit 110 herbicides, 147 fongicides, insecticides, acaricides et autres ainsi que 5 médicaments. La liste des pesticides recherchés ainsi que les limites de quantification sont données en annexe 1. Cette liste tient compte des substances les plus couramment utilisées en agriculture (données Pestibase) ainsi que celles synthétisées ou formulées sur les sites industriels situés dans le bassin versant du Rhône valaisan. Comme les années précédentes, 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.

Médicaments, inhibiteurs de corrosion et perturbateurs endocriniens

Pour le programme complémentaire lac et rivières, les analyses de médicaments, d'inhibiteurs de corrosion et de quelques perturbateurs endocriniens ont été effectuées au laboratoire Technologie Zentrum Wasser (TZW) à Karlsruhe. Les analyses sont effectuées avec une méthodologie très similaire à celle appliquée pour les pesticides. Après pré-concentration d'un volume d'eau de 500 mL sur un support d'extraction sur phase solide, les extraits sont analysés par HPLC/MS-MS. Par rapport aux analyses effectuées en 2005 (EDDER et al., 2006), la liste des substances recherchées a été complétée et comprend actuellement 107 substances (voir annexe 4). Notamment, les données issues de MedicBase ont permis de cibler spécifiquement des substances problématiques pour le bassin versant du Léman.

Triclosan et 4-nonylphénols

Le laboratoire du Service cantonal de protection de l'environnement à Neuchâtel (SPE-NE) a effectué la recherche du Triclosan ainsi que des isomères 4-nonylphenols (identiques à ceux recherchés par le laboratoire TZW). Après pré-concentration, les extraits sont analysés par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS).

3.2 Contrôles

L'ensemble des laboratoires ayant participé aux analyses sont accrédités selon les prescriptions des normes ISO/CEI 17025:2005 pour les laboratoires d'essai. Cela implique la mise en place d'une assurance qualité, que les bonnes pratiques professionnelles sont appliquées et que tout est mis en œuvre pour que la qualité des résultats soit garantie. La qualité, principalement pour les pesticides, est également 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 2009 par la CIPEL font l'objet du rapport de STRAWCZYNSKI (2010).

4. MICROPOLLUANTS DANS LES EAUX DU LÉMAN

4.1 Métaux (Tableaux 2 et 3)

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

Tableau 2 : Campagne du 8 avril 2009. Léman - Grand Lac (Station SHL 2).
Table 2 : Survey done on April 8, 2009. Lake Geneva - Grand Lac (SHL 2).

Profondeur (m)	Plomb (µg/L)	Cadmium (µg/L)	Chrome (µg/L)	Cuivre (µg/L)	Mercure (µg/L)
mélange 1 et 30 m	< 0.5	< 0.02	< 0.1	< 1.0	< 0.1
mélange 200 et 305 m	< 0.5	< 0.02	< 0.1	< 1.0	< 0.1

Tableau 2 : Campagne du 9 septembre 2009. Léman - Grand Lac (Station SHL 2).
Table 2 : Survey done on September 9, 2009. Lake Geneva - Grand Lac (SHL 2).

Profondeur (m)	Plomb (µ/L)	Cadmium (µg/L)	Chrome (µg/L)	Cuivre (µg/L)	Mercure (µg/L)
mélange 1 et 30 m	< 0.5	< 0.02	0.2	< 1.0	< 0.1
mélange 200 et 305 m	< 0.5	< 0.02	0.1	1.0	< 0.1

RÉFÉRENCES POUR L'EAU POTABLE :

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

- ¹ = Organisation Mondiale de la Santé, "Guidelines for Drinking-water Quality", 3rd edition Geneva 2006.
- ² = Teneurs totales.
- ³ = Mercure inorganique.
- ⁴ = Directive 98/83/CE DU CONSEIL du 3 novembre 1998 - Journal officiel des Communautés européennes du 05.12.1998.
- ⁵ = Ordonnance sur les Substances Etrangères et les Composants dans les denrées alimentaires (OSEC, 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).
- ⁶ = 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 ⁷	10	0.2	5	5	0.03
dissous	1	0.05	2 ⁸	2	0.01

- ⁷ = 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.
- ⁸ = 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 ⁹	0.15 ⁹	3.4 ¹⁰	1.4 ¹⁰	0.05 ⁹

- 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) (Annexes 1,2 et 3; figures 2 et 3)

Léman

La tendance à la baisse des concentrations en résidus phytosanitaires observée entre 2004 et 2008 (BERNARD et al., 2007 ; BERNARD et ARNOLD, 2008 ; EDDER et al., 2007 et 2008) ne se poursuit pas. Les résultats de l'année 2009 montrent une certaine stabilisation des concentrations mesurées. Les mesures urgentes prises par les entreprises chimiques valaisannes dès 2006 concernant les rejets industriels ont eu des effets significatifs mais atteignent leurs limites. Les résultats détaillés des campagnes de mesures réalisées en avril et septembre 2009 sont donnés en annexe 2.

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 2004-2009. Les teneurs moyennes en pesticides totaux qui avaient augmenté de 2004 à 2005, ont diminué de manière importante jusqu'en 2008 et semblent aujourd'hui se stabiliser aux environs de 0.15 µg/L. Rappelons que la législation (en Suisse comme en France) fixe une valeur maximale à 0.5 µg/L pour les eaux de boisson. Cette situation est donc satisfaisante du point de vue de la santé publique puisque la réglementation est respectée. Toutefois, il faut rester prudent ; il manque encore des données sur de nombreuses substances issues de l'agriculture, des industries, des jardins privés et des utilisations urbaines qui ne sont par ailleurs pas suivies dans le programme de base. De plus, l'évolution des pratiques agricoles et notamment l'abandon d'anciennes substances au profit de nouvelles molécules plus actives et par conséquent utilisées en quantités plus faibles ne permet pas de conclure qu'une concentration totale en pesticides plus faible est synonyme d'une diminution des effets écotoxicologiques de ces micropolluants sur le milieu.

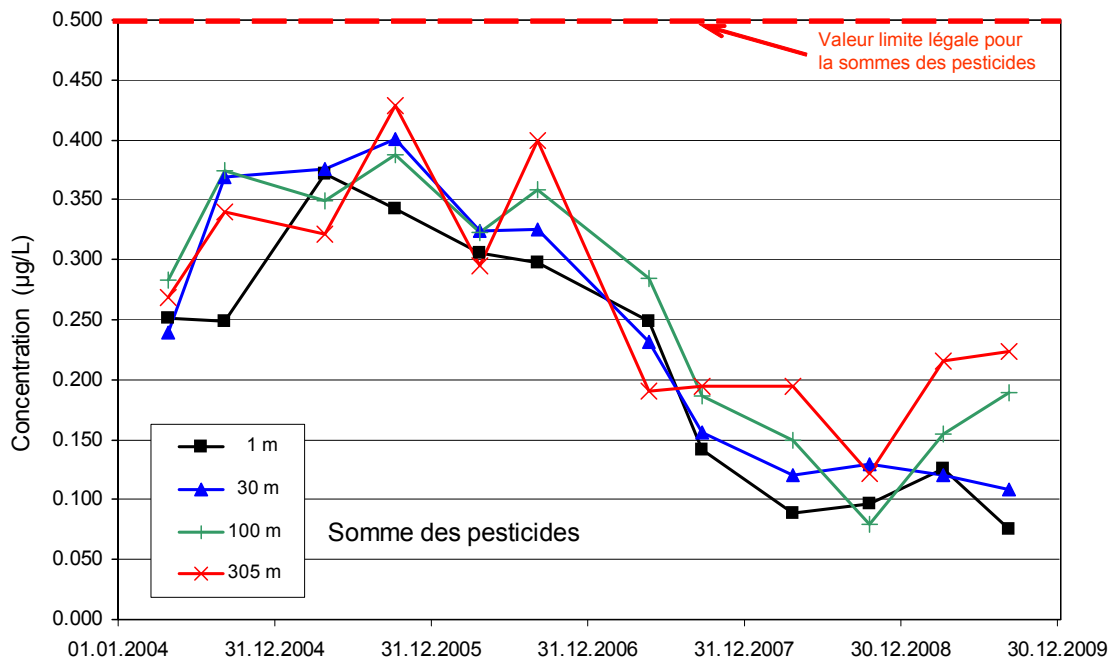


Figure 2 : Evolution des concentrations en pesticides totaux recherchés au centre du Léman (station SHL2) de 2004 à 2009 pour 4 profondeurs.

Figure 2 : Change in the total concentrations of the pesticides surveyed in the center of Lake Geneva (SHL2) between 2004 and 2009 at 4 depths.

Parmi les 257 substances recherchées, 51 ont été détectées dans le lac au moins à l'une des profondeurs lors de l'échantillonnage d'avril ou de septembre. Par rapport aux années précédentes, aucune nouvelle substance n'a été décelée en concentration significative. Les substances que l'on retrouve en plus grande concentration restent celles de la famille des triazines ainsi que certains composés issus majoritairement des rejets industriels tels que le foramsulfuron ou le métalaxyl.

L'évolution des concentrations de ces substances de 2004 à 2009 est illustrée à la figure 3. A l'image de la concentration en pesticides totaux, on observe une stabilisation des teneurs mesurées depuis 2008.

Comme l'année précédente, toutes les concentrations individuelles mesurées sont inférieures à celles fixées pour une eau de boisson (0.1 µg/L par composé).

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. 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.

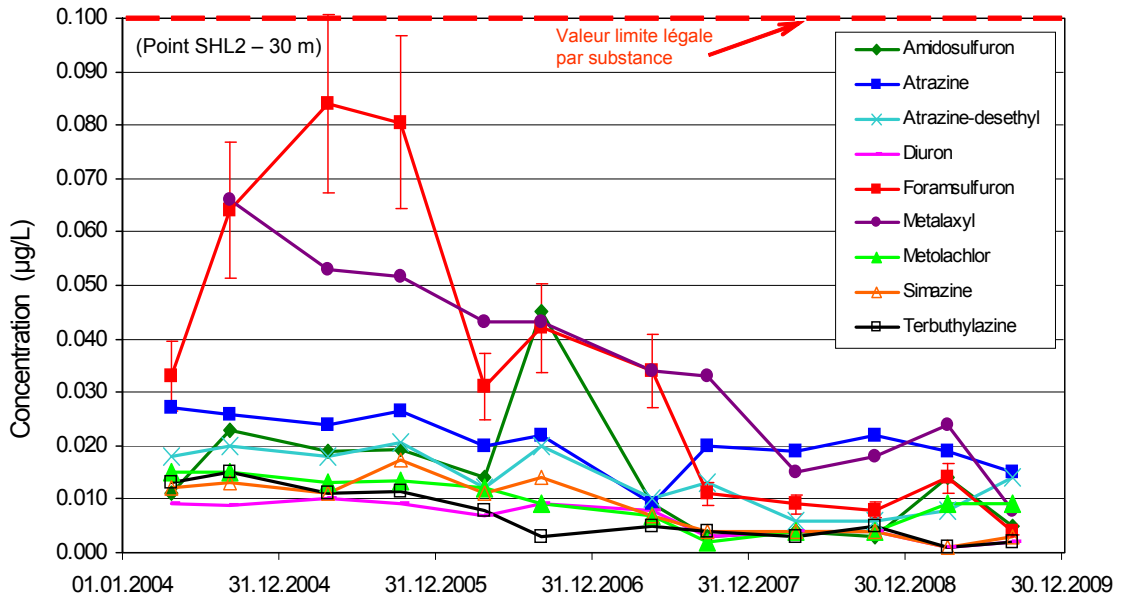


Figure 3 : Evolution des concentrations en divers pesticides au centre du Léman à 30 m (station SHL2) de 2004 à 2009.

Figure 3 : Change in the concentrations of some pesticide at 30 m in the center of Lake Geneva (SHL2) between 2004 and 2009.

Rivières

Le détail des résultats d'analyses des pesticides sur les rivières dans le cadre du programme complémentaire est donné dans l'annexe 3. La situation d'une rivière à l'autre diffère énormément puisque les concentrations totales mesurées varient de 0.0 à 0.4 µg/L. Ces concentrations sont à pondérer par les débits des rivières pour évaluer l'impact (charge) sur le Léman. A ce titre, les concentrations élevées mesurées dans la Venoge et la Morges ne représentent qu'un apport minime de micropolluants pour le lac comparativement aux apports du Rhône. Cependant, les teneurs mesurées ponctuellement sont très élevées et des impacts toxicologiques sur l'environnement sont probables. Les concentrations mesurées sont par conséquent très dépendantes des conditions climatiques et autres variations saisonnières. Le prélèvement effectué au mois de novembre correspond probablement au meilleur des cas (peu de traitement à cette période et précipitations importantes). Pour toutes ces raisons, l'extrapolation de résultats ponctuels à l'ensemble de l'année ne serait pas correcte. Pour compléter le programme, une seconde série d'analyses des rivières est prévue au printemps 2010. Le détail des résultats sera commenté dans le rapport de l'année prochaine à l'issue de cette étude.

4.3 Médicaments et inhibiteurs de corrosion (Annexes 4,5 et 6, figures 4 et 5)

La liste des médicaments recherchés a pu être complétée grâce à l'utilisation de MedicBase (base de données sur l'utilisation des substances actives médicamenteuses). Une sélection de substances potentielles pour le bassin versant a été faite en tenant compte des critères de quantités utilisées et de la dose journalière standard (DDD : Defined Daily Dose). Parmi les 25 substances retenues, le laboratoire TZW a pu en inclure 16 dans la méthode d'analyse. Celles-ci sont signalées par un astérisque dans la liste des médicaments recherchés (voir annexe 4). Dix d'entre elles ont été détectées au moins une fois que ce soit dans le lac ou les rivières. Cela confirme l'intérêt de cette approche théorique (MedicBase) afin de mieux cibler les micropolluants potentiellement problématiques dans le bassin versant lémanique. Ce programme d'analyse sera complété par une seconde campagne à l'identique au printemps 2010. En attendant les résultats complets de l'étude, les premières constatations sont les suivantes.

Léman

Les dernières recherches d'un grand nombre de résidus de médicaments dans le lac datent de juin 2005. La présence de carbamazépine, iohexol, ciprofloxacine et de norfloxacine avait déjà été démontrée (EDDER et al., 2006). Les résultats détaillés des résidus de médicaments détectés lors de la présente campagne d'analyses sont résumés dans le tableau en annexe 5 où seules les substances pour lesquelles au moins un des échantillons est positif y figurent. La présence de carbamazépine et des agents de contraste (iohexol, iomeprol, iopamidol et iopromide) se confirme donc. A contrario, les résidus d'antibiotique norfloxacine et ciprofloxacine ne sont plus mis en évidence au sein du lac. Par contre, de nouvelles substances ont été décelées. Il s'agit de l'estrone (une hormone œstrogène), de la gabapentine (un antiépileptique récent) et la metformine (un antidiabétique oral). Les concentrations élevées en metformine ne sont pas surprenantes tenant compte du fait que cette substance se situe au 4^e rang des substances les plus utilisées et au 16^e rang (dose moyenne de 2 g/jour) d'un classement élaboré à partir des DDD les plus élevées dans Medicbase. De plus, celle-ci est excrétée dans les urines sous une forme non métabolisée.

Il faut encore noter la présence de deux agents anticorrosifs : le benzotriazole et le méthylbenzotriazole qui sont couramment employés comme additifs dans les circuits de refroidissement (industries, commerces)

ainsi que dans les fluides hydrauliques et dans les fluides dégivreurs et anti-givre utilisés en aviation.

Rivières

Dans les rivières, 42 substances différentes ont été quantifiées. Au même titre que pour les pesticides, les concentrations varient énormément d'une rivière à l'autre et dépendent principalement de la population du bassin versant du cours d'eau et de son débit. Globalement, les substances identiques à celles détectées au sein du lac sont retrouvées. Souvent, les teneurs sont bien plus importantes et ascendent même à 1'700 ng/L pour la metformine par exemple.

D'ici la fin de cette étude, des données seront récoltées pour évaluer au mieux l'impact toxicologique de ces nouveaux polluants.

Médicaments produits industriellement

Comme les années précédentes, quelques principes actifs de médicaments 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 résultats détaillés des mesures réalisées en avril et septembre 2009 sont donnés en annexe 6. L'origine de la présence de ces substances dans les eaux du lac provient d'une part de leur utilisation en médecine humaine 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).

Les figures 4 et 5 présentent l'évolution depuis 2006 des résidus de carbamazépine et de mépivacaïne à la station SHL2 à quatre profondeurs. Tout comme pour les pesticides, les concentrations semblent se stabiliser avec des concentrations toujours supérieures aux plus grandes profondeurs. Le suivi de ces 5 substances dans le Rhône et dans le lac se poursuivra courant 2010.

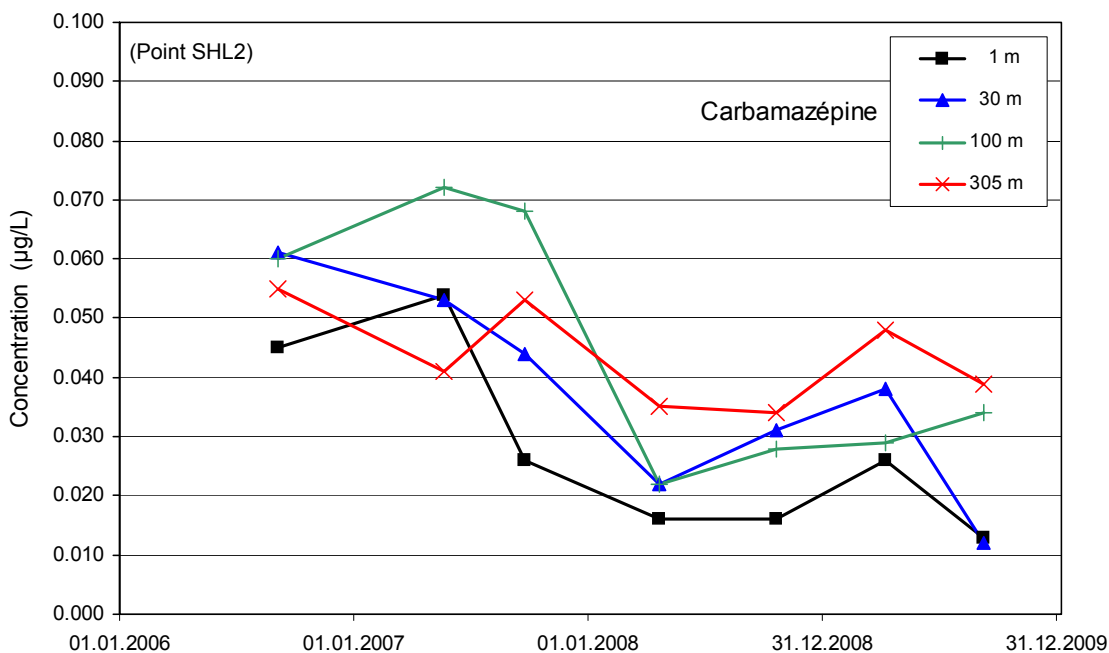


Figure 4 : Evolution des concentrations en carbamazépine depuis 2006 au centre du Léman à 1, 30, 100 et 305 m (station SHL2).

Figure 4 : Change in carbamazepine concentrations at 1, 30, 100 and 305 m since 2006 in the centre of Lake Geneva (SHL2).

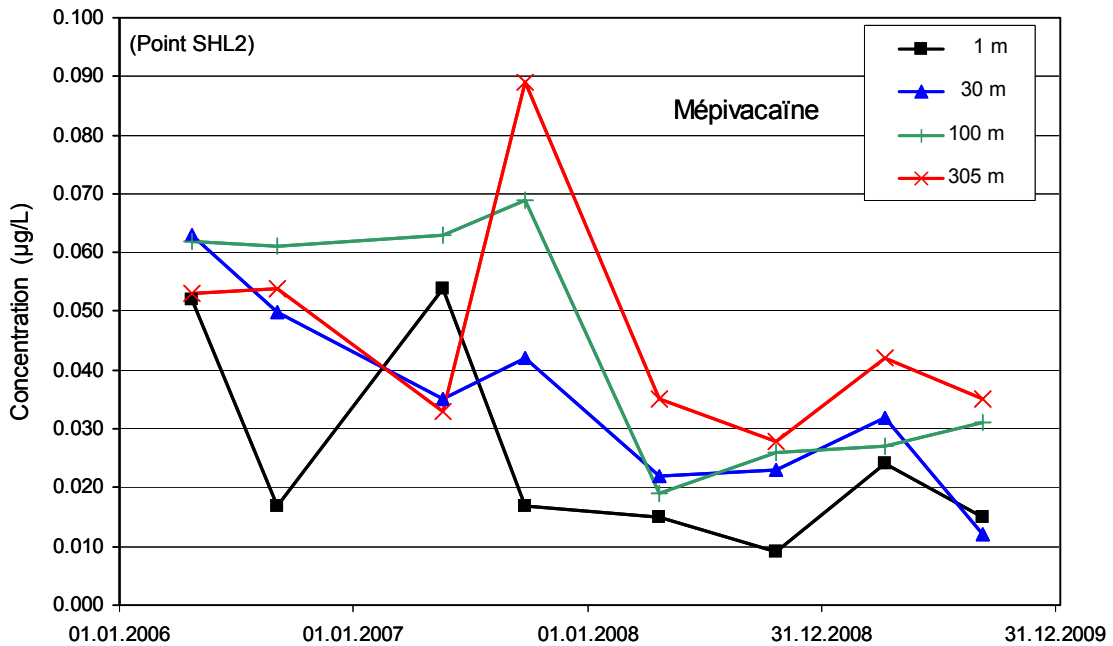


Figure 5 : Evolution des concentrations en mepivacaine depuis 2006 au centre du Léman à 1, 30, 100 et 305 m (station SHL2).

Figure 5 : Change in mepivacaine concentrations at 1, 30, 100 and 305 m since 2006 in the centre of Lake Geneva (SHL2).

4.4 Triclosan, bisphénol-A et alkyl-phénols (Tableau 4)

Le triclosan est un agent antibactérien utilisé dans les produits cosmétiques. Il rentre notamment dans la composition des produits d'hygiène buccale, de savons et produits de soins intimes, etc. Cette substance très active est potentiellement susceptible de poser des problèmes écotoxicologiques, notamment aux algues. Les données écotoxicologiques disponibles permettent de déterminer une PNEC algue de 0.05 µg/L et une PNEC poisson de 2.5 µg/L. (CHEVRE, 2003).

Les alkyl-phénols sont une large famille de produits qui ont été largement utilisés dans les détergents industriel et domestique, dans le traitement des textiles et du cuir, comme émulsifiant dans les produits agricoles, pour l'usinage des métaux, pour la fabrication de pâte à papier, dans les produits cosmétiques ou encore en tant que coformulants dans les pesticides et biocides. Les alkyl-phénols possèdent des propriétés oestrogéniques aiguës (perturbateur endocrinien) et ont été inscrits comme substances dangereuses prioritaires au sens de la directive 2003/53/CE et ont été interdits (de même que les éthoxylates de nonylphénols) d'emploi et de mise sur le marché depuis le 17 janvier 2005. Seule exception, l'utilisation de ces substances au niveau industriel dans des systèmes fermés et contrôlés dans lesquels les déchets sont recyclés ou incinérés. (2006/1907/CE). Pour le nonylphénol, la PNEC mentionnée dans les études FISCHNETZ (CHEVRE, 2003) est de 0.33 g/L pour les algues et de 0.6 µg/L pour les poissons. Pour le tert octyl phénol, la littérature indique une PNEC eau douce à 0.06 µg/L.

Comme les alkyl-phénols, le bisphénol A (4,4'-isopropylidenediphenol) possède des propriétés oestrogéniques. Le bisphénol A est utilisé comme monomère pour la fabrication industrielle par polymérisation de plastiques de type polycarbonate et de résines époxy et en particulier dans la fabrication d'objets en plastique comme les biberons. La PNEC en eau douce est de 1.6 µg/L (EU RISK ASSESSMENT REPORT, 2010)

Les résultats détaillés des laboratoires SPE-NE et TZW pour le lac et les rivières sont présentés dans le tableau 4. Les résultats du lac sont très satisfaisants puisqu'aucune des substances recherchées n'a été décelée. Dans les rivières, la situation n'est pas aussi encourageante avec parfois des concentrations élevées notamment dans le Rhône à la Porte du Scex et dans l'Arve à la Jonction. Les teneurs mesurées en triclosan demeurent dans tous les cas inférieures à la PNEC. A ces concentrations (~0.5 PNEC), le risque écotoxicologique reste limité. Pour les alkyl-phénols, le constat est plus inquiétant et l'on constate même un dépassement de la PNEC du nonylphénol dans le prélèvement de l'Arve à la Jonction. Ceci laisse supposer des effets potentiels sur l'environnement. De plus, l'augmentation significative des concentrations entre Arve-Etrembières et Arve-Jonction montre qu'il y a une source importante de nonylphenols entre ces deux points (deux STEP déversent leurs eaux dans l'Arve : Villette et Annemasse). Cela confirme qu'en dépit de leur interdiction récente, l'utilisation ou tout du moins le rejet de ces substances se poursuit. Ne disposant que d'un seul point de mesure, il sera judicieux de confirmer ce résultat lors des analyses prévues pour le printemps 2010. Le cas échéant, une identification de la ou des sources pourrait s'imposer. Pour le bisphénol A, les concentrations mesurées restent bien inférieures à la PNEC et ne semblent pas poser de problème immédiat pour l'environnement.

Tableau 4 : Résultats triclosan, bisphénol-A, et alkyl-phénols dans le lac et rivières.
Table 4 : Results of triclosan, bisphenol A, and alkyl-phenols for lake and rivers.

Concentration en µg/L	SPE Neuchâtel		Laboratoire TZW		
	Lieu de prélèvement	Triclosan	Nonylphenols	Nonylphenols	Octylphenols
Lac - SHL2 - 1 m	< 0.008	< 0.015	< 0.025	< 0.005	< 0.005
Lac - SHL2 - 30 m	< 0.008	< 0.015	< 0.025	< 0.005	< 0.005
Lac - SHL2 - 100 m	< 0.008	< 0.015	< 0.025	< 0.005	< 0.005
Lac - SHL2 - 305 m	< 0.008	< 0.015	< 0.025	< 0.005	< 0.005
Dranse	< 0.008	0.021	< 0.025	0.005	0.039
Rhône Porte du Scex	0.029	0.228	0.320	0.028	0.027
Venoge	0.026	0.065	0.089	0.008	0.071
Boiron de Morges	0.027	0.038	< 0.025	< 0.005	0.010
Rhône émissaire	< 0.008	< 0.015	< 0.025	< 0.005	0.012
Arve - Etrembières	0.011	0.086	0.150	< 0.005	0.026
Arve - Jonction	0.029	0.540	0.620	0.011	0.054
Rhône - Chancy	0.017	0.075	0.043	< 0.005	0.011

5. CONCLUSIONS

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

Les concentrations en pesticides dans le lac ont bien diminué suite aux mesures prises par les industries valaisannes pour diminuer les rejets. Cependant, les résultats de l'année 2009 montrent une certaine stabilisation des concentrations mesurées aux environs de 0.15 µg/L pour les pesticides totaux.

La recherche large spectre de médicaments réalisée dans le lac et les rivières a montré la présence de nouvelles substances qui n'avaient d'une part jamais été mises en évidence (notamment la metformine et la gabapentine) et d'autre part avaient la teneur la plus élevée parmi tous les composés mis en évidence à ce jour. Le dépistage de ces substances a été rendu possible grâce aux données de Medibase en identifiant les composés les plus utilisés et les plus susceptibles d'être présents dans l'environnement. Les données écotoxicologiques de ces nouvelles substances devront être complétées afin de mieux évaluer les risques environnementaux ainsi qu'en matière d'eau potable.

La recherche des nonylphénols a également montré des résultats inquiétants. Bien que ces composés soient interdits d'utilisation depuis 2005, les concentrations mesurées portent manifestement à croire que ce n'est pas le cas. De plus, un des prélèvements montrait une teneur qui dépasse largement la valeur de la PNEC. Si ces résultats se confirment lors de la campagne du printemps 2010, des mesures devront être prises afin d'identifier les sources.

Un bilan définitif sur ce programme étendu de recherche de micropolluants et notamment des substances médicamenteuses sera réalisé lorsque les résultats de la seconde série de prélèvements du printemps 2010 seront disponibles.

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.

CHÈVRE, N. (2003) : Risk assessment of 6 different substances occurring in Swiss rivers, Teilprojekt 02/01, Fischnetz-publikation, Synthese Ökotox, EAWAG.

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. et RAMSEIER, S. (2006) : Métaux et micropolluants organiques. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2005, 65-87.
- 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.
- EUROPEAN UNION RISK ASSESSMENT REPORT - BISPENOL-A (2010) :
http://ecb.jrc.ec.europa.eu/documents/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/bisphenolareport325.pdf
- LAZZAROTTO, J., et RAPIN, F. (2010) : Evolution physico-chimique des eaux du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2009, 31-56.
- 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. (2010) : Analyses comparatives interlaboratoires. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2009, 153-163.

**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	Benthiavalcicarb 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	Difenofoxuron	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	Pyrifenoxy	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	Sebume-ton	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	Tepraloxym	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	Vamidotion	Insecticide	2275-23-2	0.001

Produits phytosanitaires décelés dans le Léman à SHL2, prélèvement du
8 avril et du 9 septembre 2009.

ANNEXE 2

Pesticides detected in the Lake Geneva at SHL2, sampling of April 8 and September 9 2009.

Concentration en µg/L		08.04.2009				09.09.2009			
Pesticides	Type	1 m	30 m	100 m	305 m	1 m	30 m	100 m	305 m
Amidosulfuron	Herbicide	0.013	0.014	0.014	0.018	0.003	0.005	0.006	0.008
Atrazine	Herbicide	0.020	0.019	0.020	0.026	0.011	0.015	0.017	0.023
Atrazine-2-hydroxy	Herbicide	0.002	0.001	0.004	0.005	0.001	0.002	0.006	0.006
Atrazine-desethyl	Herbicide	0.006	0.008	0.006	0.010	0.013	0.014	0.015	0.016
Atrazine-desethyl-2-hydroxy	Herbicide				0.001				
Atrazine-desethyl-desisopropyl	Herbicide					0.009			
Atrazine-desisopropyl	Herbicide	0.004	0.001	0.005	0.005		0.008	0.008	0.010
Azoxystrobin	Fongicide	0.001	0.001	0.001	0.001		0.001		
Carbendazim	Fongicide			0.001	0.001			0.001	0.001
Carboxin	Fongicide							0.001	
Chlorotoluron	Herbicide	0.001	0.001	0.002	0.004		0.002	0.006	0.006
Cycloxydim	Herbicide				0.001				0.004
Cyproconazole	Fongicide	0.005	0.002	0.005	0.005		0.003	0.004	0.004
Cyprodinil	Fongicide							0.001	
Dichlorobenzamide-2,6	Herbicide	0.002	0.001	0.004	0.005	0.001	0.003	0.005	0.007
Difenoconazol	Fongicide				0.001				
Dimethachlor	Herbicide	0.001	0.001	0.002	0.002		0.001	0.002	0.001
Diuron	Herbicide	0.003	0.001	0.004	0.004	0.001	0.002	0.004	0.005
Ethoxysulfuron	Herbicide	0.007	0.010	0.008	0.009	0.002	0.005	0.005	0.004
Fenarimol	Fongicide	0.002		0.002	0.004			0.007	0.003
Flurprimidol	Rég. croiss.				0.001			0.001	0.001
Foramsulfuron	Herbicide	0.011	0.014	0.008	0.021	0.004	0.004	0.011	0.016
Furalaxyl	Fongicide	0.001	0.001	0.001	0.002		0.001	0.001	0.001
Iodosulfuron-methyl	Herbicide	0.002	0.004	0.003	0.005	0.004	0.007	0.006	0.007
Isoproturon	Herbicide	0.001	0.001	0.001	0.002		0.001	0.004	0.001
Lenacil	Herbicide							0.002	
Linuron	Herbicide	0.001		0.001					
Metalaxyl	Fongicide	0.016	0.024	0.018	0.030	0.010	0.008	0.023	0.030
Metobromuron	Herbicide			0.002	0.004				0.007
Metolachlor	Herbicide	0.010	0.009	0.010	0.013	0.004	0.009	0.010	0.013
Metsulfuron-methyl	Herbicide					0.002			
Monolinuron	Herbicide								0.009
Monuron	Herbicide							0.001	0.001
Nuarimol	Fongicide				0.001				
Penconazole	Fongicide			0.001	0.001			0.001	0.001
Pirimicarb	Insecticide								
Pretilachlor	Herbicide					0.001	0.001	0.001	0.001
Prometryn	Herbicide	0.001		0.002	0.002		0.001	0.002	0.002
Propiconazole	Fongicide	0.005	0.002	0.007	0.007	0.001	0.003	0.006	0.006
Propoxur	Insecticide			0.001					
Pymetrozine	Insecticide	0.001	0.001	0.002	0.002		0.001	0.003	0.001
Sebumeton	Herbicide			0.001	0.001				0.001
Simazine	Herbicide	0.003	0.001	0.005	0.006	0.001	0.003	0.007	0.006
Simazine-2-hydroxy	Herbicide			0.001	0.001			0.001	0.001
Tebuconazole	Fongicide			0.001				0.001	
Terbumeton	Herbicide			0.001	0.001			0.001	0.001
Terbuthylazine	Herbicide	0.002	0.001	0.004	0.005	0.001	0.002	0.004	0.004
Terbuthylazine-2-hydroxy	Herbicide	0.002	0.001	0.003	0.004	0.001	0.002	0.005	0.005
Terbuthylazine-desethyl	Herbicide	0.002	0.001	0.003	0.003	0.005	0.005	0.006	0.007
Terbutryn	Herbicide	0.001		0.001	0.001			0.001	0.001
Thiacloprid	Insecticide							0.003	0.003
Somme des pesticides		0.126	0.120	0.155	0.215	0.075	0.109	0.189	0.224

Produits phytosanitaires décelés dans les rivières, prélèvement du 18 novembre 2009.
Pesticides detected in the rivers, sampling of November 18, 2009.

ANNEXE 3

Concentration en µg/L	Dranse	Rhône Porte du Scex	Venoge	Boiron de Morges	Rhône émissaire	Arve Etrembières	Arve Jonction	Rhône Chancy	Morges
2,4-D									0.001
Amidosulfuron					0.006			0.005	
Atrazine		0.001	0.021	0.016	0.013	0.001	0.001	0.010	0.044
Atrazine-2-hydroxy			0.006	0.003	0.003			0.002	0.005
Atrazine-desethyl		0.001	0.012	0.003	0.007	0.001	0.001	0.007	0.015
Atrazine-desethyl-desisopropyl			0.001		0.001			0.001	0.001
Azoxystrobin			0.003	0.001	0.001			0.001	0.001
Benthiavdicarb			0.053						
Boscalid (Nicobifen)			0.004					0.001	
Bupirimate			0.003						
Buprofezin			0.001						
Carbendazim			0.003	0.001	0.001		0.002	0.001	0.001
Chloridazon			0.001	0.001					0.003
Chlorotoluron			0.024	0.003	0.001	0.001		0.002	0.120
Clomazone			0.001						
Cyproconazole		0.001	0.001	0.001	0.002			0.002	0.002
Cyprodinil		0.002	0.002						
Dichlorobenzamide-2,6		0.001	0.005	0.001	0.002			0.003	0.004
Difenoconazol		0.002	0.001						
Diflufenican			0.001	0.001					
Dimefuron				0.001					0.001
Dimethachlor			0.012		0.002			0.002	0.009
Dimethomorph			0.089						
Dinoseb					0.001				
Dinoterb		0.002			0.001		0.001		
Diuron		0.001	0.032	0.003	0.002			0.003	0.046
Epoxiconazole				0.001					0.002
Ethoxysulfuron								0.001	
Fenamidone				0.001					
Fenarimol					0.001				
Fenhexamide			0.001						
Fipronil			0.001	0.001			0.001		0.001
Flufenacet			0.003	0.001					
Fluoxastrobin				0.001					
Flusilazole			0.003						
Foramsulfuron		0.001			0.004			0.005	
Furalaxyl					0.001			0.001	
Imazalil		0.002							
Iodosulfuron-methyl					0.001			0.001	
Iprovalicarb			0.002		0.001				
Isoproturon		0.001	0.027	0.031	0.001	0.001		0.001	0.030
Lenacil				0.001					
Linuron				0.002				0.001	
Mandipropamid		0.001							
MCPA				0.001	0.001				0.001
Mecoprop		0.001	0.004	0.005	0.002	0.001	0.001	0.002	0.004
Metalaxyl			0.006		0.01			0.010	
Metazachlor			0.001	0.002					0.001
Metconazole									0.001
Methamidophos			0.002	0.001	0.004		0.001	0.003	0.001
Methoxyfenozide			0.001						0.001
Metobromuron					0.001				
Metolachlor			0.005	0.004	0.002			0.002	0.005
Metoxuron		0.001							
Metribuzin			0.001						

Concentration en µg/L	Dranse	Rhône Porte du Scex	Venoge	Boiron de Morges	Rhône émissaire	Arve Etrembières	Arve Jonction	Rhône Chancy	Morges
Napropamide			0.004	0.003					0.001
Nicosulfuron			0.001	0.001					0.001
Penconazol			0.002		0.001				
Prometryn					0.001			0.001	
Propamocarb			0.002						
Propiconazole	0.001	0.006	0.002	0.001	0.004	0.001	0.001	0.003	0.001
Propoxur				0.001					
Pymetrozine		0.001			0.001				
Simazine			0.002	0.005	0.003			0.003	0.001
Simazine-2-hydroxy			0.001						0.001
Tebuconazole			0.001	0.002				0.001	0.001
Terbuthylazine			0.008	0.002	0.006			0.007	0.048
Terbuthylazine-2-hydro	0.001		0.006	0.002	0.002			0.002	0.003
Terbuthylazine-desethyl		0.001	0.003	0.001	0.002			0.002	0.002
Terbutryn			0.001	0.001	0.001			0.001	0.001
Thiabendazole		0.003	0.001						
Thiodicarb					0.007				
Triclopyr				0.001					0.002
Trifloxystrobin			0.032						
Somme pesticides	0.002	0.029	0.399	0.107	0.100	0.006	0.009	0.087	0.362

Médicaments, inhibiteurs de corrosion et perturbateurs endocriniens recherchés.
 Drugs, anticorrosive agents and endocrine disruptors surveyed.

ANNEXE 4

analgesics, antipyretics, antiphlogistics, antirheumatics :	LQ [ng/L]	radiocontrast agents :	LQ [ng/L]
diclofenac	10	amidotrizoic acid	10
dimethylaminophenazone	10	iodipamide	10
fenoprofen	10	iohexol	10
ibuprofen	10	iomeprol	10
indometacine	10	iopamidol	10
ketoprofen	10	iopromide	10
mefenamic acid *	10	iotalamic acid	10
naproxen	10	ioxaglic acid	10
paracetamol	10	ioxitalamic acid	10
phenacetin	10	antibiotics :	
phenazone	10	amoxicillin	20
propyphenazone	10	anhydro-erythromycin	10
salicylic acid	20	azithromycin *	10
hypolipidemic agents :		chloroamphenicol	10
atorvastatin *	10	chlorotetracycline	20
bezafibrate	10	ciprofloxacin	20
clofibrac acid	10	clarithromycin	10
etofibrate	10	clindamycin	10
fenofibrate	10	cloxacillin	20
fenofibrac acid	10	dapsone	10
gemfibrozil	10	dicloxacillin	20
pravastatin *	10	doxycycline	20
simvastatin	10	enoxacin	20
antiepileptics/anticonvulsants :		enrofloxacin	20
carbamazepine	10	erythromycin	10
gabapentin *	10	furazolidone	10
vasodilators :		meclocycline	20
pentoxifylline	10	metronidazole	10
beta blockers :		nafcillin	20
atenolol	10	norfloxacin	20
betaxolol	10	ofloxacin	20
bisoprolol	10	oleandomycin	10
metoprolol	10	oxacillin	20
pindolol	10	oxytetracycline	20
propranolol	10	penicillin G	20
sotalol	10	penicillin V	20
bronchodilators :		ronidazole	10
clenbuterol	10	roxithromycin	10
salbutamol	10	spiramycin	10
terbutaline	10	sulfadiazine	10
antineoplastic drugs :		sulfadimidine	10
cyclophosphamide	10	sulfamerazine	10
ifosfamide	10	sulfamethoxazole	10
sedatives, hypnotics :		tetracycline	20
clomethiazole *	10	trimethoprim	5
diazepam	10	tylosin	10
venlafaxine	10	virginiamycin	10
zolpidem *	10	natural and synthetic hormones :	
antidepressants :		17 -ethinylestradiol	1
citalopram *	10	17β-estradiol	1
fluoxetine *	10	estriol	1
antihypertensive drugs :		estrone	1
amlodipine *	10	mestranol	1
enalapril *	10	norethisteron	1
irbesartan *	10	alkyl phenols :	
lisinopril *	10	bisphenol A	5
losartan *	10	iso-nonylphenol	25
anti-diabetic drugs :		tert-octylphenol	5
metformin *	10	corrosion inhibitors :	
diuretic drugs :		benzotriazole	10
hydrochlorothiazide *	10	methylbenzotriazole	10

* : Substances nouvellement incluses dans la méthode du laboratoire TZW sur demande de la CIPEL

Conc. en ng/L	SHL2 - 1 m	SHL2 - 30 m	SHL2 - 100 m	SHL2 - 305 m	Dranse	Rhône Porte du Scex	Venoge	Boiron de Morges	Rhône émissaire	Arve - Etrembières	Arve - Jonction	Rhône - Chancy
amidotrizoic acid	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	13	160	17	< 10	< 10	< 10	14
amlodipine *	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	< 10	< 10	12	12
anhydro-erythromycin	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	140	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
atenolol	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	25	48	< 10	< 10	12	22
atorvastatin *	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	< 10	12	10	< 10	< 10	< 10	< 10
benzotriazole	45	62	48	59	< 10	79	280	520	59	28	45	88
bezafibrate	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	45	< 10	< 10	< 10	< 10
bisphenol A	< 5	< 5	< 5	< 5	39	27	71	10	12	26	54	11
carbamazepine	26	27	48	57	< 10	< 10	< 10	17	22	< 10	< 10	18
clarithromycin	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	19	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
diclofenac	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	29	35	< 10	< 10	< 10	< 10
erythromycin	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	88	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
estrone	< 1	2,7	< 1	< 1	2,9	6,4	11	21	< 1	< 1	22	< 1
fenofibric acid	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	75	31	< 10	< 10	53	21
fluoxetine *	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	14	12
gabapentin *	22	22	21	16	15	80	130	82	20	25	43	69
gemfibrozil	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	12	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
hydrochlorothiazide *	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	12	21	26	< 10	< 10	10	14
ibuprofen	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	14	16	58	< 10	< 10	< 10	< 10
iohexol	< 10	30	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	230	20	< 10	46	200
iomeprol	30	24	28	< 10	< 10	58	< 10	590	30	< 10	110	190
iopamidol	< 10	< 10	18	12	< 10	< 10	250	< 10	< 10	< 10	< 10	42
iopromide	12	13	18	< 10	< 10	75	< 10	< 10	< 10	< 10	30	27
ioxalic acid	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	180	< 10	< 10	< 10
ioxitalamic acid	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	58	< 10	< 10	15	26
irbesartan *	< 10	< 10	< 10	< 10	12	67	230	120	< 10	12	23	39
iso-nonylphenol	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	320	89	< 25	< 25	150	620	43
ketoprofen	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	35
lisinopril *	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	21	14	< 10	< 10	< 10	< 10
losartan *	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	43	24	< 10	< 10	< 10	12
metformin *	370	360	320	240	100	520	1'700	1'300	350	160	330	540
methylbenzotriazole	27	27	25	22	12	88	290	800	35	41	66	100
metoprolol	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	16	14	< 10	< 10	< 10	< 10
naproxen	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	18	< 10	< 10	< 10	< 10
paracetamol	< 10	< 10	< 10	< 10	25	170	< 10	92	< 10	42	52	57
phenazone	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	12	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
pravastatin *	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	14	16	< 10	< 10	< 10	< 10
simvastatin	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	27	14
sotalol	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	50	16	< 10	< 10	< 10	< 10
sulfamethoxazole	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	71	20	< 10	< 10	< 10	< 10
tert-octylphenol	< 5	< 5	< 5	< 5	5,4	28	8,4	< 5	< 5	< 5	11	< 5
venlafaxine	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	12	< 10	< 10	< 10	< 10

* : Substances nouvellement incluses dans la méthode du laboratoire TZW sur demande de la CIPEL

Médicaments, inhibiteurs de corrosion et perturbateurs endocriniens décelés dans le Léman et les rivières, prélèvement du 18 novembre 2009.

Drugs, anticorrosive agents and endocrine disruptors detected in the Lake Geneva and rivers, sampling of 18 November 2009.

ANNEXE 5

Médicaments décelés dans le Léman, prélèvement à SHL2 du 8 avril et du 9 septembre 2009.
 Drugs detected in the Lake Geneva, sampling at SHL2 of 8 April and 9 September 2009.

ANNEXE 6

Conc. en ng/L		08.04.2009				09.09.2009			
Substance	Type	1 m	30 m	100 m	305 m	1 m	30 m	100 m	305 m
Bupivacaïne	Anesthésiant	2	3	2	4	2	4	5	6
Carbamazépin	Anti-épileptique	26	38	29	48	13	12	34	39
Chloroprocaine	Anesthésiant	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Mepivacaïne	Anesthésiant	24	32	27	42	15	12	31	35
Prilocaine	Anesthésiant	4	6	5	6	2	8	9	8