

**RECHERCHE DE METAUX  
ET DE QUELQUES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES  
DANS L'EAU DU LEMAN ET EFFLUENTS  
DES STATIONS D'ÉPURATION  
DE THONON ET LAUSANNE**

**Campagne 1989**

PAR

**CLAUDE CORVI ET SOPHAL KHIM-HEANG**  
LABORATOIRE CANTONAL DE CHIMIE, GENEVE

**RESUME**

*Les concentrations de dix métaux - mercure, plomb, cadmium, chrome, cuivre, manganèse, fer, aluminium, calcium et magnésium - ont été déterminées, à neuf profondeurs différentes, dans les eaux du Léman, pendant la période de stagnation des eaux et après brassage hivernal.*

*De plus, les teneurs en fer et manganèse et la turbidité des couches profondes ont été mesurées au cours de vingt et une campagnes complémentaires.*

*Les recherches de quelques micropolluants organiques, NTA, EDTA, pesticides, hydrocarbures, solvants chlorés, par exemple, ont été effectuées sur les eaux du lac, celles de la baie de Vidy ou dans les effluents de deux stations d'épuration importantes tributaires du Léman.*

*Si les concentrations de polluants métalliques ne posent aucun problème, il n'en est pas de même pour certains polluants organiques dont la présence dans les eaux du lac est préoccupante, bien que les concentrations observées soient inférieures aux tolérances admissibles pour les eaux de boisson.*

**1. INTRODUCTION**

Le programme de surveillance semestrielle des métaux dans les eaux du Léman a été reconduit cette année et, comme par le passé, le dosage de neuf métaux prévu initialement sur quatre profondeurs, a été étendu à dix métaux et neuf niveaux.

De plus, les résultats des "Grandes analyses d'eau du Léman" prévues au programme quinquennal 1985-1990 (point 4.1) sont intégrés au présent rapport.

**2. ECHANTILLONNAGE**

Pour la surveillance des métaux, deux campagnes de prélèvements ont été effectuées, au point SHL 2 situé au centre du lac, l'une après circulation des eaux, le 20 mars 1989, l'autre en période de stratification le 18 septembre 1989. Les profondeurs suivantes ont été échantillonnées : 0, 1, 5, 7.5, 10, 30, 100, 305 et 309 mètres.

Fer, manganèse et turbidité ont été déterminés tous les 5 mètres, de 275 à 309 m, lors des 21 campagnes réparties sur l'ensemble de l'année.

Les prélèvements pour les grandes analyses d'eau ont été réalisés le 7 mars et le 10 octobre 1989. En mars, les échantillons ont été prélevés au point SHL 2, à quatre profondeurs (2.5, 30, 200 et 305 m) et dans la baie de Vidy à deux niveaux (1 et 10 m). Lors de la campagne d'automne, les prélèvements de la baie de Vidy ont été remplacés par l'étude des rejets de deux stations d'épuration : Thonon et Lausanne-Vidy. Il nous a, en effet, paru plus judicieux de rechercher et d'identifier les micropolluants dans les rejets de STEP plutôt que d'analyser ces produits dans la baie de Vidy qui reçoit un de ces effluents : le prélèvement en est plus aisé et surtout plus représentatif. Dans ce cas, l'étude a été réalisée sur un prélèvement moyen effectué sur 24 heures pour la STEP de Thonon et un prélèvement instantané pour la STEP de Lausanne.

### 3. METHODOLOGIE

#### 3.1 RECHERCHES EFFECTUEES

Le fer, manganèse et la turbidité ont été mesurés dans les couches profondes.

Lors des campagnes semestrielles de surveillance des métaux, les éléments suivants ont été dosés : fer, manganèse, plomb, cadmium, chrome, cuivre, aluminium, mercure, calcium et magnésium.

En plus des métaux, divers polluants organiques ou minéraux ont été recherchés lors des campagnes "Grandes analyses". La liste des résidus analysés apparaît dans les tableaux de résultats.

Différents laboratoires ont participé à ces grandes campagnes : seuls les résultats concordants ont été pris en considération.

#### 3.2 PRINCIPES DES METHODES

Dès réception au laboratoire, les échantillons destinés aux dosages de traces métalliques sont acidifiés à raison de 1 % à l'aide d'acide nitrique "suprapur" afin d'assurer leur conservation.

Les dosages sont effectués sur eaux brutes, directement pour les éléments majeurs et après préconcentration, par évaporation, pour les éléments traces.

Calcium et magnésium sont dosés par spectrométrie d'absorption atomique dans une flamme air-acétylène, après dilution d'une partie aliquote d'échantillon dans un tampon spectral afin d'éviter les interactions éventuelles (PINTA et al., 1971).

Les métaux traces, à l'exception du mercure, sont dosés par absorption atomique sans flamme (four graphite) selon la méthode des ajouts dosés.

Le mercure est recherché sur eau brute également, mais après oxydation préalable de l'échantillon. La teneur en mercure est ensuite déterminée par absorption atomique sans flamme selon la méthode du Manuel Suisse des Denrées Alimentaires (1983).

Les traces de NTA sont préconcentrées par passage des échantillons sur résine échangeuse d'ions (GIGER et SCHAFFNER, 1988). Après élution en milieu fortement acide, la concentration en résidus est déterminée par chromatographie ionique (KHIN-HEANG et al., à paraître).

Les dosages d'atrazine sont réalisés par chromatographie en phase gazeuse, à l'aide d'un détecteur thermoionique sur des extraits au dichlorométhane selon la méthode d'extraction préconisée par SMITH et FITZPATRICK (1971). Les résultats sont confirmés par chromatographie liquide à haute performance et détecteur ultraviolet (SUPELCO REPORTER, 1986).

La recherche des résidus organiques du type esters phosphoriques, pesticides, polychlorobiphényles et hydrocarbures polyaromatiques est effectuée selon le principe d'une méthode de dosage multi-résidus : les eaux sont extraites par du dichlorométhane (SMITH et FITZPATRICK, 1971) puis cet extrait est analysé par chromatographie en phase gazeuse à l'aide de différents détecteurs (capture d'électrons, photométrie de flamme, thermoionique et ionisation de flamme).

Les hydrocarbures chlorés volatils sont également dosés par chromatographie gazeuse et détecteur à capture d'électrons, après préconcentration des résidus par extraction hexanique.

Les anions sont dosés par chromatographie ionique et détecteur conductimétrique.

La méthodologie utilisée pour la recherche des hydrocarbures aromatiques, des résidus d'alkylsulfonates et des organoétains est mentionnée dans le rapport de GRANDJEAN et al. (1990).

## 4. RESULTATS

### 4.1 EAU DU LAC

Les résultats pour les principaux éléments, sont regroupés dans les tableaux 1 à 3 et nous pouvons en retirer les informations suivantes :

- plomb, cadmium, mercure, bismuth, arsenic, antimoine et thallium n'ont jamais été décelés (limites de détection indiquées dans les tableaux 1 et 2)
- les teneurs en métaux lourds demeurent faibles et bien inférieures aux valeurs recommandées pour les eaux de boisson
- le gradient des concentrations de calcium, phosphore et silice (tableaux 1 et 2) confirme l'absence d'homogénéité des eaux à la fin de l'hiver. Ce gradient se renforce en automne. La teneur en sodium des eaux continue d'augmenter ces dernières années, suivant, en partie, l'augmentation des chlorures (ZAHNER, 1984).

Dans les couches profondes, le déficit en oxygène, dû à trois hivers doux sans brassage complet des eaux, entraîne une diffusion accrue du manganèse à partir du sédiment. Cette diffusion de manganèse reste, sans atteindre les fortes teneurs de l'année précédente, relativement constante dès le milieu de l'année (figure 1).

NTA et EDTA ne varient guère des concentrations observées antérieurement à ce point (NICOUUD et al., 1988; GIGER et SCHAFFNER, 1988).

Comme le soulignent ces derniers auteurs, l'interdiction en Suisse des phosphates dans les lessives, entrée en vigueur en 1986, n'a pas induit une augmentation de la charge lacustre du produit de substitution (NTA), ceci du fait de la forte biodégradabilité de ce composé dans les stations d'épuration des eaux usées (SIEGRIST et al., 1988).

Des traces de produits antiparasitaires sont mises en évidence, dans les deux campagnes d'analyses (tableau 3). A la fin de l'hiver, nous observons des traces d'insecticide, le Lindane ou  $\gamma$ HCH ainsi que son isomère, l' $\alpha$ HCH. Ce composé ne sera pas retrouvé en octobre. Par contre, lors des deux campagnes nous avons décelé des traces d'atrazine et d'un autre herbicide de la famille des triazines, la simazine. Malgré les efforts entrepris en Suisse ces dernières années pour limiter l'utilisation de ce type de substance, il faut remarquer que les concentrations mesurées sont peu différentes de celles des années précédentes (CORVI et al., 1988), ce qui confirme la grande stabilité de ces polluants dans l'écosystème lémanique. A signaler également, que les teneurs restent inférieures aux exigences requises pour une eau de boisson.

Nous n'avons pas décelé d'autres pesticides chlorés ou phosphorés.

Les teneurs en solvants chlorés volatils des eaux du lac sont relativement faibles et du même ordre de grandeur que les concentrations mesurées antérieurement par GIGER et al. (1988).

### 4.2 STATIONS D'EPURATION

Les analyses effectuées en automne n'ont qu'un caractère indicatif, les prélèvements étant peu représentatifs (un seul prélèvement d'effluent sur 24 heures).

Les résultats apparaissent dans les tableaux 1 à 3.

#### • Métaux

La forte teneur en fer observée dans l'effluent de la STEP de Lausanne-Vidy est due à l'utilisation de chlorure ferrique pour la déphosphatation. Les concentrations de métaux lourds toxiques tels plomb, cadmium et chrome sont très faibles : ces polluants sont co-précipités avec les boues.

Les exigences pour le déversement des eaux fixées dans l'Ordonnance suisse sur le déversement des eaux usées sont respectées.

• **Micropolluants organiques**

Les effluents de la STEP de Vidy présentent des teneurs en NTA et EDTA nettement supérieures à celles trouvées dans l'effluent de la STEP de Thonon. Pour le NTA ceci est tout à fait logique du fait que ce produit est un des substituts des phosphates dans les lessives en Suisse.

La présence de polychlorobiphényles n'est pas observée dans ces échantillons. Avec une méthode plus sensible GRANDJEAN et al. (1990) ont mesuré des concentrations variant entre 30 et 60 ng/l dans les effluents de ces deux stations, ce qui conduit à des estimations de flux non négligeables. Ces auteurs signalent également la présence d'autres polluants : chlorophénols, hydrocarbures aromatiques polycycliques, esters phosphoriques, sulfonates d'alkylbenzène et dérivés organiques de l'étain (GRANDJEAN et al., 1990).

Il est à remarquer également que des traces d'herbicides triaziniques sont apportées par les effluents de STEP.

Des teneurs relativement importantes de solvants chlorés volatils (trichloréthane, perchloréthylène,...) sont apportées au lac par l'intermédiaire des rejets de STEP.

## 5. CONCLUSIONS

Les teneurs en métaux lourds toxiques des eaux du Léman demeurent faibles et bien inférieures aux exigences requises pour les eaux de boisson. Elles sont voisines de celles citées pour le lac de Constance (HEGI, 1976; SIGG et al., 1982) ou du Rhin, en amont de celui-ci, (AWBR, 1986).

La substitution des phosphates dans les lessives suisses par du NTA n'entraîne pas d'augmentation de ce polluant dans les eaux du lac.

La présence de polluants organiques, les herbicides (atrazine, simazine) et les esters phosphoriques dans les eaux du Léman est plus préoccupante.

Les solvants chlorés constituent la famille de polluants la plus importante déversée au lac par les effluents de STEP.

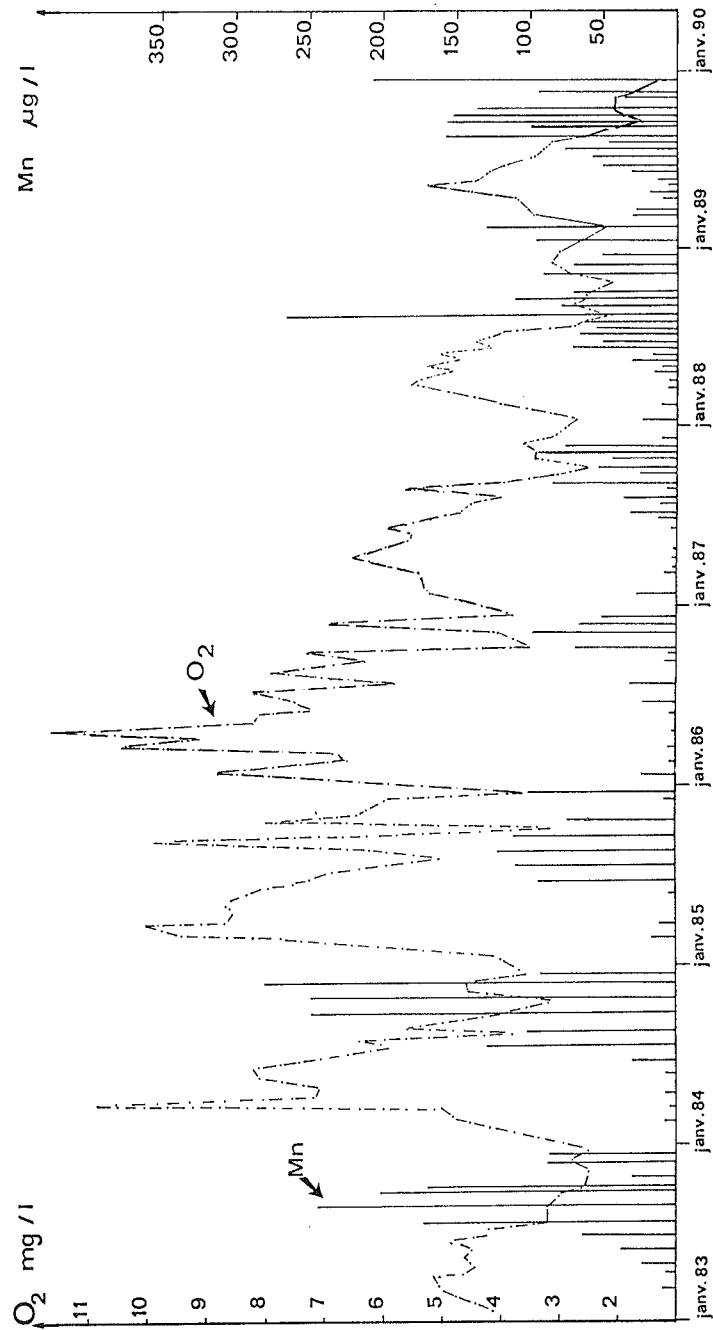


FIGURE 1 : EVOLUTION COMPAREE DES CONCENTRATIONS  
EN OXYGENE DISSOUS ET EN MANGANÈSE  
DANS LES EAUX DU FOND (SHL 2)

## BIBLIOGRAPHIE

- AWBR (1986) : Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein Ergebnisse der physikalischen, chemischen, biologischen und bakteriologischen Untersuchungen, 296 p.
- CORVI, C. et KHIM-HEANG, S. (1989) : Recherche de métaux et de quelques micropolluants organiques dans l'eau du Léman.  
Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1988, 45-50.
- GIGER, W. et SCHAFFNER, C. (1988) : Recherche de NTA et EDTA dans l'eau du Léman.  
Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1987, 235-241.
- GRANDJEAN, D., de ALENCASTRO, L.F. et TARRADELLAS, J. (1990) : Micropolluants organiques dans les effluents de STEP, les eaux du Rhône et les eaux du Léman.  
Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1989.
- HEGI, H.R., (1976) : Schwermetalle im Pelagia des Bodensees (Obersee und Untersee) und des Greifensees. Schweiz. Z. Hydrol., 38/1, 35-47.
- KHIM-HEANG, S., CORVI, C. et VOGEL, J. : Détermination de l'acide nitrilotriacétique (NTA) dans les eaux naturelles et détergents par chromatographie ionique.  
A paraître.
- MANUEL SUISSE DES DENREES ALIMENTAIRES (1983) : Dosage du mercure. Chapitre 45, Paragraphe 31, Cinquième édition; deuxième volume.
- NICOUD, S., HUMBERT, B., DE ALENCASTRO, L.F. et TARRADELLAS, J. (1988) : Micropolluants organiques dans les effluents de stations d'épuration, les eaux du Rhône et les eaux du Léman.  
Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1987, 225-234.
- PINTA, M., BARROIN, G., BAUDIN, G., BELLANGER, J., BOITEUX, H., BOUCETTA, M., ECREMENT, F., FRITSCHÉ, J., GROUX, R., KOVACSIK, G., KUHN, V., LAPORTE, J., MARIEE, M., NORMAND, J., RIANDEY, C., ROPERT, M.E., ROUSSELET, F. et VOINOVITCH, I. (1971) : Spectrométrie d'absorption atomique. Applications à l'analyse chimique. Masson et Cie, Paris.
- SIEGRIST, H., ALKER, A. et STUMM, W. (1982) : Schwermetalle in Bodensee. Naturwissenschaften, 69, 546-547.
- SMITH, A.E. et FITZPATRICK, A. (1971) : A thin-layer chromatographic procedure for the detection in soils and water of herbicides residues commonly used in Saskatchewan. J. Chromatogr., 57, 303-308.
- SUPELCO REPORTER (1986) : Solid phase extraction provides interference free samples for analysing triazines herbicides, Volume V<sub>1</sub>, 11-12.

TABLEAU 1 - Dosage des métaux et alcalino-terreux dans les eaux en 1989

Eléments	Unités	Lac = SHL 2					Lac = Vidy			Rejets STEP	
		2.5 m	30 m	200 m	305 m	1 m	10 m	Thonon	Lausanne		
Fer	µg/l	9/4.5	5/6	5/4.8	4/10	14/-	22/-	-/170	-/1457		
Manganèse	µg/l	2/1	1/1	2/1	20/98	2/-	2/-	-/112	-/62		
Plomb	µg/l	<0.5/<0.5	<0.5/<0.5	<0.5/<0.5	<0.5/<0.5	<0.5/-	<0.5/-	-/<0.5	-/<0.5		
Cadmium	µg/l	<0.02/<0.02	<0.02/<0.02	<0.02/<0.02	<0.02/<0.02	<0.02/-	<0.02/-	-/0.03	-/0.03		
Chrome	µg/l	0.4/0.9	0.39/0.9	1.7/0.35	0.45/1.5	0.45/-	0.5/-	-/0.7	-/1.3		
Cuivre	µg/l	1.1/0.6	1.0/1.0	1.2/0.9	0.8/1.2	1.0/-	1.1/-	-/4.3	-/11		
Aluminium	µg/l	12/20	13/13	13/12	15/7	25/-	26/-	-/4	-/12		
Zinc	µg/l	9.4/4.6	1.0/1.3	0.9/1.4	1.0/2.5	1.0/-	0.8/-	-/27	-/125		
Cobalt	µg/l	1.9/1.0	1.7/1.0	2.0/1.0	2.0/1.3	1.8/-	2.0/-	-/2.2	-/2.9		
Nickel	µg/l	1.3/3.0	1.5/3.6	1.1/3.6	0.8/4.1	1.0/-	1.4/-	-/8.5	-/24.9		
Molybdène	µg/l	3.1/4.0	2.9/5.2	3.1/3.7	3.3/5.1	3.1/-	3.1/-	-/5.1	-/5.5		
Argent	µg/l	<0.2/0.6	<0.2/0.6	<0.2/0.7	<0.2/0.7	<0.2/-	<0.2/-	-/0.4	-/3.3		
Mercuré	µg/l	<0.1/<0.1	<0.1/<0.1	<0.1/<0.1	<0.1/<0.1	<0.1/-	<0.1/-	-/<0.1	-/<0.1		
Calcium	mg/l	43.5/40.0	43.2/43.3	46.0/48.0	48.5/50.0	43.7/-	43.9/-	-/63.0	-/67.0		
Magnésium	mg/l	6.05/5.85	5.95/5.90	6.15/6.15	6.2/6.25	6.05/-	6.00/-	-/10.1	-/8.1		
Lithium	µg/l	06/8	6/8	6/9	6/9	6/-	6/-	-/11	-/-		
Sodium	mg/l	4.05/4.4	4.0/4.3	3.9/4.0	3.8/3.95	4.1/-	4.15/-	-/52	-/-		
Potassium	mg/l	1.3/1.3	1.25/1.25	1.35/1.3	1.35/1.4	1.35/-	1.35/-	-/7.5	-/-		
Bismuth	µg/l	<2/-	<2/-	<2/-	<2/-	<2/-	<2/-	-/-	-/-		
Arsenic	µg/l	<3/-	<3/-	<3/-	<3/-	<3/-	<3/-	-/-	-/-		

Remarque : le premier chiffre indique le résultat de la campagne de mars, le second celui de la campagne d'automne

- = absence de mesures

TABLEAU 2 - Dosage des anions et paramètres divers dans les eaux en 1989

Eléments ou paramètres	Unités	Lac = SML 2						Lac = Viçy			Rejets STEP	
		2.5 m	30 m	200 m	305 m	1 m	10 m	Thonon	Lausanne			
Nitrites	mg N/l	0/0.006	0/0	0.001/0	0/0	0.003/-	0.002/-	-/-	-/-			
Nitrates	mg N/l	0.60/0.28	0.61/0.59	0.65/0.65	0.58/0.57	0.65/-	0.64/-	-/-	-/-			
Sulfates	mg SO <sub>4</sub> /l	50.0/47.5	49/50	48/50.5	48.5/49	49.5/-	46.5/-	-/-	-/-			
Chlorures	mg/l	5.7/6	5.7/5.9	5.4/5.4	5.2/5.3	5.9/-	5.8/-	-/-	-/-			
Fluorures	mg/l	0.13/0.17	0.11/0.18	0.11/0.18	0.12/0.20	0.14/-	0.13/-	-/0.22	-/0.16			
Bromure	mg/l	0.12/<0.1	0.11/<0.1	0.10/<0.1	0.09/<0.1	0.13/-	0.13/-	-/0.1	-/0.23			
Orthophosphates	mg P/l	0.035/0.002	0.036/0.016	0.062/0.067	0.090/0.128	0.039/-	0.044/-	-/-	-/-			
Phosphore total	mg P/l	0.042/0.013	0.042/0.022	0.066/0.071	0.096/0.136	0.048/-	0.049/-	-/-	-/-			
Azote total	mg N/l	0.74/0.55	0.73/0.68	0.74/0.72	0.67/0.63	0.77/-	0.77/-	-/-	-/-			
Silice	mg SiO <sub>2</sub> /l	1.23/0.60	1.21/1.16	2.09/2.87	3.71/4.91	1.38/-	-/-	-/-	-/-			
Conductivité	µS/cm	276/258	281/278	298/295	301/303	287/-	286/-	-/-	-/-			
pH	-	7.82/7.90	7.93/7.95	7.78/7.92	7.66/7.59	7.82/-	-/-	-/-	-/-			
Turbidité	UTP/F	0.24/0.20	0.29/0.18	0.15/0.09	0.34/0.14	0.31/-	0.42/-	-/4.25	-/-			
Antimoine	µg/l	<5/-	<5/-	<5/-	<5/-	<5/-	<5/-	-/-	-/-			
Thallium	µg/l	<1/-	<1/-	<1/-	<1/-	<1/-	<1/-	-/-	-/-			
Strontium	mg/l	-/0.33	-/0.33	-/0.34	-/0.35	-/-	-/-	-/0.33	-/-			

Remarque : le premier chiffre indique le résultat de la campagne de mars, le second celui de la campagne d'automne

- = absence de mesure

TABLEAU 3 - Dosage des micropolluants organiques dans les eaux en 1989

Eléments ou paramètres	Unités	Lac = SHL 2				Lac = Vidy		Rejets STEP	
		2.5 m	30 m	200 m	305 m	1 m	10 m	Thonon	Lausanne
<u>Pesticides chlorés</u> α HCH γ HCH	ng/l	2.2/nd*	1/nd	1.3/nd	1.3/nd	1.8/-	2.6/-	-/nd	-/nd
	ng/l	23/nd	2.2/nd	2.6/nd	2.2/nd	7/-	10.1/-	-/nd	-/nd
<u>Pesticides phosphorés</u>	ng/l	nd/nd	nd/nd	nd/nd	nd/nd	nd/-	nd/-	-/nd	-/nd
<u>Solvants chlorés</u> Trichloéthane Perchloréthylène Trichloréthylène Dibromo-chlorométhane Dichlorobenzène Chloroforme	ng/l	nd/nd	nd/nd	nd/nd	nd/nd	nd/-	65/-	-/6200	-/1600
	ng/l	2/10	1/10	1/10	2/10	11/-	15/-	-/600	-/1100
	ng/l	1.4/0.4	1/0.7	1/1.4	1.4/1.4	2/-	2/-	-/2200	-/350
	ng/l	nd/nd	nd/nd	nd/nd	nd/nd	nd/-	nd/-	-/nd	-/nd
	ng/l	45/nd	20/nd	20/nd	20/nd	nd/-	45/-	-/nd	-/nd
ng/l	nd/nd	nd/nd	nd/nd	nd/nd	nd/-	220/-	-/2300	-/nd	
<u>Herbicides</u> Atrazine Simazine	µg/l	0.04/0.03	0.04/0.04	0.04/0.04	0.04/0.04	0.03/-	0.03/-	-/0.08	-/0.13
	µg/l	0.04/0.03	0.04/0.03	0.04/0.03	0.04/0.03	0.02/-	0.04/-	-/0.07	-/0.10
	µg/l	<50/<50	<50/<50	<50/<50	<50/<50	<50/-	<50/-	-/<50	-/<50
<u>Divers</u> PCB NTA EDTA	µg/l	0.5/0.5	<0.2/<0.2	<0.2/<0.2	<0.2/<0.2	1.1/1	<0.2/1.1	-/38	-/603
	µg/l	0.3/3	0.4/2.4	<0.2/2.4	<0.2/2.5	0.7/2.8	<0.2/2	-/67	-/618
	µg/l								

Remarque : le premier chiffre indique le résultat de la campagne de mars, le second celui de la campagne d'automne  
- = absence de mesure

nd = non décelé : Pesticides phosphorés < 160 ng/l (calculé en chlorpyrifos)

Pesticides chlorés : < 1 ng/l

Solvants chlorés :

- Trichloéthane : < 50 ng/l
- Dibromo-chlorométhane : < 5 ng/l
- Dichlorobenzène : < 20 ng/l
- Chloroforme : < 40 ng/l

TABLEAU 4 - Quelques concentrations de référence

Paramètre	Unité	OSEC (1)		OMS (2)	CEE (3)		MSDA (4)	
		Tolérance	Limite		A	B	A	B
Fer total	µg/l						50	300
Manganèse total	µg/l			100	20	50	20	50
Plomb	µg/l		50	50		50	1	50
Cadmium	µg/l		5	5		5	0.5	5
Chrome total (5)	µg/l		20	50		50	1	20
Cuivre	µg/l	1500		1000	100	3000	50	1500
Aluminium	µg/l			200	50	200	50	200
Zinc	µg/l	5000		5000	100	5000	100	5000
Nickel	µg/l					50		
Sélénium	µg/l		10	10		10	1	10
Argent	µg/l					10		100
Mercure	µg/l		1	1		1	0.1	1
Arsenic	µg/l		50	50		50	2	50
Nitrites	mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l	0.1				0.1	0.01	0.1
Nitrates	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	40		50	25	50	25	40
Sulfates	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l			400	25	250	50	200
Chlorures	mg/l			250	25		20	200
Fluorures	mg/l	1.5						1.5
Sodium	mg/l			200	20	150	20	150
Potassium	mg/l				10	12	10	
NTA	µg/l	3						
EDTA	µg/l	5						
<u>Pesticides chlorés :</u> Par substance au total	ng/l ng/l	100 500		*				100 500
<u>Herbicides :</u> . Atrazine . Simazine	µg/l µg/l	0.1** 0.1					0.1 0.1	
<u>Solvants chlorés :</u> . Perchloréthylène . Trichloréthylène . Chloroforme	ng/l ng/l ng/l	***		10000 30000 30000				

\* = Les valeurs guides OMS pour les pesticides organochlorés varient de 10 à 30'000 µg/l selon le composé

\*\* = La tolérance OSEC pour les pesticides est de 0.1 µg/l par substance et 0.5 µg/l pour la somme

\*\*\* = La tolérance OSEC pour les hydrocarbures halogénés volatils dans les eaux de boisson est de 25 µg/l (seuls ou ensembles dans la valeur moyenne annuelle)

(1) **OSEC**

Ordonnance suisse sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires

- Tolérance :

Les valeurs tolérées sont des concentrations maximales de substances dont le dépassement donne lieu à la contestation de la denrée alimentaire par l'autorité d'exécution

- Limite :

Les valeurs limites sont des concentrations maximales dont le dépassement signifie que la denrée alimentaire est jugée impropre à l'alimentation de l'homme.

(2) **OMS**

Organisation mondiale de la santé, "Guidelines for drinking water quality", Vol I, EFP/32.39.

(3) **CEE**

Directives 80/778/CEE - Journal officiel des Communautés européennes du 30.08.1980, pages 11-30

- Colonne A :

Niveau guide

- Colonne B :

Concentration maximale admissible

(4) **MSDA**

Manuel suisse des denrées alimentaires

- Colonne A :

Niveau guide (objectif de qualité pour une eau de boisson)

- Colonne B :

Valeurs maximales admissibles

(5) **Chrome**

Les valeurs MSDA et OSEC sont prévues pour le chrome VI et celles de l'OMS et CEE pour le chrome total.