

ANALYSES COMPARATIVES INTERLABORATOIRES

COMPARATIVE INTERLABORATORY ANALYSES

Campagne 2005

PAR

Andrés STRAWCZYNSKI

SERVICE DES EAUX, SOLS ET ASSAINISSEMENT DU CANTON DE VAUD
Ch. des Boveresses 155, CH - 1066 EPALINGES

RÉSUMÉ

Au cours de l'année 2005, les laboratoires membres du groupe de travail "Méthodologie" de la CIPEL ont pu participer à 6 essais interlaboratoires concernant des analyses d'éléments nutritifs majeurs (cycles de l'azote et du phosphore, matière organique, ions majeurs), de produits phytosanitaires (pesticides) et d'hydrocarbures polycycliques aromatiques, sur des matrices allant d'échantillons synthétiques à des eaux naturelles, en passant par des eaux minérales et des extraits de boues.

Le traitement statistique montre que l'ensemble des essais peut être considéré comme bon à très bon. Le nombre de résultats aberrants (test de Dixon) est faible, et la dispersion est bonne. Mis à part un ou deux cas particuliers, les écarts types sont du même ordre de grandeur que ceux observés les années antérieures, correspondant à une dispersion "typique" de ces essais (préparation des échantillons, techniques analytiques utilisées, etc...). La dispersion des résultats de l'essai concernant les hydrocarbures aromatiques polycycliques semble trop importante. Un essai avec des ajouts d'éléments majeurs dans les eaux naturelles s'est révélé très prometteur et sera répété.

ABSTRACT

During 2005, the laboratories belonging to the CIPEL "Methodology" working group took part in 6 interlaboratory surveys of the analyses of the main nutrient elements (nitrogen and phosphorus cycles, organic matter, main ions), pesticides and polycyclic aromatic hydrocarbons, on matrix ranging from synthetic samples to samples of natural water and including mineral water and sludge extracts.

Statistical analysis shows that the results of all the tests can be classified as good to very good. The number of aberrant data (Dixon tests) was small, and the scatter was good. Apart from one or two exceptions, the standard deviations were of the same order of greatness as those found in the previous years, corresponding to a "typical" degree of scatter for these tests (preparation of the samples, analytical methods used, etc...). The scatter of the results of the test for polycyclic aromatic hydrocarbons seems to be rather high. A test involving the addition of the main elements to samples of natural water looks very promising and will be repeated.

1. INTRODUCTION

Les données présentées correspondent aux essais interlaboratoires dont les résultats ont été discutés en 2005. Une appréciation sommaire figure dans les procès-verbaux du groupe de travail "Méthodologie" de la CIPEL de cette année.

Les analyses interlaboratoires organisées dans le cadre du groupe "Méthodologie" ou auxquelles les membres du groupe ont pu participer au cours de l'année 2005 sont données dans le tableau 1.

Ont participé à ces essais :

- des laboratoires de protection des eaux suisses et français
(tous les cantons romands, INRA-Thonon, Bâle-Ville, Berne, Urkantone, Argovie, Thurgovie)
- des laboratoires cantonaux (Genève, Neuchâtel)
- des laboratoires communaux de distributeurs d'eau et services industriels
(Genève, Lausanne, Neuchâtel, La Chaux-de-Fonds, Bâle, Berne)
- des laboratoires fédéraux suisses (universitaires et de recherche : EPFL, EAWAG)
- des laboratoires privés suisses et français.

Tableau 1: Liste des analyses interlaboratoires organisées en 2005.

Table 1 : List of the interlaboratory surveys organized in 2005.

Date	Matrice	Paramètres	Participants	Remarques
04.2005	lac + rivière	éléments majeurs	18	Préparé par J. LAZZAROTTO, INRA Thonon [1]
03.2005	eau de distribution (eau de boisson)	aluminium	11	Préparé par F. KHAJEHNOURI, Eau Service Lausanne [2]
03.2005	eau synthétique type STEP	éléments majeurs	9 (45)	Organisé et traité par B. DUPERRON, CARSO-LSEH-Lyon [3]
05.2005	eau minérale dopée	pesticides	10	Préparé par J. ONDRUS, SPE Neuchâtel [4]
10.2005	lac + rivière	éléments majeurs	17	Préparé par A. STRAWCZYNSKI, SESA Vaud
10.2005	extrait (solvant) d'une boue certifiée	hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	10	Préparé par B. DUPERRON, CARSO-LSEH-Lyon [3]

Pour la préparation des échantillons d'eau de lac ou de rivière, un grand volume (env. 120 litres) est placé dans un bac en polyéthylène. La tare du bac a été déterminée au préalable. Selon la nature de l'échantillon, un filtrage grossier, par exemple au moyen de laine de verre, permet d'éliminer les grosses particules. Le bac est agité en permanence, même pendant les phases de sous-échantillonnage.

L'échantillon est sous-échantillonné dans environ 25 flacons de 2.5 litres en polyéthylène. Puis, toujours sous agitation, les dopages des différents paramètres sont ajoutés au volume restant. Puis un nouveau sous-échantillonnage permet de remplir à nouveau 25 flacons de 2 litres. Le calcul des ajouts se fait par rapport au volume estimé par pesée. Chaque laboratoire peut ensuite à son tour sous-échantillonner selon ses pratiques usuelles.

Le test de DIXON (TAYLOR, 1987), que la norme ISO 5725 (ISO, 1986) préconise a été utilisé pour éliminer les résultats aberrants. Le test de COCHRAN, basé sur les variances intralaboratoires, ne peut être utilisé que si tous les laboratoires reportent les résultats de plusieurs réplicats, et par conséquent il n'a pas été employé.

En principe, les valeurs fournies par les laboratoires correspondent aux réplicats utilisés pour le calcul du résultat final.

Dans les tableaux qui suivent, le nombre de laboratoires "statistiques" ne tient pas compte des résultats tels que "inférieur à" ou "non détecté", et représente le nombre de laboratoires dont le résultat est retenu pour les statistiques (après exclusion des aberrants). La colonne "Dixon" représente le nombre de laboratoires considérés comme aberrants par ce test (seuil 95 %). Les résultats présentés sont ceux après élimination des aberrants. Les résultats sont donnés avec le même nombre de décimales que lors des essais interlaboratoires.

2. ÉLÉMENTS MAJEURS DANS DES EAUX DE TYPE LAC ET RIVIÈRE

Le premier essai interlaboratoire de l'année (avril) est semblable à ceux des années antérieures : 2 échantillons d'eaux naturelles sont analysés, l'un provenant d'un lac et l'autre d'une rivière (Léman, station de pompage de la pisciculture de Thonon à - 50 mètres et le Foron). Par contre, lors du deuxième essai, il s'agissait d'une eau de rivière (la Venoge), brute et dopée.

Les tableaux 2a et 2b présentent les résultats des 4 échantillons de l'année 2005.

Les résultats sont dans l'ensemble bons à très bons, et sont conformes à ceux observés les années précédentes. Quelques observations peuvent cependant être faites :

- la dispersion est plus élevée sur les résultats d'ajouts, mais cela s'explique par le fait qu'il s'agit d'un calcul (échantillon dopé - échantillon brut) et que les erreurs s'additionnent,
- les taux de récupération sont relativement bons, compte tenu des conditions de préparation,
- la récupération est sensiblement moins bonne pour le carbone organique total (72 %) que pour le dissous (88 %), bien qu'il s'agisse du même ajout, mesuré sur l'échantillon brut ou filtré,
- la dispersion est grande pour l'ammonium dans l'échantillon "lac" du mois d'avril, mais au niveau de 10 µgN/L on se trouve dans la zone ou légèrement au-dessus des limites de quantification.

Ce premier essai avec des ajouts a donné satisfaction. Il permet de combiner l'analyse d'une matrice réelle avec l'avantage de connaître des valeurs cible. Les membres du groupe "Méthodologie" ont par conséquent opté pour continuer à l'avenir avec ce type d'essais. La préparation d'un d'échantillon de gros volume (env. 100 litres) homogène, présente quelques difficultés. Des améliorations pratiques (homogénéisation, pesée, etc.) devraient être apportées dans le futur.

3. ALUMINIUM DANS L'EAU DE DISTRIBUTION

L'aluminium est un paramètre dont l'analyse se révèle délicate, notamment à cause de contaminations difficiles à éviter. L'analyse a porté sur une eau brute avant traitement et une eau traitée. Le tableau 3 présente les résultats de cet essai, qui peut être caractérisé de bon compte tenu du niveau de concentration et de la difficulté de l'analyse. Cinq laboratoires ont également fourni des résultats pour le standard joint aux échantillons, trois laboratoires se situant entre 17 et 18 µg/L, les deux autres entre 11 et 12 µg/L. A noter que la norme légale pour l'eau de boisson est de 10 µg/L en France et 200 µg/L en Suisse.

4. PHYTOSANITAIRES

La fréquence d'un essai par année a été maintenue. Comme pour les éléments majeurs, il s'agissait d'un échantillon d'eau de rivière (le Doubs), brut et dopé. La liste des paramètres à analyser est proche de celle du "mix A" des années précédentes.

Le tableau 4 présente les résultats détaillés, qui sont bons voire très bons. Les ajouts sont bien retrouvés et la dispersion reste conforme à ce que l'on peut attendre (de 12 à 33 %, 24 % en moyenne).

Il convient de noter que certains laboratoires (4 sur 10) ont détecté des substances dans l'échantillon non dopé, mais en utilisant parfois des techniques plus sensibles. Cependant, deux de ces laboratoires ont trouvé des substances entre 30 et 110 ng/L dans l'échantillon non dopé, ce qui paraît peu plausible en regard des autres résultats.

5. ÉCHANTILLON SYNTHÉTIQUE TYPE "STEP"

Les laboratoires ayant participé à cet essai ont reçu les résultats, mais la discussion de ceux-ci en séance n'a pas pu se faire en 2005. Par conséquent le traitement fera partie du rapport 2006.

6. HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

Cet essai a été effectué sur un extrait (hexane:acétone 80:20 v/v) d'une boue certifiée. Les résultats figurent au tableau 5. Les taux de récupération semblent bons, mais il s'agissait du même extrait pour l'ensemble des laboratoires et a donc une valeur de contrôle pour la partie "analyse instrumentale" uniquement. Il convient d'ailleurs de remarquer que les valeurs certifiées de la boue sont données avec des incertitudes de l'ordre de 20 à 50 % selon le paramètre.

La dispersion des résultats varie de 14 % (acénaphthène) à 92 % (benzo(k)fluoranthène), ce qui est important pour l'analyse d'un extrait homogène. De l'avis général l'essai est peu concluant et il est nécessaire d'en organiser un nouveau.

Il convient cependant d'apporter quelques nuances. Les moyens statistiques utilisés (moyenne arithmétique après élimination des aberrants selon Dixon) semble peu "efficace". Ainsi, pour le benzo(k)fluoranthène il n'y a pas de valeur rejeté par le test de Dixon. La valeur cible est de 36 µg/L et la moyenne arithmétique de 54 µg/L. Par contre, la médiane, représentation plus robuste, est de 43 µg/L. L'utilisation de statistiques robustes semble ainsi mieux indiquée.

7. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les résultats des essais 2005 peuvent être qualifiés de bons à très bons pour les paramètres dont les analyses sont les plus usuelles (éléments majeurs type STEP, lacs et rivières, phytosanitaires). La tendance à atteindre des "paliers" en terme de variabilité des résultats (écart type) semble se confirmer, sauf cas particuliers sur quelques paramètres isolés. La dispersion des résultats des hydrocarbures polycycliques aromatiques semble trop importante, et il conviendrait de répéter l'essai. L'utilisation d'ajouts pour les analyses des éléments majeurs dans les eaux naturelles a donné satisfaction, et ce type d'essai sera dorénavant utilisé en routine.

L'implémentation dans le traitement des résultats des interlaboratoires de statistiques robustes est souhaitable et devrait se réaliser dès 2006.

ABRÉVIATIONS :

Ca	calcium	mgCa/L	Na	sodium	mgNa/L
COD	carbone organique dissous	mgC/L	NH ₄	ammonium	mgN/L
COND	conductivité (à 25°C)	µS/cm	NO ₂	nitrite	mgN/L
COT	carbone organique total	mgC/L	NO ₃	nitrate	mgN/L
Cl	chlorure	mgCl/L	NTK	azote Kjeldahl	mgN/L
DCO	demande chimique en oxygène	mgO ₂ /L	PO ₄	orthophosphate	mgP/L
DBO ₅	demande biochimique en oxygène	mgO ₂ /L	Ptot	phosphore total	mgP/L
DT	dureté totale	méq/L	SiO ₂	silice	mgSiO ₂ /L
K	potassium	mgK/L	SO ₄	sulfate	mgSO ₄ /L
MES	matières en suspension	mg/L	TAC	titre alcalimétrique	méq/L
KMnO ₄	oxydabilité	mgKMnO ₄ /L	HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	
Mg	magnésium	mgMg/L			

BIBLIOGRAPHIE

ISO (1986) : Fidélité des méthodes d'essai. Norme internationale ISO 5725, 2ème édition.

TAYLOR, J.K. (1987) : Quality assurance of chemical measurements. Lewis Publishers, inc., ISBN 0-87371-097-5, p. 15.

Adresses :

- [1] INRA-UMR/CARTELE, Avenue de Corzent 75, BP 511, FR - 74203 THONON-LES-BAINS Cedex
- [2] Eau Service Lausanne, Direction des travaux, Route de Lavaux 295, CH - 1095 LUTRY
- [3] CARSO - Laboratoire Santé-Environnement-Hygiène de Lyon, Av. Jean Jaurès 321, FR - 69632 LYON Cédex 7.
- [4] Service cantonal de la protection de l'environnement, Route du Tombet 24, CH - 2034 PESEUX.

Tableau 2a : Eléments majeurs dans les échantillons d'eaux de lac et rivière.

Table 2a : Main elements found in the lake and river water samples .

Date	Paramètre - valeur dopage	U	N	D	\bar{x}	σ	R
04.2005	Conductivité - LAC	$\mu\text{S/cm } 25^\circ\text{C}$	16	0	302	5	
04.2005	Conductivité - RIV	$\mu\text{S/cm } 25^\circ\text{C}$	16	0	680	14	
10.2005	Conductivité -RIV	$\mu\text{S/cm } 25^\circ\text{C}$	14	1	560	9	
04.2005	Mat. en suspension - RIV	mg/L	13	0	5	2	
10.2005	Mat. en suspension - RIV	mg/L	11	0	9	2	
04.2005	Oxydabilité - LAC	mg/L	6	1	2.15	0.32	
04.2005	Oxydabilité - RIV	mg/L	7	1	10.90	2.47	
10.2005	Oxydabilité - RIV	mg/L	9	0	11.19	1.28	
04.2005	Carbone organique total - LAC	mg C/L	12	0	0.94	0.19	
04.2005	Carbone organique total - RIV	mg C/L	13	0	3.05	0.48	
10.2005	Carbone organique total - RIV	mg C/L	13	0	3.75	0.49	
10.2005	Carbone organique total - DOP	mg C/L	13	0	4.94	0.82	
10.2005	Ajout COT - 1.66 mg C/L	mg C/L	13	0	1.19	0.59	72 %
04.2005	Carbone organique dissous - RIV	mg C/L	13	0	2.89	0.40	
10.2005	Carbone organique dissous - RIV	mg/L	11	0	3.15	0.26	
10.2005	Carbone organique dissous - DOP	mg C/L	12	0	4.67	0.62	
10.2005	Ajout COD - 1.66 mg C/L	mg C/L	11	0	1.46	0.58	88 %
04.2005	Dureté totale - LAC	méq/L	6	2	2.81	0.04	
04.2005	Dureté totale - RIV	méq/L	6	2	7.19	0.11	
10.2005	Dureté totale - RIV	méq/L	7	1	4.71	0.11	
04.2005	Titre alcalimétrique - LAC	méq/L	12	1	1.82	0.02	
04.2005	Titre alcalimétrique - RIV	méq/L	12	2	5.25	0.04	
10.2005	Titre alcalimétrique - RIV	méq/L	14	0	3.72	0.08	
04.2005	Calcium - LAC	mg/L	16	0	45.19	1.66	
04.2005	Calcium - RIV	mg/L	16	0	119.51	3.63	
10.2005	Calcium - RIV	mg/L	14	1	77.88	2.12	
04.2005	Magnésium - LAC	mg/L	16	0	5.98	0.34	
04.2005	Magnésium - RIV	mg/L	16	0	14.20	0.53	
10.2005	Magnésium - RIV	mg/L	14	1	10.11	0.31	
04.2005	Sodium - LAC	mg/L	15	1	5.62	0.37	
04.2005	Sodium - RIV	mg/L	16	0	12.26	1.19	
10.2005	Sodium - RIV	mg/L	14	1	22.51	1.13	
10.2005	Sodium - DOP	mg/L	14	1	30.35	1.53	
10.2005	Ajout Na - 8.17 mg Na/L	mg/L	14	1	7.84	0.64	96 %
04.2005	Potassium - LAC	mg/L	16	0	1.44	0.14	
04.2005	Potassium - RIV	mg/L	15	1	2.64	0.15	
10.2005	Potassium - RIV	mg/L	15	0	5.55	0.32	
10.2005	Potassium - DOP	mg/L	15	0	6.28	0.47	
10.2005	Ajout K - 0.70 mg K/L	mg/L	15	0	0.73	0.22	104 %

U	Unités
N	Nombre de résultats statistiques
D	Nombre d'aberrants selon Dixon
\bar{x}	Moyenne arithmétique
σ	Ecart-type
R	Récupération de l'ajout

Tableau 2b : Eléments majeurs dans les échantillons d'eaux de lac et rivière.

Table 2b : Main elements found in the lake and river water samples.

Date	Paramètre - valeur dopage	U	N	D	\bar{x}	σ	R
04.2005	Chlorure - LAC	mg/L	16	1	8.10	0.29	
04.2005	Chlorure - RIV	mg/L	16	1	23.41	0.65	
10.2005	Chlorure - RIV	mg/L	15	1	38.13	1.29	
10.2005	Chlorure - DOP	mg/L	15	1	49.36	1.98	
10.2005	Ajout Cl - 11.68 mg/L	mg/L	15	1	11.23	1.04	96 %
04.2005	Sulfate - LAC	mg/L	14	2	47.19	1.48	
04.2005	Sulfate - RIV	mg/L	14	2	75.40	3.47	
10.2005	Sulfate - RIV	mg/L	16	0	34.72	0.76	
04.2005	Silice - LAC	mg SiO ₂ /L	12	2	1.88	0.11	
04.2005	Silice - RIV	mg SiO ₂ /L	12	2	6.06	0.40	
10.2005	Silice - RIV	mg SiO ₂ /L	13	1	5.66	0.31	
10.2005	Silice - DOP	mg SiO ₂ /L	13	1	6.46	0.38	
10.2005	Ajout SiO ₂ - 0.87 mg SiO ₂ /L	mg SiO ₂ /L	13	1	0.79	0.17	91 %
04.2005	Ammonium - LAC	mg N/L	11	0	0.010	0.009	
04.2005	Ammonium - RIV	mg N/L	15	1	0.159	0.018	
10.2005	Ammonium - RIV	mg N/L	13	3	0.517	0.019	
10.2005	Ammonium - DOP	mg N/L	14	2	0.918	0.043	
10.2005	Ajout NH ₄ - 0.41 mg N/L	mg N/L	14	2	0.391	0.032	95 %
04.2005	Nitrite - LAC	mg N/L	6	0	0.0012	0.0004	
04.2005	Nitrite - RIV	mg N/L	16	0	0.0413	0.0148	
10.2005	Nitrite - RIV	mg N/L	13	2	0.1152	0.0132	
10.2005	Nitrite - DOP	mg N/L	14	2	0.1257	0.0165	
10.2005	Ajout NO ₂ - 0.012 mg N/L	mg N/L	12	3	0.0119	0.0016	99 %
04.2005	Nitrate - LAC	mg N/L	17	0	0.552	0.030	
04.2005	Nitrate - RIV	mg N/L	15	2	2.691	0.070	
10.2005	Nitrate - RIV	mg N/L	15	1	3.909	0.096	
10.2005	Nitrate - DOP	mg N/L	15	1	4.273	0.099	
10.2005	Ajout NO ₃ - 0.37 mg N/L	mg N/L	14	2	0.353	0.046	95 %
04.2005	Azote total - LAC	mg N/L	7	0	0.68	0.14	
04.2005	Azote total - RIV	mg N/L	8	0	3.11	0.24	
10.2005	Azote total - RIV	mg N/L	10	0	4.70	0.43	
10.2005	Azote total - DOP	mg N/L	10	0	5.35	0.57	
10.2005	Ajout Ntot - 0.79 mg N/L	mg N/L	10	0	0.65	0.20	82 %
04.2005	Orthophosphate - LAC	mg P/L	13	3	0.022	0.002	
04.2005	Orthophosphate - RIV	mg P/L	18	0	0.201	0.022	
10.2005	Orthophosphate - RIV	mg P/L	14	0	0.098	0.022	
10.2005	Orthophosphate - DOP	mg P/L	14	0	0.118	0.018	
10.2005	Ajout PO ₄ - 0.019 mg P/L	mg P/L	13	1	0.017	0.004	89 %
04.2005	Phosphore total - LAC	mg P/L	12	1	0.027	0.005	
04.2005	Phosphore total - RIV	mg P/L	13	1	0.223	0.024	
10.2005	Phosphore total - RIV	mg P/L	13	0	0.162	0.015	
10.2005	Phosphore total - DOP	mg P/L	13	0	0.179	0.018	
10.2005	Ajout Ptot - 0.019 mg P/L	mg P/L	12	1	0.017	0.003	89 %

U	Unités
N	Nombre de résultats statistiques
D	Nombre d'aberrants selon Dixon
\bar{x}	Moyenne arithmétique
σ	Ecart-type
R	Récupération de l'ajout

Tableau 3 : Aluminium.

Table 3 : Aluminium.

Date	Paramètre	U	N	D	\bar{x}	σ	R
03.2005	Aluminium, eau brute	µg/L	10	1	25	9	
03.2005	Aluminium, eau traitée	µg/L	10	1	23	8	
03.2005	Aluminium, standard	µg/L	5	0	15	3	

U	Unités
N	Nombre de résultats statistiques
D	Nombre d'aberrants selon Dixon
\bar{x}	Moyenne arithmétique
σ	Ecart-type
R	Récupération de l'ajout

Tableau 4 : Phytosanitaires.

Table 4 : Pesticides.

Date	Paramètre - valeur dopage	U	N	D	\bar{x}	σ	R
05.2005	Atrazine - ajout 90 ng/L	ng/L	9	1	89	21	99 %
05.2005	Atrazine-déséthyl - ajout 65 ng/L	ng/L	8	1	58	16	89 %
05.2005	Atrazine-désisopropyl - ajout 110 ng/L	ng/L	7	0	97	22	88 %
05.2005	Diuron - ajout 55 ng/L	ng/L	7	0	62	14	113 %
05.2005	Isoproturon - ajout 65 ng/L	ng/L	8	0	57	7	88 %
05.2005	Metalaxyl - ajout 140 ng/L	ng/L	7	0	125	26	89 %
05.2005	Simazine - ajout 40 ng/L	ng/L	9	0	57	19	143 %
05.2005	Terbutylazine - ajout 30 ng/L	ng/L	7	0	34	10	113 %
05.2005	Terbutylazine-déséthyl -ajout 60 ng/L	ng/L	6	0	61	15	102 %

U	Unités
N	Nombre de résultats statistiques
D	Nombre d'aberrants selon Dixon
\bar{x}	Moyenne arithmétique
σ	Ecart-type
R	Récupération de l'ajout

Tableau 5 : Hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP).

Table 5 : Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH).

Date	Paramètre - valeur cible	U	N	D	\bar{x}	σ	R
04.2005	naphthalène (26 ± 12 µg/L)	µg/L	10	0	26	6	100 %
04.2005	acenaphthylène	µg/L	3	0	7	3	
04.2005	acenaphthène (8 ± 3 µg/L)	µg/L	5	0	7	1	88 %
04.2005	fluorène (15 ± 5 µg/L)	µg/L	8	0	13	2	87 %
04.2005	phenanthrène (83 ± 22 µg/L)	µg/L	10	0	94	22	113 %
04.2005	anthracène (14 ± 5 µg/L)	µg/L	7	0	15	9	107 %
04.2005	fluoranthène (145 ± 36 µg/L)	µg/L	9	0	154	42	106 %
04.2005	pyrène (122 ± 36 µg/L)	µg/L	10	0	125	54	102 %
04.2005	benzo(a)anthracène (53 ± 19 µg/L)	µg/L	10	0	53	24	100 %
04.2005	chrysène (67 ± 14 µg/L)	µg/L	9	0	79	21	118 %
04.2005	benzo(b)fluoranthène (76 ± 22 µg/L)	µg/L	8	0	93	41	122 %
04.2005	benzo(k)fluoranthène (36 ± 8 µg/L)	µg/L	8	0	54	49	150 %
04.2005	benzo(a)pyrène (47 ± 11 µg/L)	µg/L	9	0	56	21	119 %
04.2005	indeno(1,2,3-cd)pyrène (46 ± 11 µg/L)	µg/L	7	0	43	32	93 %
04.2005	dibenzo(a,h)anthracène	µg/L	5	0	12	6	
04.2005	benzo(g,h,i)perylène (50 ± 25 µg/L)	µg/L	8	0	65	31	130 %

U	Unités
N	Nombre de résultats statistiques
D	Nombre d'aberrants selon Dixon
\bar{x}	Moyenne arithmétique
σ	Ecart-type
R	Récupération de l'ajout

CONSEIL SCIENTIFIQUE

DE LA COMMISSION INTERNATIONALE
POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN
CONTRE LA POLLUTION

RAPPORTS

SUR LES ÉTUDES
ET RECHERCHES ENTREPRISES
DANS LE BASSIN LÉMANIQUE

PROGRAMME QUINQUENNAL 2001-2005
CAMPAGNE 2005

*Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut.,
Campagne 2005, 2006*