

SOMMAIRE

	Page
ETUDES EFFECTUEES SUR LE LEMAN ET SON BASSIN VERSANT	7
1. EVOLUTION PHYSICOCHIMIQUE DES EAUX DU LEMAN	15
1. Introduction	15
2. Conditions de prélèvement des échantillons	15
3. La transparence de l'eau	17
4. Le régime thermique des eaux	17
5. Le régime de l'oxygène	18
6. Les composés de l'azote	20
7. Evolution du phosphore	24
8. Le carbone organique	25
9. La silice	26
10. Les chlorures	26
11. Autres déterminations	27
12. Conclusions	28
2. ETUDE DU PHYTOPLANCTON	31
1. Introduction	31
2. Résultats	32
2.1 Fréquence des espèces	32
2.2 Variations d'abondance	32
2.3 Biomasses	33
3. Conclusions	34
3. LES ROTIFERES DU LEMAN	43
1. Variations annuelles de l'abondance des Rotifères	43
2. Cycle saisonnier	43
3. Biomasse des Rotifères	44
4. Composition de la biocénose	45
5. Conclusions	46
6. Liste des espèces rencontrées en 1982	47
4. EVOLUTION DE LA PRODUCTION PRIMAIRE OU PRODUCTION ORGANIQUE DANS L'EAU	49
1. Introduction	49
2. Présentation des résultats	49
3. Variations saisonnières	51
4. Production annuelle	51
5. Conclusions	52

5.	ETUDE DES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES	55
	1. Introduction	55
	2. Echantillonnage	55
	3. Méthode analytique	56
	4. Résultats	56
	5. Discussion des résultats	56
6.	RECHERCHE DE METAUX DANS L'EAU DU LEMAN	61
7.	POLLUANTS METALLIQUES DANS LA FAUNE PISCICOLE	65
8.	ETUDE DES AFFLUENTS DU LEMAN ET DE SON EMISSAIRE	71
	1. Généralités	71
	2. Conditions météorologiques et débits des affluents	72
	3. Apports annuels et composition de l'eau des affluents	73
	4. Conclusions	88
9.	ETUDE DE LA POLLUTION DES SEDIMENTS ET DES EAUX DU RHONE AMONT ET DE SES AFFLUENTS PAR DES METAUX LOURDS	91
	. PREAMBULE	91
	. ETUDE DE LA POLLUTION DES SEDIMENTS DU RHONE AMONT ET DE SES AFFLUENTS PAR DES METAUX LOURDS	92
	1. Introduction	92
	2. Numérotation et provenance	92
	3. Résultats	93
	4. Conclusions	94
	. ETUDE DE LA POLLUTION DES EAUX DU RHONE AMONT ET DE SES AFFLUENTS PAR DES METAUX LOURDS	105
	1. Introduction	105
	2. Résultats	106
	3. Conclusions	107
10.	CONTAMINATION PAR LES METAUX LOURDS DES SEDIMENTS DES AFFLUENTS DU LEMAN ET DES RIVIERES DU CANTON DE GENEVE	111
	1. Introduction	111
	2. Teneurs naturelles et estimation globale du degré de contamination des rivières	112
	3. Localisation géographique des contaminations	112
	4. Impact du rejet de l'usine d'incinération de Penthaz sur les sédiments de la Venoge	131
	5. Conclusions	133

11.	CONTROLES DES REJETS DES STATIONS D'EPURATION	135
	1. Nombre et fréquence des contrôles	135
	2. Respect des normes de rejet et rendement d'épuration	136
	3. Flux de pollution et apports au Léman	136
	4. Charge quotidienne par habitant	138
12.	ANALYSES COMPARATIVES INTERLABORATOIRES	165
.	ADRESSES DES AUTEURS RESPONSABLES DES RAPPORTS	181

ETUDES EFFECTUEES SUR LE LEMAN ET SON BASSIN EN 1982

Depuis le début de l'année 1981, la surveillance de la qualité des eaux du Léman repose sur les études prévues par le troisième programme quinquennal de travaux et recherches de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution. Ces études, simplifiées par rapport aux approches antérieures, reposent pour l'essentiel sur l'analyse d'échantillons d'eau prélevés au centre du Grand Lac vingt-et-une fois par année à quatorze niveaux différents de profondeur.

Les résultats des études entreprises en 1982 montrent, une fois de plus, l'influence considérable des conditions météorologiques sur l'évolution à court terme du lac. Prise dans son ensemble, 1982 est une année pluvieuse, avec des précipitations particulièrement abondantes en juin, octobre et décembre. Notons encore des saisons froides peu rigoureuses et un ensoleillement plutôt déficitaire pendant le premier semestre.

Monsieur R. MONOD, dans son rapport sur l'évolution physico-chimique des eaux du Léman, note en 1981 et 1982 une baisse assez sensible de la transparence moyenne annuelle des eaux; de 8.1 m en 1981, elle tombe à 7.5 m l'année suivante. Cette évolution est avant tout due à une diminution de la transparence des eaux du lac en début d'année, plutôt qu'à une aggravation en période estivale.

Du fait du temps doux en hiver, le lac s'est moins refroidi en surface et la circulation thermique n'a atteint qu'une profondeur d'environ 100 m, alors que l'année précédente elle avait intéressé toute la tranche d'eau. Cette circonstance n'a pas eu de répercussion sur les stocks globaux du lac en oxygène, stocks s'élevant à quelque 800'000 tonnes. Par contre l'amenuisement des réserves tout près du fond est plus sensible : à 300 m de profondeur, les teneurs tombent de 7.1 mg O₂/l à fin février à 2.4 au début de novembre. Si la carence en oxygène dissous - on admet ici le seuil de 5 mg O₂/l - n'apparaît, dans la seconde moitié de l'année, qu'au-dessous de 290 m de profondeur et n'intéresse en conséquence qu'un pour cent du volume du lac, elle n'en touche pas moins près de dix pour cent de la surface totale des sédiments.

Pour les nutriments, Monsieur R. MONOD relève que les stocks en azote total n'ont pratiquement pas varié depuis trois ans. Ils s'élèvent en 1982 à 55'700 tonnes. Cette stabilité découle d'une augmentation légère de l'azote minéral compensée par une diminution de l'azote organique. En 1981, ces deux formes représentaient respectivement 78.4 et 21.6 % de l'azote total; en 1982, 81.3 et 18.7 %. La majeure partie de l'azote minéral se trouve sous forme nitrique; l'ammoniacque et les nitrites ne constituent que deux pour cent environ des stocks. Les réserves du lac en phosphore total passent de 7'050 tonnes en 1981 à 6'650 l'année suivante. En 1978, elles étaient encore de 7'600. Si la tendance à la baisse des stocks de phosphore total doit être tout spécialement relevée, en regard du rôle primordial joué par cet élément dans l'eutrophisation des lacs, cette évolution très encourageante ne doit cependant pas masquer le fait que le Léman est encore beaucoup trop riche en nutriments, comme le prouvent les résultats des recherches biologiques.

Monsieur R. MONOD note encore dans son rapport une légère augmentation du carbone organique, la stabilité des concentrations moyennes annuelles en silice et le fait que les chlorures continuent leur lente progression. Depuis 1958 leurs stocks ont augmenté de près de 88 %. Actuellement, pour l'ensemble du Léman, ils s'élèvent à un peu plus de 390'000 tonnes.

A l'étude de l'évolution physico-chimique des eaux du Léman se rattachent les recherches entreprises depuis 1981 sur les micropolluants d'origine minérale ou organique. D'après les conclusions du rapport de Monsieur W. GIGER, Madame E. MOLNAR et Monsieur R. SCHWARZENBACH, les concentrations en composés organiques volatils non polaires restent faibles et ne présentent aucun danger pour le Léman. Des contrôles supplémentaires effectués dans une des stations de production d'eau de boisson utilisant le Léman comme source d'approvisionnement montrent que les teneurs en dérivés chlorés, en particulier tétrachloréthylène, 1,4-dichlorobenzène et trichloréthylène sont minimales et n'atteignent qu'une fraction des seuils admis pour les eaux de consommation.

En regard des micropolluants inorganiques - en premier lieu métaux lourds toxiques - la situation est également bonne, comme le souligne Monsieur Cl. CORVI. Les concentrations en mercure et en zinc sont inférieures au seuil analytique de détection, soit 0.15 µg Hg/l et 10 µg Zn/l. Les teneurs observées pour le cuivre, le cadmium, le chrome et le plomb sont faibles, largement inférieures aux valeurs des objectifs de qualité pour les eaux superficielles et des normes de potabilité. Monsieur Cl. CORVI note cependant, en période de stratification, une forte augmentation du manganèse dans les couches proches du fond du lac, avec un maximum de 150 µg Mn/l en novembre. Cette situation est très certainement due aux conditions de déficit en oxygène dissous rencontrées dès le milieu de l'année dans les couches profondes alliées à la sédimentation du manganèse particulière ou fixé aux argiles et à certaines bactéries.

Dernier aspect de l'auscultation du Léman, la contamination de la faune piscicole par les métaux lourds toxiques a également été suivie en 1982. Monsieur Cl. CORVI relève une diminution significative de la teneur en mercure dans les populations de perches les plus représentées (poids compris entre 25 et 100 g). En moyenne, cette teneur est inférieure à 100 ppb. Ainsi se confirme l'amélioration observée ces dernières années. Il en va de même pour les lottes. Le niveau de contamination dû au plomb est identique à celui enregistré en 1981. Pour les perches de poids inférieur à 150 g, il atteint au maximum 52 ppb. Enfin les concentrations en cadmium mises en évidence restent très faibles, voisines de quelques ppb.

Pour améliorer et garantir la représentativité des résultats exploités par la Commission internationale, les laboratoires travaillant au sein de sa Sous-commission technique procèdent régulièrement à des analyses comparatives interlaboratoires. Les contrôles effectués en 1982, comme le précise Monsieur P. BLANC dans son rapport, montrent que les résultats obtenus sont comparables d'un laboratoire à l'autre, même s'il subsiste quelques points délicats concernant le dosage des diverses formes de l'azote. Ces difficultés sont en grande partie dues aux concentrations très faibles rencontrées pour l'ammoniac et les nitrites.

Les études sur les populations phytoplanctoniques, résumées par Messieurs J.Cl. DRUART et R. REVACLIER, laissent apparaître une année assez déséquilibrée au plan du développement des espèces planctoniques. En effet, pendant les six premiers mois, la production algale, exprimée en biomasse totale, reste faible, de l'ordre de 500 mg/m^3 en moyenne. De juillet à décembre au contraire, on constate de très fortes croissances, se traduisant par une biomasse moyenne de $3'300 \text{ mg/m}^3$ et des valeurs maximales dépassant $8'400 \text{ mg/m}^3$ ($6'500$ en 1981). En considérant les moyennes annuelles, la biomasse de 1982 - $1'970 \text{ mg/m}^3$ - est légèrement inférieure à celle de l'année précédente - $2'140 \text{ mg/m}^3$ - mais représente presque le double des valeurs de 1979 et 1980. Il convient encore de relever le fort développement, en automne, d'*Oscillatoria rubescens*, cyanophycée typique d'un lac mésotrophe à eutrophe. En novembre 1982, cette algue formait 68 % de la biomasse totale, estimée à environ $3'000 \text{ mg/m}^3$.

D'une façon générale, les recherches sur la production primaire ou organique, dont les résultats sont décrits dans le rapport de Monsieur J. PELLETIER, confirment les conclusions de l'approche précédente : développement algal tardif, concentré sur la seconde moitié de l'année; production primaire moyenne annuelle - 230 mg C/m^2 - comparable à celle de 1981, mais plus marquée que pendant les années antérieures.

La concentration moyenne en chlorophylle, qui avait atteint 7.5 mg/m^3 en 1981, tombe à 5.2 l'année suivante, soit une valeur comparable à celles des années 1977 à 1980. Cette apparente distorsion par rapport aux résultats de la biomasse totale et de la production primaire s'explique en partie par l'abondance de Dinophycées et de Cyanophycées dans le plancton de 1982. Ces organismes contiennent peu de chlorophylle par unité de biomasse, cette pauvreté étant compensée par la présence d'autres pigments.

Les résultats des trois approches fondées sur des critères biologiques confirment le classement du Léman dans la catégorie des lacs mésotrophes à tendance eutrophe. Comme cela a déjà été mentionné, les résultats de ces études prouvent également que les eaux du lac sont toujours encore trop riches en nutriments, phosphore en particulier.

Les recherches de Monsieur G. BALVAY sur les populations rotatoriennes du Léman démontrent des densités moyennes annuelles en rotifères pratiquement identiques en 1981 et 1982 ($32'000$ individus/ m^3). Parallèlement à l'évolution du phytoplancton, le développement des rotifères n'est, en 1982, intervenu que tardivement.

Il est évident que l'évolution à long terme du Léman dépend principalement d'une part des apports de son bassin versant et d'autre part des échanges pouvant intervenir à l'interface eau-sédiments. Les apports atteignent le lac soit directement, soit par l'intermédiaire du réseau hydrographique du bassin. Ils proviennent, peut-être n'est-il pas inutile de le rappeler, pour l'essentiel des stations d'épuration, des déversements ponctuels non raccordés, des précipitations et des pollutions dites d'origine diffuse. Ces dernières, dans l'optique des préoccupations de la Commission internationale, couvrent les apports en nutriments, surtout d'origine agricole, atteignant les eaux superficielles par ruissellement, érosion et, dans une proportion moindre, par percolation.

Depuis 1981, l'étude des affluents n'intéresse plus que quatre rivières, le Rhône, la Dranse, la Venoge et l'Aubonne, ainsi que l'émissaire, le Rhône à Genève. En 1982, ces cours d'eau ont entraîné au lac $4'900$ tonnes d'azote minéral, dont $4'450$ sous forme de nitrates. Par rapport aux résultats de l'année précédente, ces déversements sont en augmentation de plus de 400 tonnes. Cette note pessimiste s'estompe si l'on considère en parallèle l'évolution des apports en azote organique. Ceux-ci, en effet, diminuent depuis quelques années au Rhône et à la Dranse : $3'300$ tonnes en 1978, $2'850$ en 1980, $1'780$ actuellement. Conséquence de l'évolution différente des déversements des formes minérale et organique de l'azote, les apports totaux, relativement stables entre 1978 et 1980 diminuent depuis lors : en 1980 ils s'élevaient encore à $7'070$ tonnes; deux ans plus tard ils n'atteignent plus que $5'400$ tonnes.

Les résultats des recherches sur les apports en phosphore total par les affluents sont moins encourageants. En effet, si l'on avait, entre 1978 et 1981, enregistré tout d'abord un palier puis une diminution des flux annuels - de 930 à 820 tonnes de phosphore total par an -, on constate en 1982 à nouveau une augmentation des déversements qui culminent à plus de 1'000 tonnes. Le Rhône, la Venoge et l'Aubonne participent à cette tendance. Les soldes du bilan calculés en tenant compte des exportations par l'émissaire s'accroissent de 1981 à 1982, passant de 193 tonnes de phosphore total la première année à 421 la seconde.

Les apports en chlorures des quatre affluents principaux du Léman n'ont pas évolué entre 1981 et 1982. Ils sont actuellement de l'ordre de 35'000 tonnes par an. On constate une tendance identique pour le potassium, dont les flux annuels sont évalués à 8'200 tonnes.

En comparant entre 1981 et 1982 d'une part l'évolution des stocks du Léman et d'autre part les variations des flux annuels des affluents, on constate une certaine similitude pour l'azote, les chlorures et le potassium. En effet stocks et apports diminuent pour l'azote organique, augmentent pour l'azote minéral total et restent stables dans le cas des chlorures et du potassium. Pour le phosphore par contre la situation est différente : alors que les stocks du lac sont en baisse, les déversements des affluents augmentent à nouveau. Cette réaction différente du Léman face aux apports de ses affluents n'a pas de quoi étonner si on tient compte et du temps de renouvellement des eaux du lac - globalement près de douze ans - et des phénomènes de sédimentation ou de relargage à l'interface eau-sédiments, phénomènes dont l'ampleur exacte échappe encore à nos investigations.

L'étude des apports directs par les précipitations a été reprise en 1982 selon le programme quinquennal de la Commission internationale. Malheureusement les résultats n'ont pu être dépouillés; ils figureront dans le prochain rapport scientifique. Rappelons que, ces dernières années, ces apports ont été estimés à un peu plus de 60 tonnes pour le phosphore total et 600 pour l'azote minéral total.

Dans son rapport sur les rejets des stations d'épuration, Monsieur L. THELIN relève que, pour les 168 stations contrôlées, les normes de rejet concernant la pollution organique sont en général respectées. Les installations trop peu performantes sont souvent caractérisées par des charges hydrauliques importantes, entraînant une dilution des matières polluantes et par là des rendements trop faibles. Cette constatation montre bien l'effet hautement préjudiciable des eaux parasites dans les réseaux de collecte d'eaux usées.

Pour l'élimination du phosphore, les résultats sont plus irréguliers; si les grandes stations, spécialement sur territoire vaudois, respectent le seuil de 1 mg P/l, par contre les installations de plus faible capacité rejettent souvent encore des eaux trop riches en cet élément. Les stations situées dans le bassin lémanique sont, en 1982, caractérisées par une charge brute de leurs eaux de quelque 900 tonnes de phosphore, dont 805 pour les stations dotées d'une déphosphatation et 95 pour les installations sans stade tertiaire. Les premières en éliminent 697 tonnes, avec un rendement moyen de 86.6 %, les secondes 17, avec un taux d'élimination de l'ordre de 18 %. Au total, 714 tonnes de phosphore sont éliminées; les flux résiduels atteignent en conséquence 186 tonnes, soit un peu moins que l'année précédente (224 tonnes).

Les six stations d'épuration de plus de 20'000 équivalents-habitants de capacité, directement tributaires du Léman, y déversent en 1982 50 tonnes de phosphore total, 970 d'azote minéral, dont près de 93 % sous forme ammoniacale, 1'200 de carbone organique et 5'300 de chlorures (capacité totale des six stations : 616'000 équivalents-habitants).

Le bilan du phosphore ne saurait être complet sans tenir compte des échanges susceptibles de se produire à l'interface eau-sédiments. Au fil des années, grâce en particulier aux travaux de l'Institut FOREL à Versoix (Prof. J.-P. VERNET) et ceux de Monsieur B. CHASSAING, nos connaissances sur ces phénomènes extrêmement importants pour l'évolution du lac, s'affinent. Si la sédimentation peut évidemment concourir à diminuer les stocks du lac en phosphore, d'éventuels relargages contribueraient à aggraver son eutrophisation, comme cela c'est déjà produit en 1963-1964 et 1970.

Dans le rapport annuel 1981 de la Commission internationale, Monsieur J. DOMINIK, Mademoiselle M. VIEL et Monsieur J.-P. VERNET avaient admis que, sur les 6'900 tonnes de phosphore total mis en évidence dans les cinq premiers centimètres de sédiment, 2'800, sous forme inorganique non apatitique, étaient potentiellement recyclables.

La même année, Monsieur B. CHASSAING était arrivé à la conclusion que l'apport en phosphore à partir de l'eau interstitielle emprisonnée dans les couches superficielles des sédiments pouvait être estimé à quelque 50 tonnes par année.

Monsieur R. MONOD, dans son rapport 1982 sur l'évolution physico-chimique des eaux du Léman note que des travaux effectués à l'Institut FOREL, permettent d'estimer la sédimentation du phosphore à plus de 1'200 tonnes par an, sous forme organique, minérale non apatitique et minérale apatitique.

Enfin le même rapporteur avait admis, au vu de l'évolution annuelle des concentrations en phosphore de l'eau du lac à 300 m de profondeur, qu'il n'y avait pratiquement pas eu de relargage entre 1978 et 1981. En première approximation, il semble que la même situation se retrouve en 1982, bien que l'on ait enregistré une légère augmentation des teneurs à mi-novembre, au-dessus du fond, à 300 m de profondeur (0.142 mg P/l, en orthophosphates).

En tenant compte de l'ensemble des éléments à disposition, il ne paraît pas inutile de reprendre, en les complétant, les bilans du phosphore total transcrits dans les deux précédents rapports de la Commission internationale :

LEMAN ET BASSIN VERSANT : BILAN DU PHOSPHORE TOTAL ANNEES 1978 - 1982

Tonnes phosphore total/an	Années				
	1978	1979	1980	1981	1982
Stocks Léman apports, pertes soldes des bilans					
<u>LEMAN</u>					
Stocks	7'633	7'062	7'241	7'041	6'650
Variation des stocks par rapport à l'année précédente	+ 326	- 571	+ 179	- 200	- 391
<u>APPORTS</u>					
Affluents principaux	928	927	914	821	1'014
Affluents secondaires	166	204	144	(170) ^{2/}	(170) ^{2/}
Précipitations directes au lac	44	65	70	(60) ^{2/}	(60) ^{2/}
STEP > 10'000 éq. hab. } Pollutions ponctuelles } non inventoriées } ^{1/} Pollutions diffuses } Diffusion depuis sédiments } Relargage depuis sédiments }	86 ? ? (50) ^{3/} 0	72 ? ? (50) ^{3/} 0	95 ? ? (50) ^{3/} 0	77 ? ? 50 0	58 ? ? (50) ^{3/} (0)
SOMME DES APPORTS	1'274	1'318	1'273	1'178	1'352
<u>PERTES</u>					
Rhône émissaire	428	625	632	627	594
Processus de sédimentation	?	?	?	?	1'000
<u>SOLDES DES BILANS</u>					
Sans tenir compte de la sédimentation	846	693	641	551	758
En tenant compte de la sédimentation					- 242

- Remarques : 1/ Déversements directs, non compris dans inventaire des affluents
2/ Pas de résultats en 1981 et 1982; moyenne des années 1978, 1979, 1980
3/ Estimation de 1981 admise pour les années antérieures et pour 1982

Afin de pouvoir comparer les résultats du bilan du phosphore total en 1982 avec ceux des années précédentes, il ne peut être tenu compte de la sédimentation, estimée récemment à quelque 1'000 tonnes P/an. Sans ce facteur, le solde positif du bilan augmente de plus de 200 tonnes en 1982 par rapport à l'année précédente, passant de 550 à 760 tonnes. Cette évolution, alarmante quand on considère le rôle joué par le phosphore dans les processus d'eutrophisation, est due à l'accroissement des apports du Rhône, de la Venoge et de l'Aubonne. Compte tenu des précipitations atmosphériques importantes en 1982, on serait tenté d'admettre une augmentation des pollutions d'origine diffuse.

La Commission internationale se préoccupe depuis longtemps du contrôle des déversements de micropolluants inorganiques sur l'ensemble du bassin versant lémanique. En 1982, les recherches, axées sur les métaux lourds toxiques, ont porté sur deux objets principaux et ont été conduites en faisant appel aux techniques d'approche brièvement décrites dans la présentation des rapports sur les études et recherches entreprises en 1981 par la Commission.

- . Rhône amont et ses affluents : en parallèle, analyse des sédiments, contrôle de la qualité des eaux de rejet et des récepteurs, enquête en collaboration avec les industries.
- . Affluents du Léman : uniquement approche par le biais des analyses de sédiments.

Messieurs D. BURRUS et J.-P. VERNET, dans leur rapport sur la contamination par les métaux lourds des sédiments du Rhône amont et de ses affluents, notent, pour le Rhône, que seule la pollution par le mercure est sensible et que, heureusement, on enregistre une amélioration nette de la situation. En effet la phase la plus récente de contamination des sédiments de ce fleuve est en régression. Elle avait débuté en 1978, atteint son maximum en 1980 avec, en moyenne annuelle, 3.56 ppm de mercure pour l'ensemble des prélèvements effectués durant la campagne d'automne et commencé à décroître l'année suivante (2.39 ppm). En 1982, le taux moyen de contamination atteint 1.19 ppm. Cette pollution est toujours principalement liée aux sédiments du Canal de Turtig. Elle provient pour une part importante de travaux de curage qui, malgré toutes les précautions prises, remettent en suspension des dépôts ayant accumulé des épisodes de pollution déjà anciens.

Le rapport de Monsieur J.-P. SCHNYDRIG traite des résultats du contrôle de la qualité des eaux superficielles en aval de trois zones industrielles importantes, dans le bassin du Rhône amont. Au Canal de Turtig, ces contrôles font apparaître quelques déversements à mettre en parallèle avec soit des travaux de curage, soit des accidents d'exploitation sur le site industriel de LONZA. Malgré ces apports, la situation est meilleure qu'en 1981. La charge journalière des eaux du Canal de Turtig s'élève, en moyenne annuelle, à quelque 150 à 200 g de mercure, soit 55 à 73 kg par an.

Les résultats des investigations sur le Canal d'Evionnaz démontrent un niveau de contamination faible, inchangé par rapport à 1981, estimé à environ 3 g/j de mercure. La pollution polymétallique mise en évidence depuis longtemps dans les sédiments de ce canal provient certainement de déversements déjà anciens.

Les contrôles effectués sur l'effluent de CIBA-GEIGY à Monthey font apparaître des apports de mercure au Rhône faibles, estimés à environ 41 g/j, soit 15 kg/an, en diminution de 35 % par rapport à l'année précédente.

Les analyses effectuées sur l'eau du Rhône à la Porte du Scex sur des échantillons moyens bimensuels détectent sans peine la plupart des événements accidentels survenus sur le site de la LONZA et les travaux de curage entrepris dans le lit du Canal de Turtig. Les charges minimales observées à cette station sont du même ordre de grandeur que celles déterminées il y a quelques années. Cette constatation permet donc de rejeter l'hypothèse de nouvelles sources de pollution caractérisées par des rejets constants dans le temps.

Dans leur étude sur la contamination par les métaux lourds des sédiments des affluents suisses du Léman et des rivières du canton de Genève, Mademoiselle M. VIEL et Monsieur J.-P. VERNET comparent les résultats de la campagne 1982 avec ceux des années précédentes, en remontant jusqu'en 1976. Il ressort de cette étude que le mercure et le cadmium sont toujours encore les contaminants majeurs des rivières étudiées et que, depuis sept ans, la situation n'a guère évolué, sauf dans le cas de la Chamberonne et du Flumeau où l'on constate une amélioration nette.

La tendance actuelle est d'essayer de schématiser l'évolution d'un milieu naturel par une représentation simple et condensée des tendances mises en évidence pendant une période donnée. Le tableau ci-après a été dressé dans ce but; il n'intéresse que les années 1981 et 1982, sauf pour la partie sédiments affluents suisses du Léman.

EVOLUTION A COURT TERME DE LA QUALITE DES EAUX DU LEMAN
ET DE SON BASSIN VERSANT

Type d'étude Période de compara- raison Critères d'appréciation	Léman 1981-1982	Faune piscicole 1981-1982	Affluents 1981-1982	STEP 1981-1982	Sédiments	
					Rhône amont et affluents 1981-1982	Affl. Léman rivières GE 1976-1982
<u>OXYGENE DISSOUS</u> . stocks . concentration à - 300 m	= +					
<u>AZOTE MINERAL TOTAL</u> . stocks et apports	+		+	=+		
<u>AZOTE ORGANIQUE</u> . stocks et apports	-		-			
<u>AZOTE TOTAL</u> . stocks et apports	=		-			
<u>PHOSPHORE TOTAL</u> . stocks et apports	-		+	=-		
<u>CARBONE ORGANIQUE</u> . stocks et apports	+		+ *	=+		
<u>POTASSIUM</u> . stocks et apports			=			
<u>CHLORURES</u> . stocks et apports	=+		=			
<u>MICROPOLLUANTS</u> . organiques . mercure . cadmium . plomb	=	- = =			-	= =
<u>CRITERES BIOLOGIQUES</u> . transparence . biomasse totale : - moyenne annuelle - maximum annuel . production primaire . chlorophylle . faune rotatorienne	+ =- + = - =					

* = carbone organique dissous

EXPLICATION DES SIGNES :

- = : Situation inchangée, pas d'évolution
- + : Détérioration significative
- =+ : Légère détérioration, peu ou pas significative
- : Amélioration significative
- =- : Légère amélioration peu ou pas significative

En terminant cette brève présentation des études entreprises en 1982 sous l'égide de la Commission internationale, je tiens, au nom des membres de la Sous-commission technique et de ses groupes de travail, à rappeler la mémoire de notre collègue et ami, Monsieur Bernard CHASSAING, décédé au début de l'année 1983. Pendant plus de dix ans, Monsieur Bernard CHASSAING, Docteur en chimie, responsable du laboratoire d'analyses physico-chimiques au Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon, a participé très activement à nos travaux. Il s'est, dans le cadre des recherches de la Commission internationale, plus particulièrement consacré à l'étude des précipitations et à l'évaluation de l'importance de la diffusion dans les couches profondes du lac du phosphore lié à l'eau interstitielle des sédiments lacustres. La valeur et l'originalité des travaux de Monsieur Bernard CHASSAING ont permis de largement faire progresser les études de la Commission et contribuent certainement à une meilleure connaissance du Léman.

P. BURKARD

Président de la Sous-commission technique

EVOLUTION PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DU LEMAN
CAMPAGNE 1982

PAR

RENE MONOD
SECRETAIRE DE LA
COMMISSION INTERNATIONALE LAUSANNE

RESUME

La campagne 1982 a montré que le lac vit encore sous l'influence des événements de 1981, à savoir une circulation totale des eaux et une productivité accrue du lac.

Plusieurs paramètres étudiés varient peu :

- . oxygène, dont le régime général est satisfaisant, mais de nouveau un peu déficient au fond du lac*
- . azote, dont le stock n'évolue pas depuis 1980.*

Par contre, on note une heureuse diminution de la concentration en phosphore.

Parmi les substances dont la concentration augmente, il y a lieu de signaler le carbone organique et les chlorures.

1. INTRODUCTION

La campagne 1982 est la seconde du plan 1981 à 1985. Les modifications par rapport aux années antérieures à 1981 ont été décrites dans le rapport précédent.

Rappelons que les données dont il est fait état ici sont le résultat d'analyses effectuées en parallèle par deux laboratoires. Les résultats indiqués sont donc des moyennes. Il est bon de noter à cet égard que les laboratoires travaillant pour la Commission participent à des contrôles interlaboratoires réguliers.

Les stocks calculés ici pour le Grand Lac peuvent être extrapolés sans trop d'erreur au Léman pris dans son ensemble en les multipliant par le facteur 1.04.

2. CONDITIONS DE PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

Toutes les campagnes prévues ont pu avoir lieu, parfois le mardi au lieu du lundi, comme c'est la coutume.

Etant donné que les campagnes sur le lac sont consacrées à d'autres opérations encore que les prélèvements physico-chimiques proprement dits (biologie, production primaire, parfois métaux lourds ou micro-polluants organiques etc), la campagne débute tôt le matin, entre 0800 et 0900 heures.

L'année 1982 a été très légèrement moins pluvieuse que la précédente. Mais les écarts moyens de ces cinq dernières années sont peu importants, comme le montre le tableau suivant :

PLUVIOSITE AU LEMAN mm/an

Années	1978	1979	1980	1981	1982
Stations					
Montreux	1382	1444	1570	1519	1500
Pully	1245	1194	1211	1171	1218
Thonon	985	1078	1156	1094	1073
Changins-Nyon	1032	1039	1036	1199	1047
Genève-Cointrin	1071	1142	976	987	899
Moyenne	1143	1179	1190	1194	1147

En 1982, les précipitations ont été particulièrement abondantes en juin, octobre et décembre. Février et avril ont été secs.

La nébulosité fut changeante, forte en janvier, février et au début de l'hiver; nulle lors des prélèvements d'avril, juillet et partiellement d'août. Le ciel était ensoleillé lors de la moitié des campagnes.

Les observations notent, comme à l'accoutumée, de la brume quasiment toute l'année, du brouillard en novembre; un ciel parfaitement clair ne se rencontre que de temps en temps.

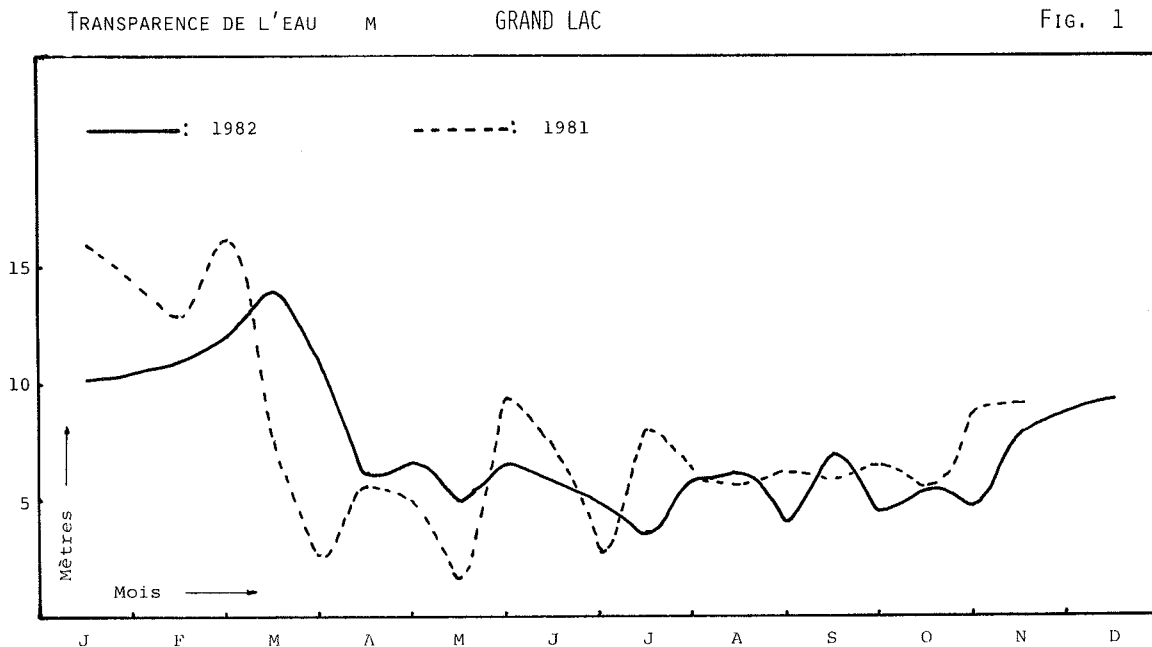
Neuf fois sur vingt-et-une, le calme plat favorisa les travaux. Lors des douze autres campagnes, les vents sont faibles, de force 1 à 2 Beaufort, des secteurs NE à NW, ou W à SW.

La teinte bleu du lac est toujours absente. Cependant, on note du bleu-vert ou vert-bleu les trois premiers mois de l'année et en décembre. Sinon, le lac est vert, avec au moment de la poussée du plancton, des teintes vert-jaune vers fin avril-mai et en juillet-août.

La température minima de l'air était de 2°C le matin du 18 janvier. Elle a atteint le maximum de 27°C le matin du 16 août.

3. LA TRANSPARENCE DE L'EAU

La figure 1 compare l'évolution de la transparence de l'eau en 1981 et 1982 :



On observe que les variations de 1982 ont été moins importantes. L'année a été "calme"

La transparence annuelle moyenne est de 7.54 m. Elle est moins élevée que les années précédentes. Il ne faut cependant pas attacher d'importance particulière à cette observation. Il est plus intéressant, en effet, de constater que la transparence hivernale était plus faible en mars 1982 (14.0 m) qu'en mars 1981 (16.3 m), et que, par ailleurs, elle n'est pas descendue au-dessous du minimum de 3.5 m à mi-juillet, alors qu'à mi-mai 1981, on avait mesuré 1.6 m, ou 2.7 m en juillet 1981.

Il n'y a donc par réellement d'aggravation manifeste.

4. LE REGIME THERMIQUE DES EAUX

L'année 1982 a débuté par un hiver relativement doux à faible circulation. Celle-ci s'est en effet limitée à une centaine de mètres de profondeur. Au début de mars, la température, relativement élevée, était uniforme de la surface à 100 m, avec 5.9 - 5.8°C, alors que près du fond, au lieu de s'abaisser, elle s'élevait et passait de 5.2°C en janvier, à 5.3 en février, et 5.4 en mars-avril. En fin de saison, elle était de 5.5°C au fond du lac.

En moyenne annuelle, le Grand Lac s'est réchauffé : de 6.45°C en moyenne annuelle en 1981, sa température a passé à 6.68°C en 1982.

Le bilan thermique s'établit comme suit :

Date	Température °C	Gain de l'été ou perte de l'hiver			
		°C	cal/cm ²	kJ/cm ²	
1980	Mars	5.95	+ 2.46	+ 42'400	+ 177
	Août	8.41	- 3.00	- 51'700	- 216
1981	Mars	5.41	+ 2.39	+ 41'200	+ 172
	Octobre	7.80	- 2.15	- 37'100	- 155
1982	Mars	5.65	+ 1.98	+ 34'100	+ 143
	Août	7.63			

Le réchauffement estival (+ 1.98°C) est modéré.

5. LE REGIME DE L'OXYGENE

L'année 1981 avait vu une augmentation importante de la concentration en oxygène du Léman, due à une circulation totale des eaux, et aussi, près de la surface, à une production marquée par une intense activité chlorophyllienne.

Rien de semblable en 1982. A la surface de l'eau, on note une moyenne annuelle de 10.76 mg/l (105.7 % de la saturation), avec un maximum de 12.42 mg/l à mi-mai et un minimum à 9.60 mg/l en août. Le taux de saturation maximal se situe au début de juillet à 139.8 % seulement (180.6 % en 1981); minimal à 87.5 % à mi-mars (78.6 % en 1981).

Le Grand Lac reste riche en oxygène jusque très près du fond.

On observe, en effet :

Profondeur	Moyenne	Maximum	Minimum
Surface	10.76	12.42	9.60
50 m	9.99	11.28	9.01
100 m	9.69	10.81	8.86
200 m	8.35	8.80	7.98
250 m	7.60	8.44	6.90
275 m	7.01	7.92	6.18
Fond	4.99	7.09	2.37

Jusqu'à 275 m au moins, la concentration en oxygène est acceptable toute l'année.

La figure 2 indique les variations annuelles à la surface et près du fond (+ 1 m).

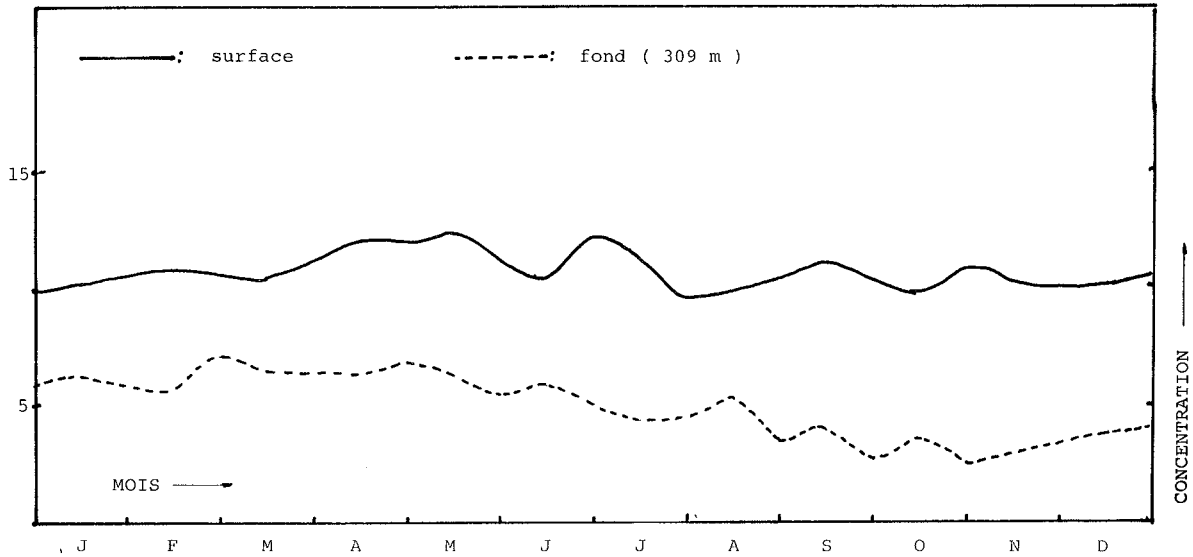
Tout près du fond, la concentration annuelle moyenne est à la limite tolérable pour une eau de lac.

Nous devons aux chercheurs de la Station d'Hydrobiologie lacustre (INRA) de Thonon de pouvoir disposer de mesures intermédiaires faites de 5 m en 5 m au-dessous de 275 m. Nous constatons que les concentrations inférieures à 5 mg/l ne se rencontrent près du fond du lac qu'à partir de juillet, ceci toujours en-dessous de 290 mètres.

EVOLUTION DE L'OXYGÈNE AU GRAND LAC EN 1982

MG/L

FIG. 2



La figure 3 indique l'ordre de grandeur de cette carence vis-à-vis de l'ensemble de la masse lacustre. La hauteur du graphique représente le tiers inférieur de la profondeur du Grand Lac.

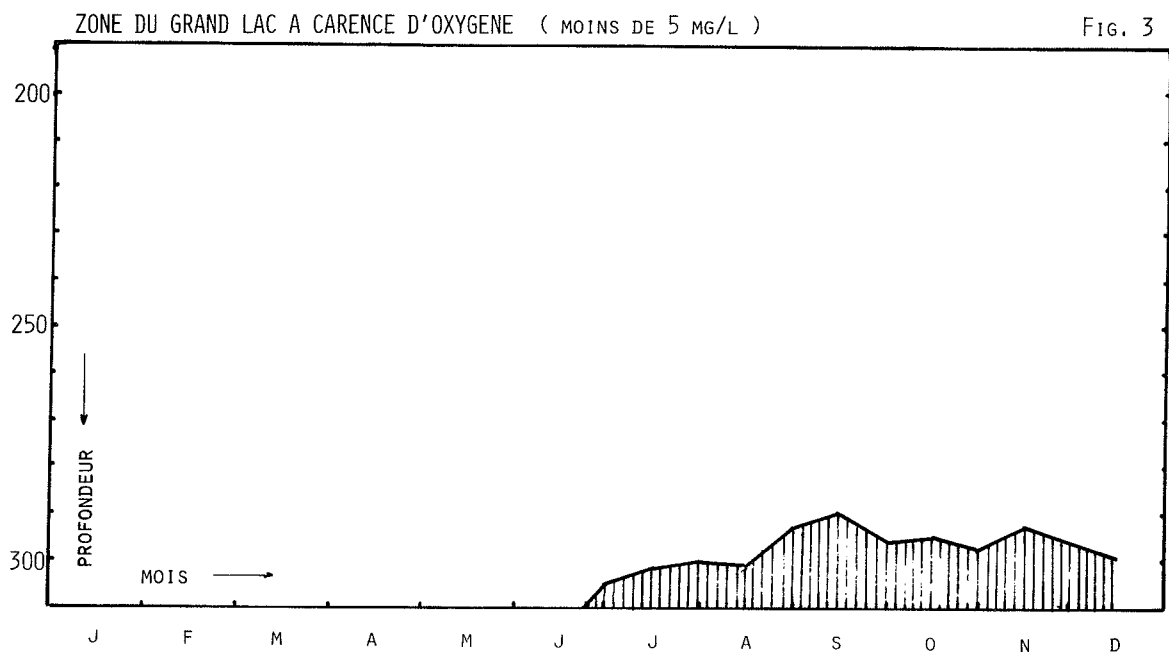
Cette carence d'oxygène n'implique qu'un volume inférieur à 1 % du lac et touche une surface d'environ 10 % des sédiments.

La plus faible concentration d'oxygène au fond du lac a été observée au début de novembre avec 2.37 mg/l (19.5 %).

Globalement, la concentration moyenne du Grand Lac se situe en 1982 à 9.24 mg/l (78.8 %), contre 9.36 (79.2 %) en 1981.

En conséquence, le stock moyen d'oxygène varie de manière non significative :

Année	tonnes 10 ³		
	moyenne	maximum	minimum
1981	802	857	746
1982	792	883	745



6. LES COMPOSES DE L'AZOTE

a. AZOTE AMMONIACAL

On trouve cette substance tout au cours de l'année, plus abondante près de la surface, et cela surtout en période estivale.

Les concentrations sont un peu plus basses que celles de l'an passé. Dans la plupart des échantillons prélevés en janvier, février ou mars, la concentration est inférieure à 0.01 mg N/l.

Les concentrations augmentent dès avril, avec un maximum pour l'année à 0.089 mg N/l à 7.5 m de profondeur au début de juin (0.110 en 1981). En novembre-décembre, on retrouve de très faibles teneurs.

On note une légère augmentation des concentrations près du fond, avec un maximum de 0.020 mg N/l (0.033 en 1981).

La concentration annuelle moyenne est de 0.008 mg N/l (722 tonnes), en baisse par rapport à 1981 (783 tonnes). Le stock minimal du Grand Lac est de 225 tonnes en mars (0.003 mg N/l), le maximal de 1'494 tonnes en mai (0.017 mg N/l).

b. AZOTE NITREUX

Les teneurs sont toujours très faibles. De janvier à mars, et en décembre, sur toute la profondeur du lac, elles ne dépassent guère, en moyenne, 0.001 mg N/l. En dessous de 50 mètres, les concentrations sont du reste faibles toute l'année. Comme à l'accoutumée, la région près du fond (309 m) voit la concentration en azote nitreux augmenter sporadiquement en juillet (0.047 mg N/l au maximum) et en octobre.

En moyenne annuelle, la concentration est de l'ordre de 0.001 mg N/l, ou 103 tonnes, avec un minimum à 20 tonnes en décembre et un maximum à 502 tonnes à mi-mai.

L'augmentation par rapport à 1981 (93 tonnes) n'est pas significative, étant dans la marge d'erreur de l'analyse.

c. AZOTE NITRIQUE

En 1982, cet engrais n'a pas été mis à contribution autant qu'en 1981. En effet, la moyenne annuelle en surface est de 0.30 mg N/l, contre 0.27 en 1981. Cependant, on remarquera (figure 4) que l'azote nitrique disparaît presque complètement de la surface de l'eau à mi-juillet et au début de septembre. Sa concentration, de 0.53 mg N/l en mars, passe progressivement à 0.02 mg N/l aux mois cités, pour remonter à 0.40 mg N/l en décembre.

Dans l'hypolimnion, les concentrations sont toujours largement supérieures à 0.50 mg/l; elles atteignent plusieurs fois 0.60 mg N/l et dépassent même, comme l'an passé, cette concentration près du fond en fin d'été (0.63 mg N/l à - 309 m au début septembre).

La concentration annuelle moyenne est de l'ordre de 0.52 mg N/l (44'400 t) avec un maximum en mars de 0.56 mg N/l (48'000 t) et un minimum en mai de 0.48 mg N/l (40'700 t).

L'azote nitrique est donc en nouvelle hausse, ce qui peut correspondre à une intensité différente de la consommation par les végétaux de celle de l'an passé.

Les stocks ont évolué de la manière suivante ces cinq dernières années : (ensemble du Grand Lac de 1978 à 1980 : valeurs du centre du lac extrapolées au Grand Lac en 1981 et 1982).

Année	Stock d'azote nitrique en tonnes		
	Moyenne	Maximum	Minimum
1978	39'700	40'600	37'200
1979	39'400	40'500	35'800
1980	40'800	42'500	39'200
1981	42'600	46'800	38'700
1982	44'400	48'000	40'700

Qu'il s'agisse de la moyenne, du maximum ou du minimum, les valeurs de 1982 sont toutes supérieures à ce qui avait été enregistré précédemment.

d. L'AZOTE MINERAL TOTAL (figure 4)

Il évolue parallèlement aux nitrates, sauf au moment où le plancton se développe, c'est-à-dire lorsque l'azote ammoniacal ou nitreux apparaît (début juin et septembre).

Le bilan pour 1982 se présente comme suit :

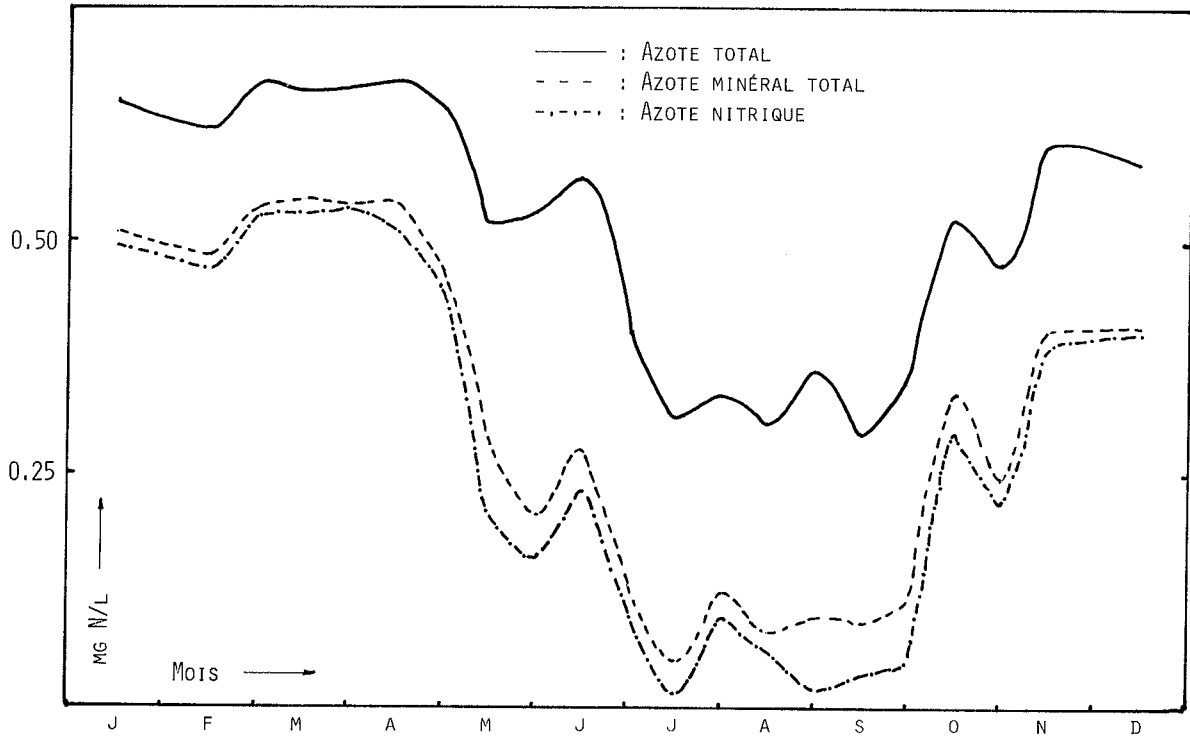
	mg N/l	Tonnes
Azote ammoniacal	0.008	722
Azote nitreux	0.001	103
Azote nitrique	0.519	44'447
Azote minéral total	0.528	45'272

Les stocks des cinq dernières années se présentent comme suit :

.	1978	43'500 t
.	1979	44'400 t
.	1980	46'500 t
.	1981	43'500 t
.	1982	45'300 t

AZOTE A LA SURFACE DU GRAND LAC (MG N/L) EN 1982

FIG. 4



e. L'AZOTE ORGANIQUE

En 1982, les concentrations sont en baisse, vraisemblablement par suite d'une modification de l'activité chlorophyllienne. Les concentrations et stocks comparés sont les suivants :

	Moyenne annuelle	Maximum	Minimum
<u>1981</u>			
mg N/l	0.141	0.214	0.092
tonnes	12'100	18'300	7'900
mois	-	juin	janvier
<u>1982</u>			
mg N/l	0.122	0.188	0.072
tonnes	10'400	16'100	6'200
mois	-	septembre	novembre

Les valeurs de 1982 correspondent à une année moyenne. La moyenne des dix dernières années est de 10'200 tonnes.

f. L'AZOTE TOTAL

Le graphique 4 montre que l'azote nitrique ne se transforme pas intégralement en azote organique. La courbe de l'azote total montre que le lac s'appauvrit réellement en surface pendant la période de stagnation, jusqu'en septembre.

La situation de 1982 est résumée dans le tableau suivant :

	mg N/l	Tonnes
Azote minéral total	0.528	45'272
Azote organique	0.122	10'436
Azote total	0.650	55'708

L'augmentation par rapport à l'année 1981 (164 tonnes) n'est pas significative.

Rappelons les données antérieures :

	mg N/l	Tonnes
. 1978	0.614	52'600
. 1979	0.642	54'800
. 1980	0.659	56'400
. 1981	0.648	55'500
. 1982	0.650	55'700

Depuis trois ans, l'azote total plafonne.

7. EVOLUTION DU PHOSPHORE

a. LES ORTHOPHOSPHATES

Leur concentration est élevée en début de saison (février). L'hiver ayant été doux, leur répartition n'est pas homogène de la surface au fond : 0.068 mg P/l en surface et 0.128 mg P/l au fond du lac, pour une moyenne de 0.084 mg P/l. Cette valeur représente le maximum de l'année, avec environ 7'200 tonnes. A ce moment-là, pratiquement tout le phosphore contenu dans le lac est sous forme minérale (98 %). La concentration baisse ensuite. Les orthophosphates tombent à zéro sur une épaisseur de 10 m à la surface de l'eau, de la mi-juillet à la mi-août. Après un léger enrichissement ensuite, les orthophosphates sont à nouveau limitants au début du mois d'octobre.

Dans l'hypolimnion, les concentrations vont en augmentant avec la profondeur. La forme minérale du phosphore prédomine sans arrêt. A partir de 100 m de profondeur, elle représente 90 % et plus du phosphore total.

On note, comme à l'accoutumée, une accumulation près du fond, surtout en fin de saison, avec une pointe de 0.142 mg P/l à mi-novembre.

La concentration annuelle moyenne est de 0.070 mg P/l (5'950 t), avec, comme nous venons de le voir, un maximum de 0.084 mg P/l (7'200 t) et un minimum de 0.063 mg P/l (5'400 t) au début de septembre. Le stock de la forme minérale du phosphore est en légère baisse par rapport à 1981, baisse qui s'est amorcée à partir de 1978.

b. LE PHOSPHORE ORGANIQUE

Sa concentration est relativement faible. Elle est en rapport avec le calme relatif de l'année.

La moyenne annuelle est de 0.008 mg P/l, avec un stock au minimum observé depuis 12 ans : 690 tonnes.

La concentration la plus élevée dans l'épilimnion n'a été que de 0.030 mg P/l (0.072 en 1981).

En moyenne annuelle, le phosphore organique ne représente que le 10 % du phosphore total.

Dans l'hypolimnion, la concentration est pratiquement toujours inférieure à 0.01 mg P/l sauf à 1 m du fond, où l'on observe une légère stagnation (maximum : 0.022 mg P/l en novembre).

c. LE PHOSPHORE TOTAL

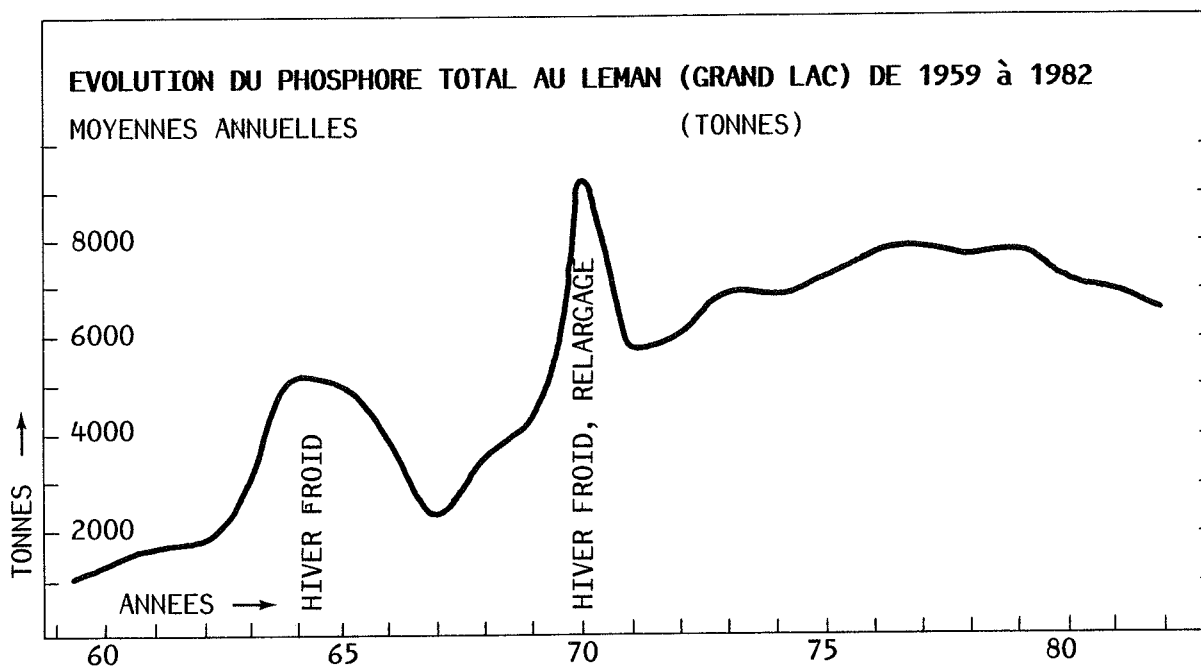
La figure 5 illustre l'évolution du phosphore depuis le début des études.

On constate qu'à partir de 1978, le stock de phosphore tend à baisser.

L'évolution des cinq dernières années est la suivante :

Année	mg P/l			Tonnes		
	Orthophosphates	Phosphore organique	Phosphore total	Orthophosphates	Phosphore organique	Phosphore total
1978	0.078	0.011	0.089	6'700	900	7'600
1979	0.073	0.009	0.082	6'200	800	7'000
1980	0.076	0.008	0.084	6'500	700	7'200
1981	0.071	0.011	0.082	6'100	950	7'050
1982	0.070	0.008	0.078	5'950	700	6'650

FIG. 5



Les chiffres parlent d'eux-mêmes. Le stock moyen de 1982 nous ramène à la situation de 1975 (6'500 tonnes) avec ses 0.078 mg P/l (6'650 tonnes).

On a noté un maximum à 0.088 mg P/l en janvier (7'540 tonnes) et un minimum de 0.070 mg P/l (6'000 tonnes) en décembre.

Il ne fait donc aucun doute que les mesures d'assainissement prises, et notamment la déphosphatation des eaux, commencent à porter leurs fruits.

Le bilan du phosphore ne comporte pas pour le moment de données sur la quantité de phosphore qui échappe au circuit par sédimentation. Des travaux effectués à l'Institut Forel à Versoix sur ce sujet permettent, en première approximation, d'estimer cette sédimentation à plus de 1'000 tonnes par an, sous forme organique, minérale non apatitique, ou apatitique.

8. LE CARBONE ORGANIQUE

Avec 0.94 mg C/l en moyenne annuelle (80'800 tonnes), nous enregistrons la plus forte concentration observée depuis le début des études (1977). L'année 1981, à forte activité phytoplanctonique, avait montré une concentration s'élevant à 0.89 mg C/l (76'200 tonnes).

La concentration la plus élevée a été observée à mi-juillet à la surface de l'eau, avec 1.91 mg C/l. De manière assez curieuse, l'hypolimnion est plus riche en matière organique que l'année précédente, comme si la sédimentation était quasi inexistante.

La concentration moyenne est au plus bas à mi-avril, avec 0.84 mg/l (71'800 tonnes) et au maximum à mi-mai, avec 1.11 mg/l (95'300 tonnes).

Il faut l'avouer, nous manquons de recul pour juger de l'évolution du carbone organique.

9. LA SILICE

L'année 1981 avait vu la plus haute concentration de la silice depuis une dizaine d'années, avec 2.19 mg SiO₂/l en moyenne annuelle (188'000 tonnes). L'année 1982 montre une concentration à peine diminuée, de 2.18 mg/l (186'000 tonnes). Cette régression n'est pas significative.

On note, comme à l'accoutumée, un appauvrissement de la surface au profit du fond du lac. Ainsi, la concentration annuelle moyenne à la surface (de 0 à 10 m) est de 1.30 mg/l, avec un maximum de fin d'hiver (mars) à 2.13 mg/l, et un minimum estival de 0.19 mg/l au début de juillet. Au fond du lac, par contre, la concentration annuelle moyenne est de 3.66 mg/l, avec un minimum de fin d'hiver (mars) à 3.03 mg/l et un maximum à 4.42 mg/l au début d'octobre.

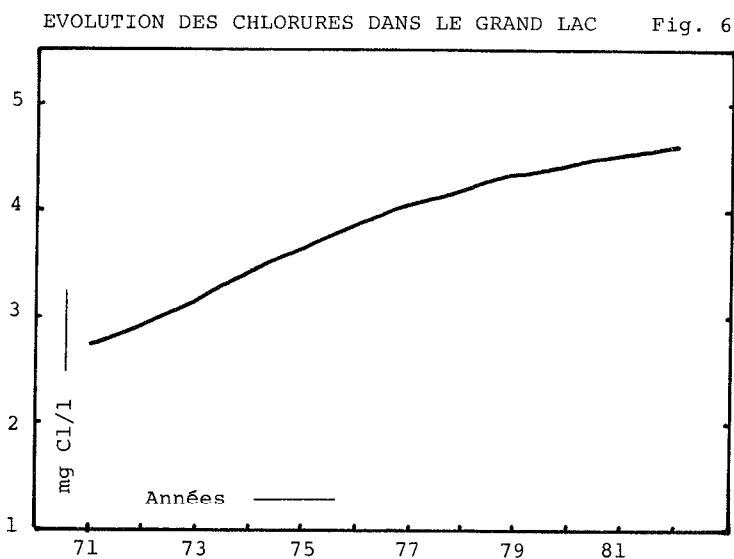
La teneur maxima du lac est de 2.38 mg/l (204'000 tonnes). La teneur minima se situe à 1.89 mg/l (162'000 tonnes).

Les travaux en cours à l'Institut Forel, déjà mentionnés, permettront d'en savoir plus sur la sédimentation de la silice.

10. LES CHLORURES

Leur concentration annuelle moyenne progresse lentement, avec 4.60 mg Cl/l, ou 394'000 tonnes, contre 4.53 mg Cl/l ou 388'000 tonnes en 1981.

Le graphique 6 indique l'évolution des chlorures dans le Grand Lac depuis 1971



On notait en 1971 2.76 mg Cl/l, soit 237'000 tonnes. Il y a donc une augmentation de 67 % en douze ans, ce qui est inquiétant.

Relevons que les teneurs des années 1957-1958 se situaient autour de 2.5 mg Cl/l, ou 210'000 tonnes.

Malgré leur progression les chlorures ne présentent à l'heure actuelle aucune menace pour le développement de la flore et de la faune.

11. AUTRES DETERMINATIONS

LE pH DE L'EAU

En période estivale, il atteint encore en 1982, près de la surface de l'eau la valeur de 9.0, soit un peu moins qu'en 1981 (9.15). La moyenne annuelle est de 8.35. Dans le fond du lac (309 m), il n'est pas descendu au-dessous de 7.50 (moyenne annuelle : 7.56).

Il n'y a pas de différence notable entre les moyennes annuelles de 1981 (7.84) et de 1982 (7.83).

LA CONDUCTIVITE DE L'EAU

Elle accuse une légère baisse en 1982 (295 $\mu\text{S.cm}^{-1}$) par rapport à 1981 (298). Mais ce n'est guère significatif. Un fort abaissement estival est noté, avec un minimum à 233 à mi-août. Le maximum annuel est observé tout près du fond, avec 309 unités à fin novembre.

LES BICARBONATES DE L'EAU

Le titre alcalimétrique complet (TAC) qui les mesure varie peu : 1.80 en 1982, contre 1.82 en 1981. La variation des bicarbonates est en relation avec le pH de l'eau et aussi, bien sûr, avec la conductivité électrique.

Au plus fort pH de l'année (9.00) correspond la plus faible conductivité (233) et un TAC minimum de 1.28 mé/l, ceci à mi-août près de la surface.

LA DURETE TOTALE

Elle baisse légèrement et se trouve à 2.85 mé/l en 1982, contre 2.88 en 1981.

Cette variation n'est pas significative. Elle est dans l'ordre normal des événements. Le minimum annuel moyen est de 2.79 mé/l au début d'août, et le maximum de 2.89 en début de saison. Le minimum absolu est de 2.19 mé/l à la surface du lac à la mi-août.

LA DURETE PERMANENTE

Cette donnée, différence entre la dureté totale et le TAC, représente au Léman essentiellement les sulfates et les chlorures.

Elle est de 1.05 en 1982, 1.06 en 1981. Il n'y a donc pas de variation significative.

LE CALCIUM

En 1982, la teneur moyenne du lac en ion calcium est de 2.31 mé/l, soit 46.3 mg Ca/l, ou $3'968.10^3$ tonnes, soit, à 0.4 % près la teneur de l'année précédente.

On note un maximum moyen à 2.35 mé/l au début de novembre (47.1 mg Ca/l ou 4'038 milliers de tonnes), et un minimum moyen de 2.25 mé/l au début d'août (45.2 mg Ca/l ou 3'871 mille tonnes, soit une amplitude de 167'000 tonnes).

La concentration minima se situe à 1.70 mé/l (34.1 mg Ca/l) à mi-août près de la surface (2.5 m).

LE MAGNESIUM

Peu de différence aussi entre 1981 et 1982 : 0.52 mé/l, ou 6.36 mg Mg/l, ou 545'000 tonnes en 1982, 0.53 mé/l, ou 6.44 mg Mg/l, ou 552'000 tonnes en 1981. La différence n'est pas significative.

Les variations annuelles vont de 0.52 mé/l en octobre (6.32 mg Mg/l ou 541'000 tonnes) à 0.54 mé/l en septembre (6.59 mg Mg/l ou 565'000 tonnes).

12. CONCLUSIONS

L'année 1982 est encore influencée par les événements de l'année précédente, à savoir notamment la circulation totale des eaux au début de 1981, qui a provoqué une homogénéisation complète des eaux.

La transparence de l'eau, avec une moyenne de 7.54 m, est moins élevée. Moins bonne en hiver, elle a été meilleure en été que l'année précédente, le minimum observé n'étant pas descendu au-dessous de 3.5 m.

Le régime thermique a été peu accentué. L'hiver 1982 a été doux, la circulation totale des eaux ne s'est pas étendue au-dessous de 100 m de profondeur. En conséquence, la température moyenne de l'eau s'est élevée à 6.68°C. L'eau du fond se réchauffe également.

L'étude du régime de l'oxygène montre que le lac vit sur ses gains de l'an passé. Il ne paraît pas avoir souffert de la mauvaise circulation des eaux, car il reste riche en oxygène jusque très près du fond.

La provision annuelle est de 792'000 tonnes, soit 10'000 de moins que l'année précédente, ce qui n'est pas du tout significatif. La concentration annuelle moyenne est de 9.24 mg/l (78.8 %), contre 9.36 (79.2 %) en 1981.

Une situation critique apparaît dans la seconde moitié de l'année près du fond, où l'oxygène atteint la concentration minima de 2.37 mg/l (19.5 %). Ce phénomène n'affecte guère que 1 % au plus du volume du Léman, et ne dépasse pas, au pire, - 290 m. Il n'en reste pas moins que cette situation est l'indice d'un état trophique exagéré des eaux du lac.

Le régime de l'azote est globalement peu modifié en 1982.

L'azote ammoniacal baisse légèrement à 0.008 mg N/l (722 tonnes).

L'azote nitreux, toujours en faible concentration, augmente de manière non significative : 0.001 mg N/l ou 103 tonnes.

L'azote nitrique est un peu moins mis à contribution que l'an passé, ce qui fait que sa concentration moyenne augmente à 0.52 mg N/l (44'400 tonnes), maximum jamais enregistré, contre 0.50 mg N/l (42'600 tonnes) en 1981.

Cependant, l'azote organique est en concentration plus faible en 1982 : 0.122 mg N/l, soit 10'400 tonnes.

Il s'ensuit que le bilan général de l'azote total est équilibré à 0.65 mg N/l (55'700 tonnes). Il n'y a pas de hausse depuis 1980.

Le régime du phosphore est toujours l'objet d'examen attentifs.

La concentration des orthophosphates, qui constituent la majeure partie des stocks de phosphore (90 %) est en légère baisse par rapport à l'an passé, avec ses 0.070 mg P/l (5'950 tonnes).

Baisse également pour le phosphore organique : 0.008 mg P/l en moyenne annuelle, avec 690 tonnes, chiffre minimum jamais observé depuis longtemps.

En conséquence, le phosphore total voit sa concentration s'abaisser de manière significative à 0.078 mg P/l (6'650 tonnes). Il semble que les mesures d'assainissement mises en route depuis deux décennies commencent à porter leurs fruits.

Le carbone organique, avec ses 0.94 mg C/l (80.000 tonnes) représente la plus forte concentration observée depuis 1957. L'explication de ce phénomène est à rechercher dans la maintien de la production primaire à un niveau élevé.

La silice voit sa concentration garder un haut niveau à 2.18 mg/l (186'600 tonnes), à peine moins que l'an passé. Elle a tendance à enrichir le fond du lac, au détriment de la surface.

La concentration en chlorures continue à augmenter (4.60 mg Cl/l ou 394'000 tonnes), sans pour autant que cela présente un danger quelconque pour la vie animale ou végétale.

Les autres déterminations effectuées ne montrent aucune évolution digne d'être rappelée.

Ainsi les chlorures mis à part, l'année 1982 se caractérise par une certaine stabilité. Non seulement il n'y a pas d'aggravation, mais on constate que la concentration du phosphore cause première de l'eutrophisation, est en régression depuis quelques années, tout en restant, bien entendu, à un niveau relativement élevé.

La productivité du lac provoque une certaine carence en oxygène encore très localisée près du fond.

L'amélioration des mesures d'assainissement fait espérer que l'état physico-chimique du Léman s'améliore encore.

ETUDE DU PHYTOPLANCTON
CAMPAGNE 1982

PAR

JEAN-CLAUDE DRUART
STATION D'HYDROBIOLOGIE LACUSTRE (INRA) THONON

ET

ROGER REVACLIER
SERVICE D'HYDROBIOLOGIE GENEVE

RESUME

Le rapport présente les résultats de l'étude du phytoplancton du Léman en 1982, à la station SHL 2. Vingt-et-un échantillons d'eau brute, intégrés de la surface à 10 m de profondeur, ont été prélevés. Cent vingt-cinq taxons algaux ont été identifiés et dénombrés; leur biomasse respective et la biomasse totale de chaque échantillon ont été calculées.

Vingt-neuf espèces algales ont produit à elles seules 91.3 % de la biomasse totale. Le maximum de biomasse mesuré est de 8.5 mg/l; la moyenne de l'année est de 2.0 mg/l.

La cyanophycée Oscillatoria rubescens a proliféré de façon importante durant les trois derniers mois de l'année.

Aucune espèce nouvelle pour le Léman n'a été observée.

La composition du phytoplancton observée au cours de l'année est caractéristique d'un lac mésotrophe à eutrophe.

1. INTRODUCTION

Conformément au plan quinquennal 1981-1985 l'étude du phytoplancton à la station SHL 2 a été poursuivie.

Vingt-et-un échantillons d'eau brute ont été prélevés à l'aide d'un appareil intégrateur (PELLETIER et ORAND, INRA 1968), dans la couche d'eau comprise entre la surface et dix mètres de profondeur, aux dates qui figurent au tableau 1.

Les comptages et les identifications ont été effectués au microscope inversé par les soins de J.C. DRUART de la Station d'hydrobiologie lacustre de Thonon.

TABLEAU 1 - Dates de prélèvement du phytoplancton en 1982

18 janvier	5 et 20 juillet
15 février	2 et 16 août
1er, 15 et 29 mars	8 et 21 septembre
19 avril	4 et 18 octobre
3 et 24 mai	2 et 22 novembre
7 et 21 juin	13 décembre

2. RESULTATS

2.1 FREQUENCE DES ESPECES

En 1982, 125 taxons (genre, espèce, variété ou forme) ont été rencontrés et identifiés (liste en fin de rapport), dont 90 avaient une abondance supérieure à 1 unité/ml; il s'agit de :

46 (33) chlorophycées
 31 (23) diatomées
 17 (10) cyanophycées
 13 (9) conjuguées
 7 (5) chrysophycées
 7 (6) dinophycées
 4 (4) cryptophycées

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre des taxons dont l'abondance est supérieure à 1 unité/ml.

La fréquence d'observation de ces différentes algues et leur abondance sont très variables : 27 sont observées une fois, 8 deux fois et 16 trois fois. Neuf espèces sont présentes dans 18 échantillons et plus, ce sont :

Espèces	Fréquence	Abondance (unité/ml) moyenne	Biomasse (mg/m ³) moyenne
<i>Gymnodinium helveticum</i>	19	3.6	54.2
<i>Ceratium hirundinella</i>	20	8.7	656.2
<i>Cryptomonas spp</i>	20	50.4	126.0
<i>Rhodomonas minuta var. nan.</i>	21	974.6	97.5
<i>Erkenia subaequiciliata</i>	19	237.4	11.9
<i>Stephanodiscus hantzschii v.</i>	18	131.0	13.1
<i>Asterionella formosa</i>	21	123.4	24.7
<i>Monoraphidium contorsum</i>	20	14.1	0.7
<i>Staurastrum sebaldei v. or.</i>	18	0.9	18.6

On remarque que si ces neuf espèces sont parmi les plus communes du lac, leur abondance varie considérablement et leur part dans la biomasse n'est pas équivalente.

Notons encore que l'échantillon le plus diversifié (2 novembre) compte 69 taxons mais que sur ce nombre, seuls 18 sont d'abondance supérieure à 1 unité/ml; le moins diversifié regroupe 19 espèces (1er mars), dont 10 supérieurs à 1 unité/ml.

2.2 VARIATIONS D'ABONDANCE DE QUELQUES ESPECES (figures 1 et 2)

Cyanophycées

En 1982, trois espèces sont particulièrement abondantes : *Aphanizomenon flos aquae*, (maximum 20 juillet), *Pseudanabaena galeata* (maximum 8 septembre) et *Oscillatoria rubescens* (maximum 2 novembre). L'abondance de cette dernière (74 filaments de 100 µ/ml, en moyenne) est voisine de celle observée en 1978; par contre une autre oscillaire, *O. bourrellyi*, abondante cette année-là, a végété en 1982.

Dinophycées

Comme chaque année dans cette classe, *Ceratium hirundinella* occupe la première place; son abondance est maximum le 20 juillet (93 cel/ml); au début du mois d'octobre il produit encore une biomasse de 1'200 mg/m³. Son abondance moyenne (8.7 cel/ml) est légèrement supérieure à celle observée en 1981 (7.9 cel/ml).

Cryptophycées

La minuscule algue flagellée *Rhodomonas minuta* v. *nannoplanctica* est abondante au début du mois de septembre (5'000 cel/ml), mais ce nombre reste loin de la prolifération de mai 1981 (plus de 30'000 cel/ml).

Chrysophycées

La diversité actuelle de cette classe, qui comprend une majorité d'algues de milieu oligotrophe, est très faible dans le Léman par rapport aux observations anciennes. *Dinobryon sociale* est un peu plus abondant que l'année précédente avec 630 cel/ml.

Diatomées

Dans l'ensemble l'abondance des diatomées est très modeste en 1982. La minuscule centrique *Stephanodiscus hantzschii* v. *pusillus* n'a pas dépassé le nombre de 360 cel/ml (plus de 6'000 en 1981). Les populations de *Stephanodiscus binderanus* (= *Melosira binderana*) et *Asterionella formosa* sont restées pauvres; cette dernière est présente tout au long de l'année.

Chlorophycées

Avec 46 espèces la classe des chlorophycées est la plus diversifiée. La plupart de ces algues restent discrètes, mises à part certaines, telle la minuscule *Chlorella vulgaris* qui est aussi abondante qu'en 1981 avec 1'942 cel/ml en moyenne ou *Coelastrum reticulatum*, volumineuse chlorophycée en colonie, qui se développe subitement début septembre et donne plus de 28 % de la biomasse de l'échantillon.

Conjuguées

La poussée automnale de *Mougeotia gracillima* est restée faible et les *Staurastrum* qui peuvent être abondants en fin d'été n'ont produit que des populations médiocres.

2.3 BIOMASSES

Les espèces ayant produit au moins 10 % de la biomasse d'un échantillon au cours d'année et/ou 1 % ou plus de la biomasse annuelle totale sont au nombre de 29 et représentent 91.3 % de la biomasse (tableau 2). On remarquera la part importante prise par *Oscillatoria rubescens* en 1982 (12.4 % de la biomasse).

La figure 3 présente les variations de la biomasse relative (%) de chaque classe au cours de l'année.

Les biomasses relatives les plus importantes (supérieures à 50 %) sont celles des dinophycées en juillet, des cyanophycées en novembre, des diatomées en mars et des cryptophycées en janvier. Les biomasses des autres classes ne dépassent jamais 50 % de la biomasse en 1982.

L'évolution de la biomasse phytoplanctonique en 1982 à SHL 2 (figure 4) paraît très déséquilibrée. Pendant la première partie de l'année, de janvier à juin, les biomasses observées sont très faibles (moyenne sur 6 mois 508 mg/m³). Ensuite, de juillet à décembre, la biomasse augmente brusquement culminant en juillet avec un maximum, dû à *Ceratium hirundinella*, de 8'460 mg/m³; la moyenne pour ces six derniers mois atteint 3'300 mg/m³. Ainsi de juillet à novembre, la biomasse a toujours été supérieure à 1'000 mg/m³ et le dernier pic important est enregistré le 2 novembre avec 3'100 mg/m³, dont 68 % proviennent de *Oscillatoria rubescens*.

La biomasse moyenne de l'année est de 1'970 mg/m³ (2'140 en 1981).

3. CONCLUSIONS

Depuis de nombreuses années seule une trentaine d'espèces, dont les proportions varient peu d'une année à l'autre, produisent plus du 90 % de la biomasse totale (voir le rapport sur la campagne 1981, tableau 1 et tableau 2 du présent rapport). Les espèces typiquement oligotrophes (Chrysophycées, diatomées du genre *Cyclotella* etc...) restent absentes de cette liste.

Les biomasses produites n'ont été fortes qu'à partir de juillet et sont restées élevées jusqu'à fin novembre (moyenne annuelle : 1'970 mg/m³). La biomasse maximale est de 8'460 mg/m³ (6'460 en 1981).

Oscillatoria rubescens a refait une apparition remarquée en fin d'année, d'octobre à décembre, avec une biomasse moyenne de 890 mg/m³ pour ces trois mois. Un tel phénomène ne s'était plus reproduit depuis 1978.

Les résultats de la campagne d'analyses phytoplanctoniques 1982 n'apportent pas de modification aux conclusions des précédents rapports : la situation biologique du Léman reste celle d'un lac mésotrophe à eutrophe.

BIBLIOGRAPHIE

- DRUART J.C., Les algues planctoniques du Léman : historique et inventaire
PONGRATZ Ed., (à paraître dans la Revue Suisse d'Hydrologie).
REVACLIER R.,

TABLEAU 2 - Biomasse relative (%) des espèces les plus abondantes en 1981 et 1982

Espèces	1981	1982
<u>Cyanophycées</u>		
<i>Microcystis aeruginosa</i>	0.9	2.3
<i>Aphanizomenon flos aquae</i>	0.7	4.0
<i>Oscillatoria rubescens</i>	0.1	12.4
<i>Pseudanabaena galeata</i>	0.0	2.4
<u>Dinophycées</u>		
<i>Gymnodinium helveticum</i>	1.6	2.7
<i>Ceratium hirundinella</i>	27.7	33.3
<u>Cryptophycées</u>		
<i>Cryptomonas spp</i>	8.6	6.4
<i>Rhodomonas minuta v. nannoplanctica</i>	11.8	5.0
<u>Chrysophycées</u>		
<i>Dinobryon sociale</i>	0.9	3.4
<i>Mallomonas acaroides</i>	0.8	0.5
<i>Erkenia subaequiciliata</i>	1.1	0.6
<u>Diatomées</u>		
<i>Stephanodiscus binderanus</i>	3.3	1.1
<i>Stephanodiscus astrea</i>	0.2	1.0
<i>Stephanodiscus hantzschii v. pusillus</i>	11.9	0.7
<i>Fragilaria crotonensis</i>	0.6	1.3
<i>Asterionella formosa</i>	5.5	1.3
<u>Chlorophycées</u>		
<i>Chlamydomonas conica</i>	1.0	0.9
<i>Ankyra inerme</i>	0.0	0.1
<i>Micractinium pusillum</i>	0.0	0.6
<i>Coelastrum microporum</i>	0.1	0.3
<i>Coelastrum reticulatum</i>	0.0	5.0
<i>Coelastrum cambricum</i>	0.6	1.0
<i>Chlorella vulgaris</i>	1.5	1.5
<i>Ulothrix subtilissima</i>	1.1	0.6
<u>Conjuguées</u>		
<i>Mougeotia gracillima</i>	2.3	0.3
<i>Closterium aciculare</i>	1.6	0.1
<i>Staurastrum cingulum</i>	2.4	1.3
<i>Staurastrum sebalddi v. ornatum</i>	7.7	0.2
<i>Cosmarium depressum v. planctonicum</i>	0.6	1.0
TOTAL	94.6	91.3

Figure 1 - Evolution de l'abondance et de la biomasse de quatre espèces à SHL 2 en 1982

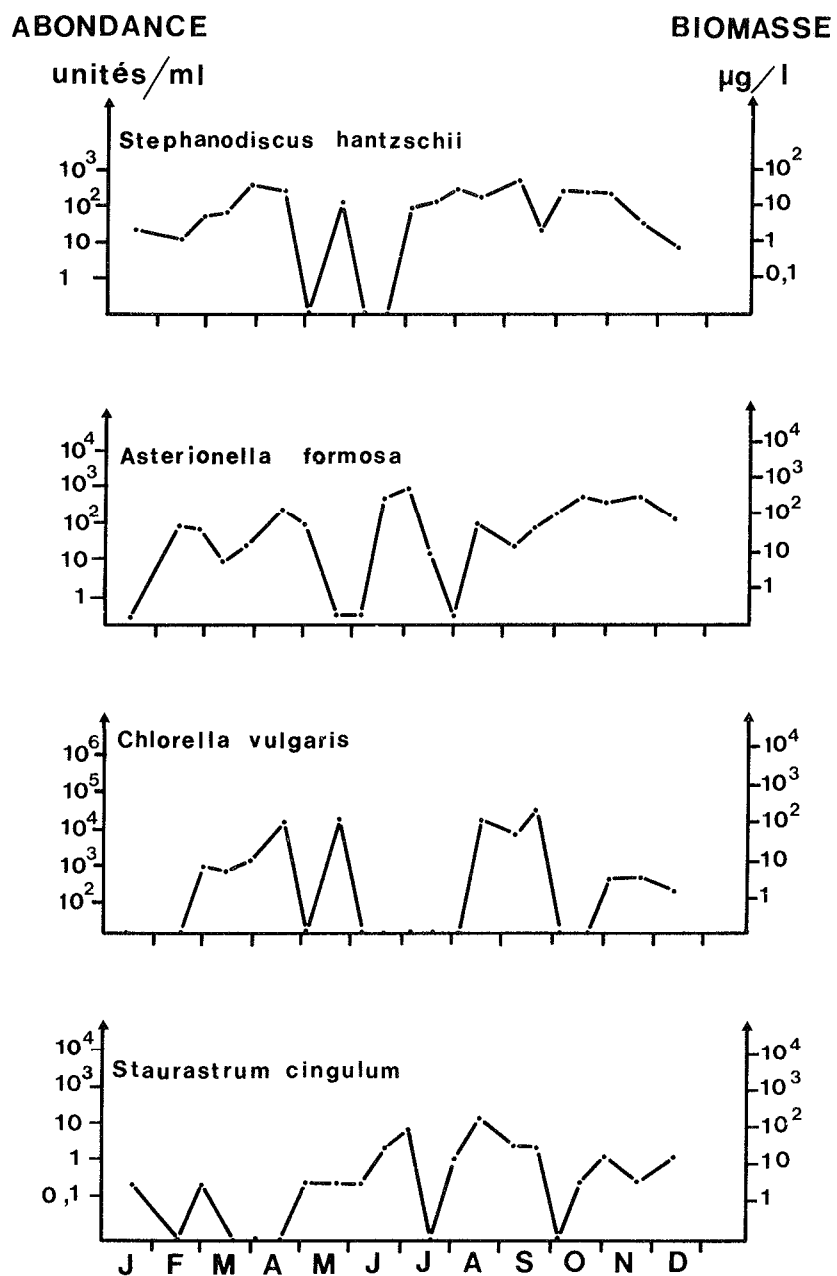


Figure 2 - Evolution de l'abondance et de la biomasse de quatre espèces à SHL 2 en 1982

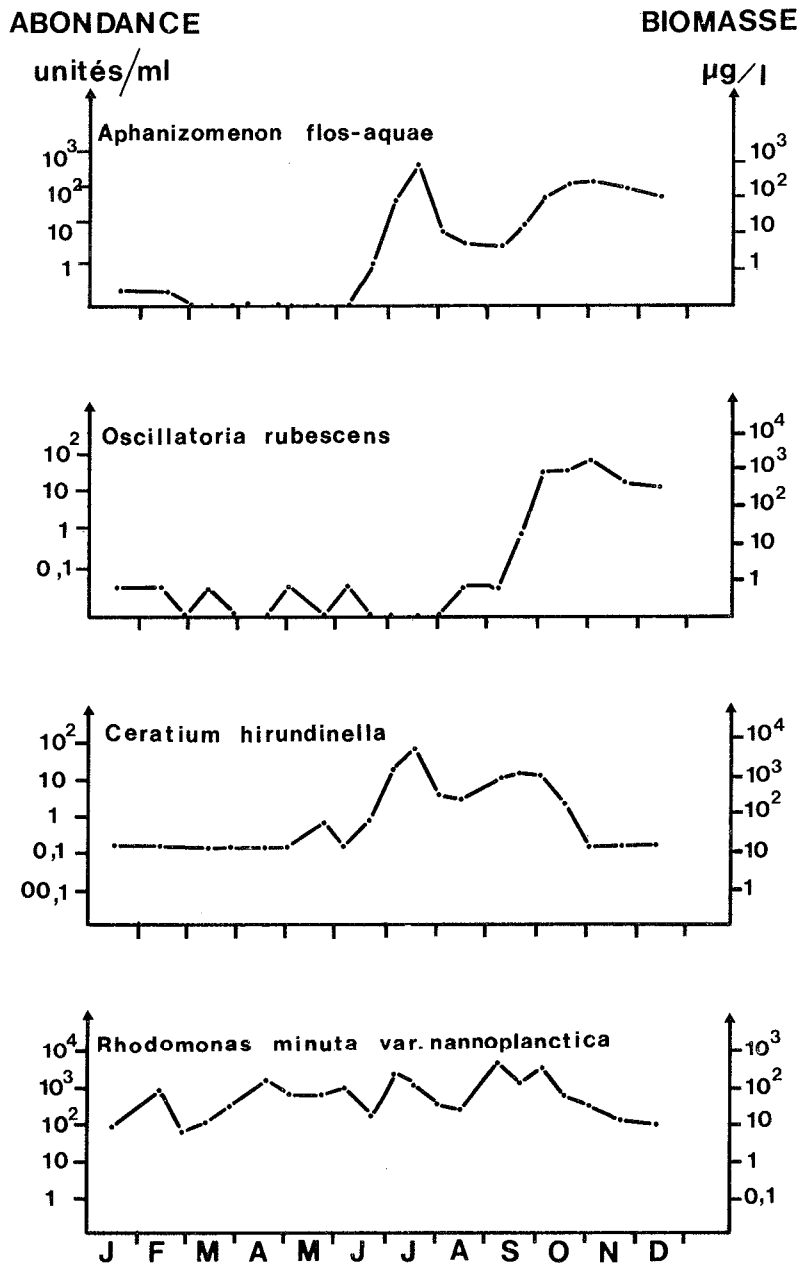


Figure 3 - Variations saisonnières de la distribution des classes d'algues en pourcentage du biovolume total (1982, point SHL 2)

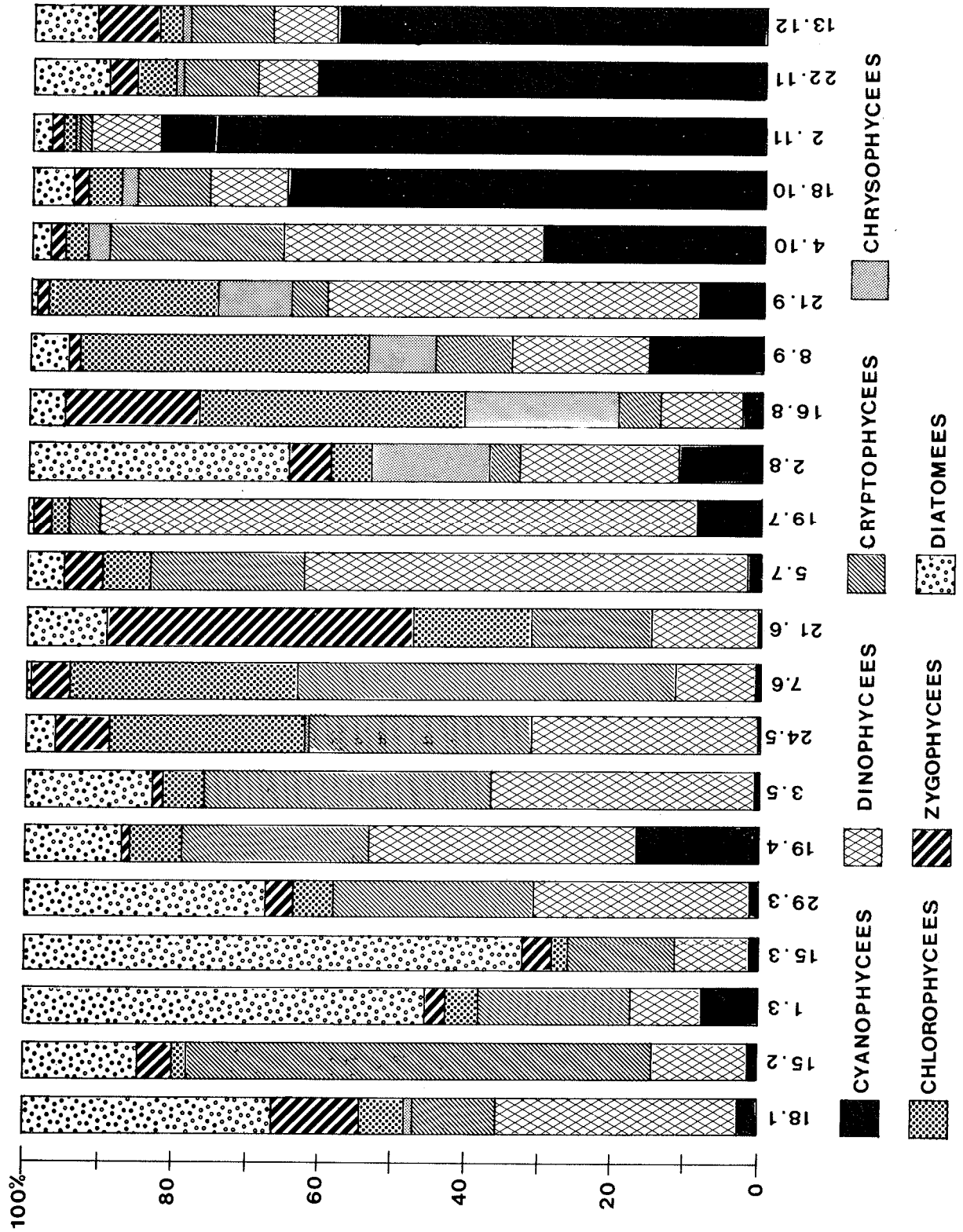
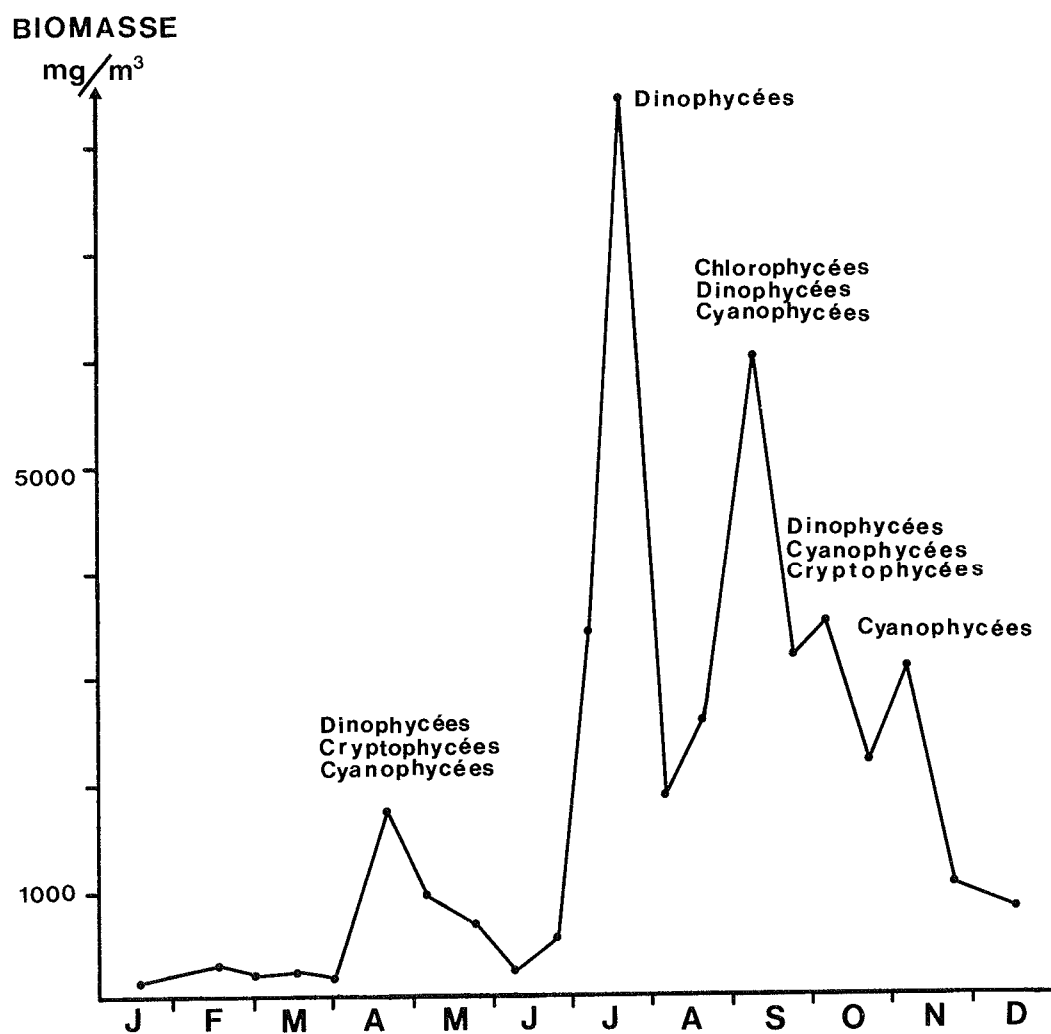


Figure 4 - Evolution de la biomasse en 1982 à SHL 2 et principales classes dominantes



LISTE DE REFERENCE ET FREQUENCES DES ESPECESS D ALGUES RENCONTREES EN 1982
 NOMBRE D ECHANTILLONS : 21

		FREQUENCES SUR 21 ECHT	FREQUENCES EN POURCENT
CYANOPHYCEES			
1020	MICROCYSTIS SP.	1	4.8
1021	MICROCYSTIS AERUGINOSA	10	47.6
1022	MICROCYSTIS ELACHISTA V.CONFERTA	3	14.3
1024	MICROCYSTIS GREVILLEI	1	4.8
1031	APHANOTHECE CLATHRATA	1	4.8
1032	APHANOTHECE CLATHRATA V.ROSEA	9	42.9
1061	GOMPHOSPAERIA LACUSTRIS	1	4.8
1072	ANABAENA FLOS AQUAE	4	19.0
1073	ANABAENA CIRCINALIS	2	9.5
1074	ANABAENA MACROSPORA	6	28.6
1075	ANABAENA FLOS AQUAE VAR.TRELEASI	4	19.0
1081	APHANIZOMENON FLOS AQUAE	14	66.7
1090	OSCILLATORIA SP.	1	4.8
1091	OSCILLATORIA RUBESCENS	13	61.9
1092	OSCILLATORIA BOURRELLYI	13	61.9
1094	OSCILLATORIA LIMNETICA	10	47.6
1101	PSEUDANABAENA GALEATA	5	23.8
DINOPHYCEES			
2012	GYMNODINIUM HELVETICUM	19	90.5
2020	PERIDINIUM SP.	13	61.9
2024	PERIDINIUM WILLEI	9	42.9
2031	GONIAULAX APICULATA	1	4.8
2041	CERATIUM HIRUNDINELLA	20	95.2
2049	CYSTE DE CERATIUM	6	28.6
2060	GLENODINIUM SP.	4	19.0
CRYPTOPHYCEES			
3010	CRYPTOMONAS SP.	20	95.2
3011	CRYPTOMONAS ROSTRATIFORMIS	3	14.3
3021	RHODOMONAS MINUTA	16	76.2
3022	RHODOMONAS MINUTA VAR.NANNOPLANCTICA	21	100.0
CHRYSOPHYCEES			
5020	UROGLENA SP.	3	14.3
5033	DINOBRYON DIVERGENS	1	4.8
5034	DINOBRYON SERTULARIA	1	4.8
5035	DINOBRYON SOCIALE	6	28.6
5051	MALLOMONAS ACAROIDES	10	47.6
5100	DESMARELLA BRACHYCALYX	3	14.3
5120	ERKENIA SP.	19	90.5
DIATOMLES			
7011	MELOSIRA GRANULATA VAR.	10	47.6
7012	MELOSIRA ISLANDICA SUBSP.HELVETICA	10	47.6
7013	MELOSIRA BINDERANA	12	57.1
7014	MELOSIRA VARIANS	3	14.3
7020	CYCLOTELLA SP.	1	4.8
7026	CYCLOTELLA COMENSIS	1	4.8
7031	STEPHANODISCUS ASTRAEA	11	52.4
7032	STEPHANODISCUS HANTZSCHII	1	4.8
7033	STEPHANO.ASTR.V.MINUT.	11	52.4
7035	STEPHANODISCUS HANTZSCHII V.PUSILLUS	18	85.7
7041	DIATOMA ELONGATUM	7	33.3
7042	DIATOMA VULGARE	8	38.1
7062	FRAGILARIA CROTONENSIS	17	81.0
7063	FRAGILARIA VIRESCENS	2	9.5
7071	ASTERIONELLA FORMOSA	21	100.0
7081	SYNEDRA ACUS	17	81.0

7082	SYNEDRA ULNA	1	4.8
7084	SYNEDRA ACUS VAR. RADIANS	14	66.7
7100	COCCONEIS SP.	11	52.4
7110	ACHNANTHES SP.	3	14.3
7130	GYROSYGMA SP.	3	14.3
7140	NAVICULA SP.	9	42.9
7143	NAVICULA REINHARDTII	1	4.8
7161	AMPHORA OVALIS	2	9.5
7170	CYMBELLA SP.	6	28.6
7180	GOMPHONEMA SP.	1	4.8
7190	NITZSCHIA SP.	9	42.9
7191	NITZSCHIA ACICULARIS	12	57.1
7201	CYMATOPLEURA SOLEA	4	19.0
7261	RHOICOSPHENIA CURVATA	3	14.3
7280	DIPLONEIS SP.	1	4.8

CHLOROPHYCEES

8010	CHLAMYDOMONAS SP.	6	28.6
8011	CHLAMYDOMONAS PROBOSCIGERAS	3	14.3
8012	CHLAMYDOMONAS GLOBOSA	7	33.3
8013	CHLAMYDOMONAS CONICA	4	19.0
8014	CHLAMYDOMONAS ZEBRA	1	4.8
8021	TETRAELEMIS CORDIFORMIS	9	42.9
8031	PHACOTUS LENTICULARIS	9	42.9
8041	EUDORINA ELEGANS	16	76.2
8050	GONIUM PECTORALE	2	9.5
8071	PSEUDOSPHAEROCYSTIS LUNDII	7	33.3
8082	TETRAEDRON MINIMUM	1	4.8
8091	ANKYRA JUDAYI	4	19.0
8092	ANKYRA SPATULIFERA	4	19.0
8094	ANKYRA INERME	3	14.3
8095	ANKYRA LANCEOLATA	1	4.8
8111	SPHAEROCYSTIS SCHROEDERI	12	57.1
8121	OOCYSTIS LACUSTRIS	5	23.8
8122	OOCYSTIS SOLITARIA	8	38.1
8141	KIRCHNERIELLA OBESA	6	28.6
8162	ANKISTRODESMUS LACUSTRIS	1	4.8
8171	MONORAPHIDIUM CONTORSUM	20	95.2
8172	MONORAPHIDIUM MINUTUM	4	19.0
8181	MICRACTINIUM PUSILLUM	7	33.3
8191	BOTRYOCOCCUS BRAUNII	8	38.1
8201	DICTYOSPHAERIUM PULCHELLUM	11	52.4
8221	COELASTRUM MICROPORUM	5	23.8
8222	COELASTRUM RETICULATUM	5	23.8
8224	COELASTRUM CAMBRICUM	3	14.3
8225	COELASTRUM PSEUDOMICROPORUM	1	4.8
8226	COELASTRUM SPHAERICUM	1	4.8
8241	HOFMANIA LANTERBORNII	2	9.5
8250	SCENEDESMUS SP.	6	28.6
8251	SCENEDESMUS QUADRICAUDA	3	14.3
8252	SCENEDESMUS ECORNIS	3	14.3
8254	SCENEDESMUS SPIROSUS	1	4.8
8255	SCENEDESMUS ACUMINATUS	2	9.5
8258	SCENEDESMUS ARCUATUS	1	4.8
8271	PEDIASTRUM BORYANUM	7	33.3
8272	PEDIASTRUM DUPLEX	13	61.9
8273	PEDIASTRUM TETRAS	1	4.8
8281	ELAKATOTHRIX GENEVENSIS	6	28.6
8311	CHLORELLA VULGARIS	11	52.4
8350	ULOTHRIX SUBTILISSIMA	10	47.6
8401	COENOCYSTIS SUBCYLINDRICA	2	9.5
8411	PAULSCHULZIA PSEUDOVOLVOX	4	19.0
8521	WILLEA IRREGULARIS	3	14.3

CONJUGUEES

9020	MOUGEOTIA GRACILLIMA	10	47.6
9031	CLOSTERIUM ACICULARE	13	61.9
9032	CLOSTERIUM ACUTUM VAR. VARIABILE	17	81.0
9034	CLOSTERIUM NORDSTEDTII	3	14.3
9036	CLOSTERIUM GRACILE	1	4.8
9037	CLOSTERIUM ACUTUM VAR. LATIUS	1	4.8
9040	COSMARIUM SP.	3	14.3
9041	COSMARIUM DEPRESSUM VAR. PLANCTONICUM	17	81.0
9045	COSMARIUM SUBPROTUMIDUM	1	4.8
9060	STAUSTRUM CINGULUM	15	71.4
9061	STAUSTRUM SEBALDII VAR. ORNATUM	18	85.7
9062	STAUSTRUM SEBALDII VAR. ORN. F. QUADR.	2	9.5
9066	STAUSTRUM MESSIKOMERI F. PLANCT.	9	42.9

LES ROTIFERES DU LEMAN
CAMPAGNE 1982

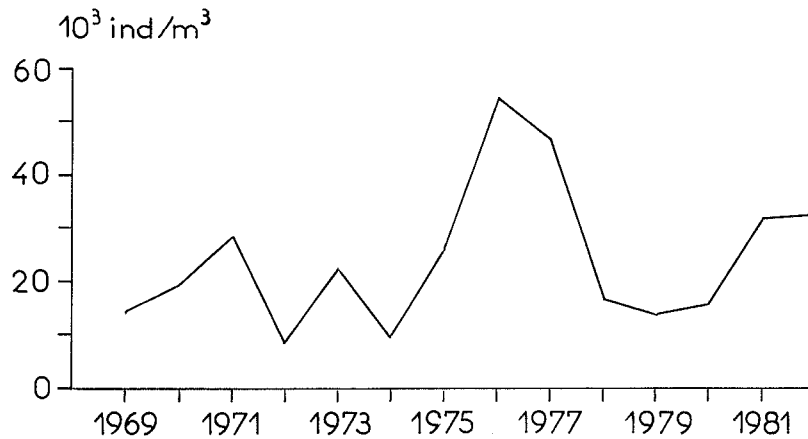
PAR

GERARD BALVAY

STATION D'HYDROBIOLOGIE LACUSTRE (INRA) THONON

1. VARIATIONS ANNUELLES DE L'ABONDANCE DES ROTIFERES

Comme en 1981, la biocénose rotatorienne a été étudiée uniquement à la station SHL 2, au centre du Grand Lac.

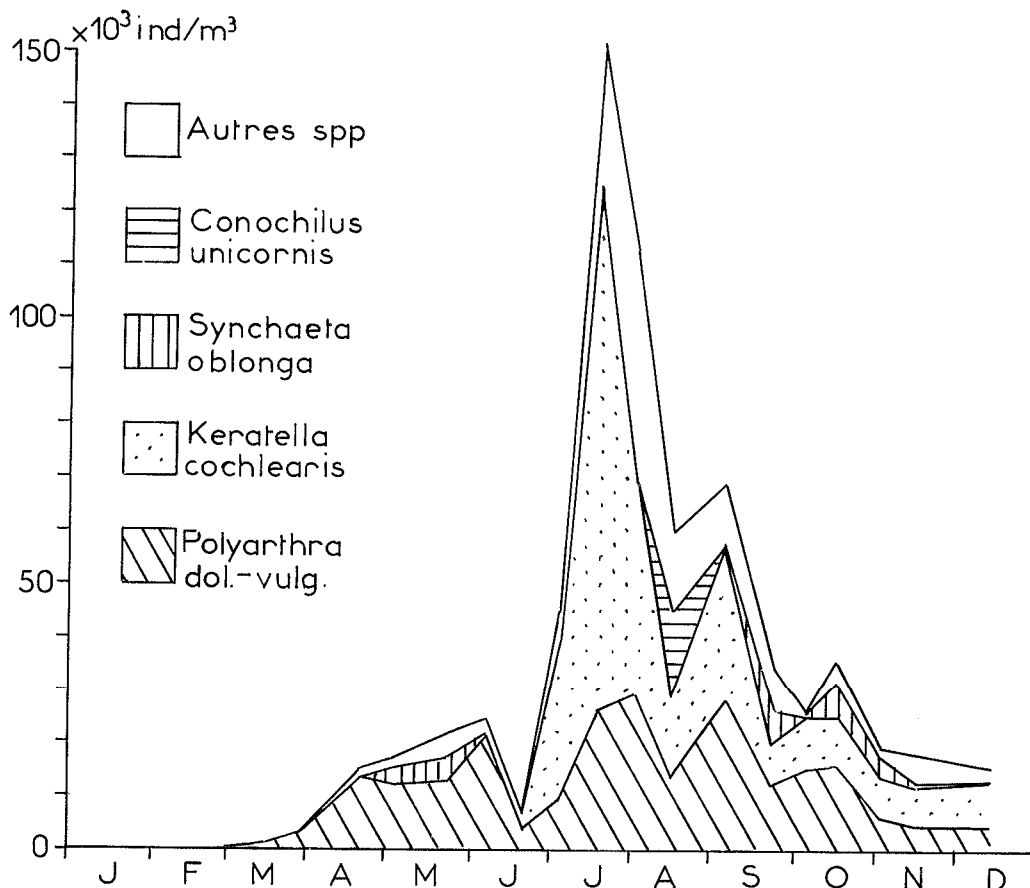


Le développement cyclique de la population des Rotifères mis en évidence au cours des années précédentes se traduit en 1982 par une stabilisation de la densité moyenne annuelle à une valeur voisine de celle observée en 1981 (respectivement 32'400 et 31'700 ind/m³).

2. CYCLE SAISONNIER

En 1982, la population rotatorienne s'est développée tardivement, à partir d'une population hivernale très peu abondante, en moyenne moins de 700 ind/m³, avec un minimum inférieur à 200 ind/m³ au début du mois de mars.

Le pic printanier est très peu marqué ($24'700 \text{ ind/m}^3$) et ce n'est qu'au milieu du mois de juillet que les Rotifères présentent leur abondance maximale ($152'300 \text{ ind/m}^3$). A partir d'août, la densité de la population baisse progressivement jusqu'au mois de décembre.

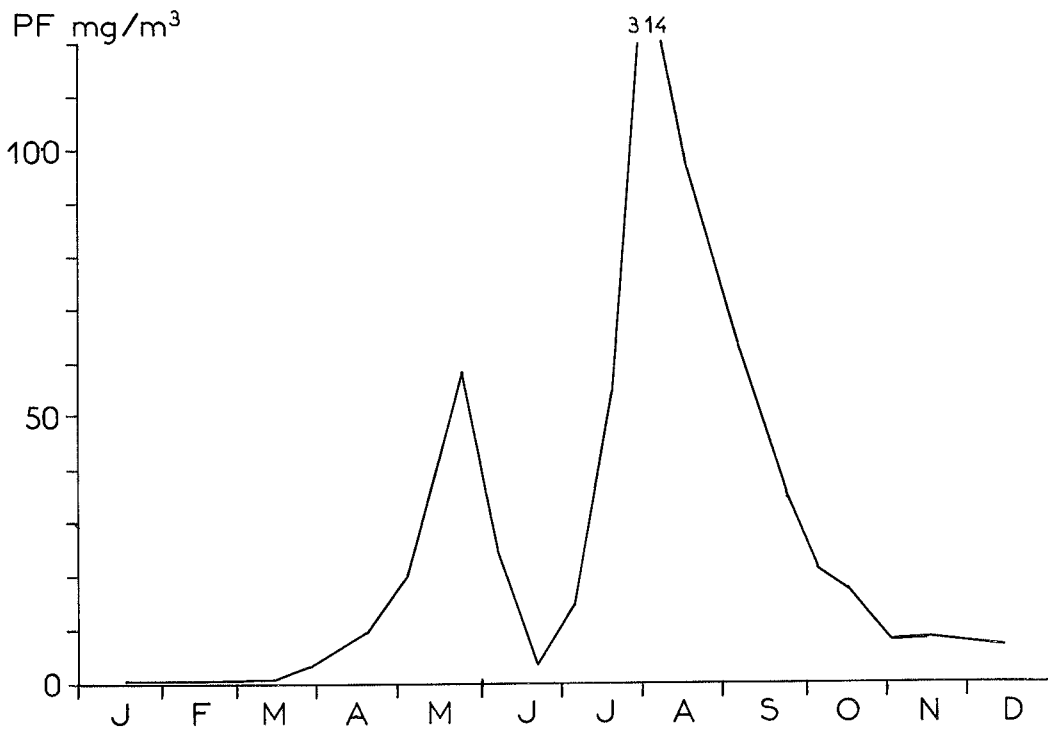


Au printemps, les Rotifères sont essentiellement représentés par *Polyarthra* gr. *dolichoptera-vulgaris*, et le pic estival correspond au développement de *Keratella cochlearis* qui, avec $99'700 \text{ ind/m}^3$, représente plus de 65 % des individus dénombrés le 19 juillet.

Les variations de l'abondance de ces deux espèces conditionnent l'allure générale de la courbe représentative du cycle saisonnier des Rotifères; les autres espèces, dont le développement est en général plus limité dans le temps, n'interviennent que peu dans l'évolution saisonnière de la population.

3. BIOMASSE DES ROTIFERES

La biomasse moyenne des Rotifères, exprimée en poids frais, est de 36 mg/m^3 , valeur en nette augmentation par rapport à 1981 (24.7 mg/m^3); cette augmentation est due essentiellement à la relative abondance d'*Asplanchna priodonta*.



La biomasse rotatorienne présente deux pics en 1982, l'un au printemps (58 mg/m³) et le second, maximum, en été (314 mg/m³). Dans ces deux cas, *Asplanchna priodonta* constitue près de 80 % de la biomasse rotatorienne, avec environ 11 % des individus dénombrés.

4. COMPOSITION DE LA BIOCENOSE

Dix-neuf espèces ont été recensées dans les prélèvements de zooplancton effectués en 1982. Par rapport à l'année précédente, quatre espèces n'ont pas été retrouvées (*Brachionus angularis*, *Notholca caudata*, *Filinia terminalis* et *Ascomorpha ecaudis*) alors que *Ploesoma truncatum*, *Euchlanis dilatata*, et la variété *tecta* de *Keratella cochlearis* ont été à nouveau présentes dans la biocénose.

Une espèce nouvelle pour la faune lémanique est apparue en 1982, *Keratella testudo*, dont quelques très rares exemplaires ont été observés uniquement le 3 mai. Cette espèce est en général inféodée aux étangs et pour l'instant, sa présence dans le Léman doit être considérée comme accidentelle.

Bien que la densité moyenne annuelle de la population rotatorienne ait peu évolué entre 1981 et 1982, on note d'importantes variations au niveau spécifique :

	1981	1982
<i>Keratella cochlearis</i>	6'200 ind/m ³	12'900 ind/m ³
<i>Polyarthra</i> gr. <i>dolichoptera-vulgaris</i>	8'800 ind/m ³	11'100 ind/m ³
<i>Asplanchna priodonta</i>	300 ind/m ³	1'000 ind/m ³
<i>Trichocerca porcellus</i>	2'200 ind/m ³	100 ind/m ³
<i>Synchaeta oblonga</i>	6'900 ind/m ³	1'600 ind/m ³

Deux espèces représentent 74 % des individus dénombrés en 1982 : *Keratella cochlearis*, espèce dominante et abondante à partir de juillet, et *Polyarthra dolichoptera-vulgaris*, régulièrement présente dans tous les prélèvements. La variété *hispidata* de *Keratella cochlearis* est occasionnellement plus abondante que l'espèce-type alors que la variété *tecta* est relativement rare.

en % du nombre total des individus	1980	1981	1982
<i>Polyarthra gr. dolichoptera-vulgaris</i>	42.0	27.6	34.2
<i>Keratella cochlearis</i>	30.8	19.5	39.9
<i>Synchaeta oblonga</i>	3.7	21.8	4.8
<i>Synchaeta pectinata</i>	3.8	3.0	2.1
<i>Keratella quadrata</i>	3.8	2.5	3.1
<i>Asplanchna priodonta</i>	1.0	0.9	3.2

La diversité spécifique du peuplement rotatorien est très variable au cours de l'année, en raison de l'abondance des espèces saisonnières, principalement estivales :

- . hiver : 3 espèces
- . printemps : 10 espèces
- . été : 17 espèces
- . automne : 9 espèces

A l'exception de deux espèces majeures (*Keratella cochlearis* et *Polyarthra gr. dolichoptera-vulgaris*), les autres espèces sont en général peu abondantes, sauf *Synchaeta oblonga* au printemps et en automne et *Conochilus unicornis* en été.

5. CONCLUSIONS

L'année 1982 présente d'importantes différences par rapport à 1981, bien que la densité moyenne annuelle des Rotifères n'ait pratiquement pas évolué.

Le développement tardif de la population ne permet d'observer un nombre important de Rotifères qu'à partir de l'été et pendant un trimestre seulement.

Keratella cochlearis a remplacé *Polyarthra gr. dolichoptera-vulgaris* comme espèce dominante; ces deux espèces représentent 74 % de la population totale et sont en augmentation numérique importante. Les dix-sept autres espèces recensées en 1982 subissent une régression plus ou moins marquée et ne jouent qu'un rôle anexe au sein de la biocénose rotatorienne, à l'exception d'*Asplanchna priodonta*, espèce carnivore de grande taille dont l'importance est très nette en ce qui concerne les fluctuations saisonnières de la biomasse totale des Rotifères.

Les disparitions ou réapparitions de Rotifères observées en 1982 concernent en général des espèces à la fois saisonnières et numériquement peu abondantes, et la présence de *Keratella testudo* dans le Léman doit être confirmée au cours des années à venir. Ces changements dans la composition spécifique des Rotifères ne traduisent pas pour autant une modification fondamentale de la biocénose.

6. LISTE DES ESPECES RENCONTREES EN 1982

. BRACHIONIDAE

Kellicottia longispina (KELLICOTT)
Keratella cochlearis (GOSSE)
Keratella cochlearis var. *hispidata* LAUTERBORN
Keratella cochlearis var. *tecta* (LAUTERBORN)
Keratella quadrata (O.F.M.)
Keratella testudo (EHR.)

. EUCHLANIDAE

Euchlanis dilatata EHR.

. TRICHOCERCIDAE

Trichocerca capucina WIERZ. et ZACH.
Trichocerca porcellus (GOSSE)
Trichocerca similis (WIERZ.)

. GASTROPODIDAE

Ascomorpha ovalis (BERG.)
Gastropus stylifer IMHOF

. SYNCHAETIDAE

Polyarthra dolichoptera IDELSON
Polyarthra vulgaris CARLIN
Ploesoma truncatum (LEV.)
Synchaeta sp
Synchaeta oblonga EHR.
Synchaeta pectinata EHR.

. ASPLANCHNIDAE

Asplanchna priodonta GOSSE

. TESTUDINELLIDAE

Pompholyx sulcata HUDSON

. CONOCHILIDAE

Conochilus unicornis ROUSSELET

EVALUATION DE LA PRODUCTION PRIMAIRE OU PRODUCTION ORGANIQUE DANS LE LEMAN

CAMPAGNE 1982

PAR

JEAN PELLETIER

STATION D'HYDROBIOLOGIE LACUSTRE (INRA), THONON

RESUME

En 1982, la production annuelle de matière organique par le phytoplancton, mesurée au point SHL 2, atteint comme l'année précédente une valeur relativement élevée (230 g C/m²/an). La concentration annuelle moyenne en chlorophylle (5.2 mg/m³) a cependant diminué par rapport à 1981, ce qui s'explique en partie par l'abondance accrue des cyanophycées et des dinophycées; les pics saisonniers de production et de chlorophylle sont moins accusés.

En concordance avec les conclusions de l'étude du phytoplancton, ces résultats caractérisent un lac mésotrophe à eutrophe.

1. INTRODUCTION

En 1982, le programme de l'année précédente, déjà limité au point SHL 2, est reconduit intégralement, exception faite de la mesure de production de décembre qui n'a pu être mise en oeuvre par suite de la forte agitation du lac.

L'évaluation de la production de la matière organique, dite production primaire, se ramène à une série de mesures de l'activité photosynthétique du phytoplancton dans la zone euphotique. La méthode utilisée fait appel à un traceur, le carbonate de sodium marqué par le ¹⁴C. L'incubation en présence de ce traceur est effectuée in situ, à neuf profondeurs échelonnées entre la surface et 20 mètres, pendant le tiers médian de la période d'éclairement. La production ainsi mesurée correspond en moyenne à 45 % de la production journalière. Parallèlement, l'abondance du phytoplancton est déterminée par dosage au spectrophotomètre de la chlorophylle *a* après extraction des pigments par l'acétone, le plancton étant au préalable concentré sur membrane filtrante.

2. PRESENTATION DES RESULTATS

Pour faciliter la comparaison avec les données antérieures, nous avons adopté la même présentation que les années précédentes. La figure 1 présente les résultats ponctuels sous forme de profils verticaux de production et de chlorophylle, tracés pour chaque jour de prélèvement. Plus synthétique, la figure 2 illustre les variations saisonnières de ces paramètres exprimés par unité de surface du plan d'eau. Les variations de la transparence, étroitement liée aux données précédentes, sont également portées sur cette figure. Les valeurs caractéristiques de la production primaire et des paramètres associés sont rassemblées au tableau 1.

TABLEAU 1 - Paramètres de production primaire, concentration en chlorophylle a et transparence au point SHL 2 en 1982

Date	ΣA	PP_J	A_{max}	$\Sigma A/A_{max}$	$Chl_{A_{max}}$	Chl_{0-10}	T_{DS}
1982	mg C/m ² .exp.	mg C/m ² .J	mg C/m ³ .exp.		mg/m ³	mg/m ³	m
18.01	27.7	61.6	3.5	7.9	0.5	0.5	10.2
15.02	247.4	549.3	27.6	9.0	3.1	3.1	11.0
01.03	142.6	316.6	9.9	14.5	1.0	1.0	12.0
15.03	161.7	358.9	10.1	16.0	1.1	1.1	14.0
29.03	309.4	686.8	26.5	11.7	2.3	2.3	10.6
20.04	534.3	1'186.2	56.4	9.5	4.4	4.5	6.0
03.05	692.1	1'536.5	88.0	7.9	6.5	5.9	6.7
25.05	492.1	1'092.5	63.2	7.8	3.7	3.1	4.9
07.06	929.7	2'063.9	217.1	4.3	7.6	4.5	6.6
21.06	468.6	1'040.4	120.4	3.9	6.9	7.2	5.8
05.07	1'393.1	3'092.7	285.2	4.9	13.7	10.3	4.85
20.07	1'014.9	2'253.1	195.0	5.2	10.8	9.3	3.5
02.08	549.0	1'218.8	80.5	6.8	-	7.6	5.9
16.08	755.3	1'676.7	103.8	7.3	5.4	6.8	6.05
07.09	773.7	1'717.7	159.8	4.8	12.0	12.8	4.0
21.09	522.0	1'158.8	52.8	9.9	4.5	4.8	6.85
04.10	845.6	1'877.2	173.4	4.9	12.7	11.5	4.35
18.10	426.0	945.8	83.5	5.1	9.7	7.4	5.25
02.11	286.1	635.1	63.4	4.5	8.8	8.7	4.6
22.11	234.1	519.6	27.7	8.4	4.9	4.7	7.85
14.12	-	-	-	-	-	1.9	9.2

SYMBOLLES UTILISES :

- . ΣA : Production intégrale, exprimée en mg de C assimilé par mètre carré pendant la période d'incubation. Cette valeur correspond à l'aire délimitée par le profil vertical et les axes
- . PP_J : Production primaire journalière calculée : $PP_J = 2.22 \Sigma A$
- . A_{max} : Valeur maximale d'assimilation relevée sur un profil, exprimée en mg de C assimilé par mètre cube d'eau pendant la période d'incubation
- . $Chl_{A_{max}}$: Concentration en chlorophylle a (mg/m³) au niveau du maximum d'assimilation A_{max}
- . Chl_{0-10} : Concentration moyenne en chlorophylle a (mg/m³) dans la couche surface - 10 mètres
- . T_{DS} : Transparence exprimée en mètres, mesurée à l'aide du disque de Secchi.

Nous examinerons les variations saisonnières des paramètres étudiés, puis leurs valeurs globales à l'échelle de l'année, en comparant les résultats obtenus avec les années antérieures.

3. VARIATIONS SAISONNIERES (figures 1 et 2, tableau 1)

De janvier à fin mars, les profils verticaux de production primaire et de chlorophylle sont fortement aplatis et traduisent un développement très restreint du phytoplancton, l'éclairement étant le principal facteur limitant. En conséquence, la transparence reste supérieure à 10 mètres.

En avril et mai, le phytoplancton amorce son développement et des profils verticaux plus caractéristiques se dessinent. Toutefois, le maximum printanier, qui se manifeste généralement en mai par une forte turbidité, est peu marqué en 1982, et les eaux restent relativement transparentes (6.7 et 4.9 m). En revanche, on observe début juin une production élevée pour cette période; le minimum estival qui apparaît le 21 juin est peu accusé par rapport à ceux que l'on observe les années précédentes.

Le maximum annuel de production se manifeste en juillet; il dépasse alors légèrement 3'000 mg C/m²/jour mais n'atteint pas le maximum exceptionnellement élevé (plus de 5'000 mg C/m²/jour) remarqué en juillet 1981. Ce pic bien individualisé résulte du développement particulier des Dinophycées (rapport "Etude du phytoplancton", page 32). La concentration moyenne en chlorophylle *a* dans les dix premiers mètres reste modeste (10.3 mg/m³). La transparence descend jusqu'à 3.5 m.

D'août à octobre, la concentration en chlorophylle fluctue autour de valeurs relativement élevées et entretient une production assez importante. Par la suite, biomasse et production diminuent, la lumière devenant à nouveau facteur limitant.

L'année 1982 se caractérise donc par des pics de production et de chlorophylle moins marqués que l'année précédente.

4. PRODUCTION ANNUELLE

La production annuelle brute est calculée par intégration des productions journalières sur l'année. On en déduit la production nette, directement utilisable par les consommateurs, en opérant un abattement de 40 % correspondant aux pertes de carbone par respiration et excrétion.

En 1982, la production primaire annuelle nette atteint 230 g C/m²/an, valeur identique à celle obtenue l'année précédente et considérée comme relativement élevée; il faut remonter à 1976 pour trouver des valeurs du même ordre de grandeur (tableau 2).

TABLEAU 2 - Evolution des paramètres globaux de production primaire et de biomasse (chlorophylle *a*) de 1976 à 1982

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Production annuelle nette (g C/m ² /an)	223	174	157	170	205	231	230
Chlorophylle <i>a</i> (0-10 m) moyenne annuelle (mg/m ³)	7.3	4.7	4.9	4.8	4.7	7.5	5.2

Comme l'indique le tableau 2, en 1982, la moyenne annuelle pondérée des concentrations en chlorophylle *a*, soit 5.3 mg/m³, est nettement inférieure à celle mesurée en 1981, et se rapproche des valeurs obtenues de 1977 à 1980. Cette apparente distorsion par rapport aux résultats de production primaire s'explique en partie par l'abondance des Dinophycées et Cyanophycées dans le phytoplancton (rapport "Etude du phytoplancton, page 32); ces organismes contiennent en effet peu de chlorophylle par unité de biomasse, cette pauvreté étant compensée par la présence d'autres pigments.

5. CONCLUSIONS

Considérés dans leur ensemble, les résultats de la campagne 1982 concernant la production primaire et la chlorophylle confirment le classement du Léman dans la catégorie des lacs mésotrophes à tendance eutrophe.

Les valeurs modérées des pics de production et de chlorophylle ainsi que la diminution sensible de la concentration annuelle moyenne en chlorophylle traduisent une légère amélioration de l'état apparent du lac par rapport à l'année précédente : il ne s'est pas produit de développement algal particulièrement spectaculaire en 1982. Cependant la production primaire annuelle s'est maintenue au niveau relativement élevé atteint en 1981.

Figure 1 - Profils verticaux de production primaire (trait plein) et de chlorophylle a (tirets) dans le Léman au point SHL 2, campagne 1982. Les données de production correspondent à la période d'incubation

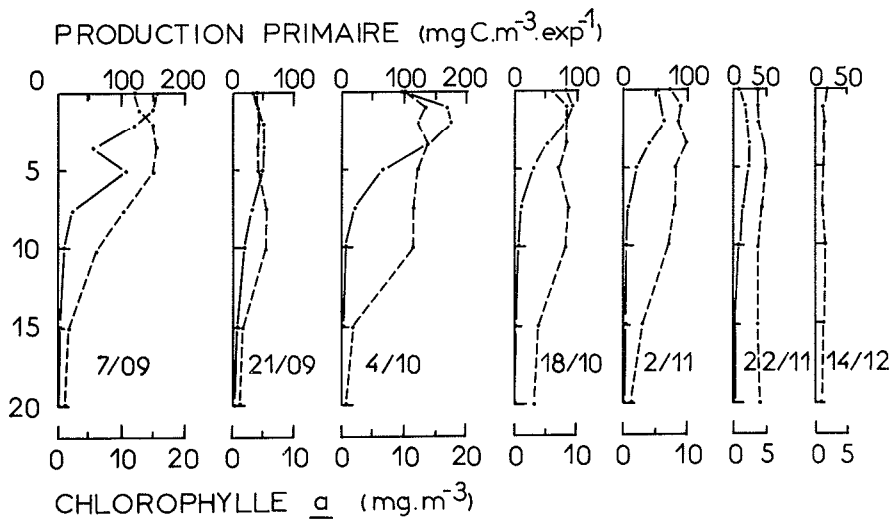
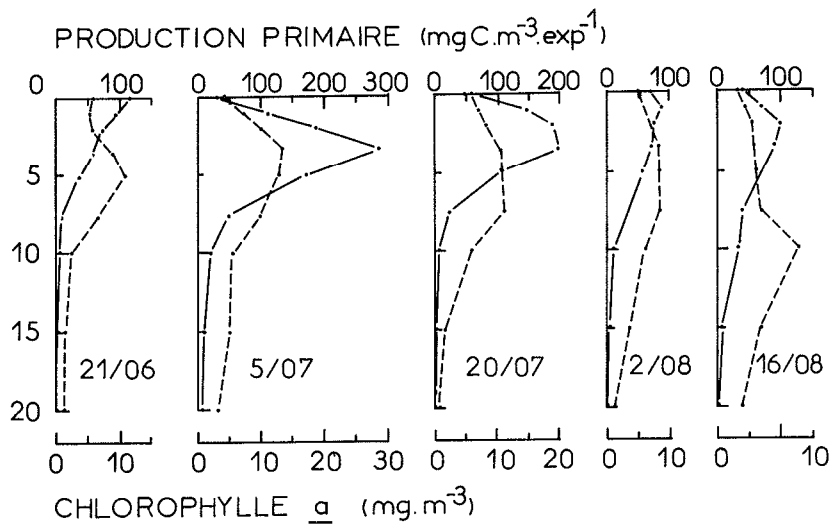
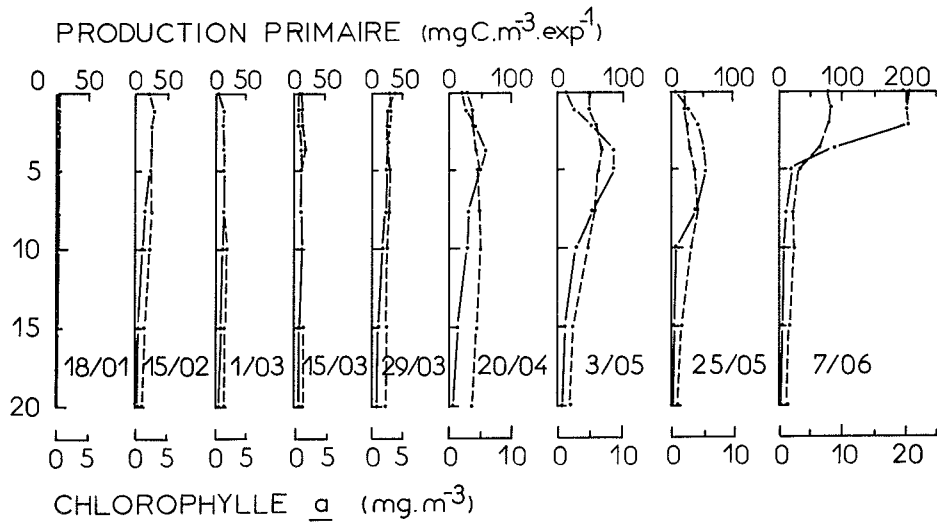
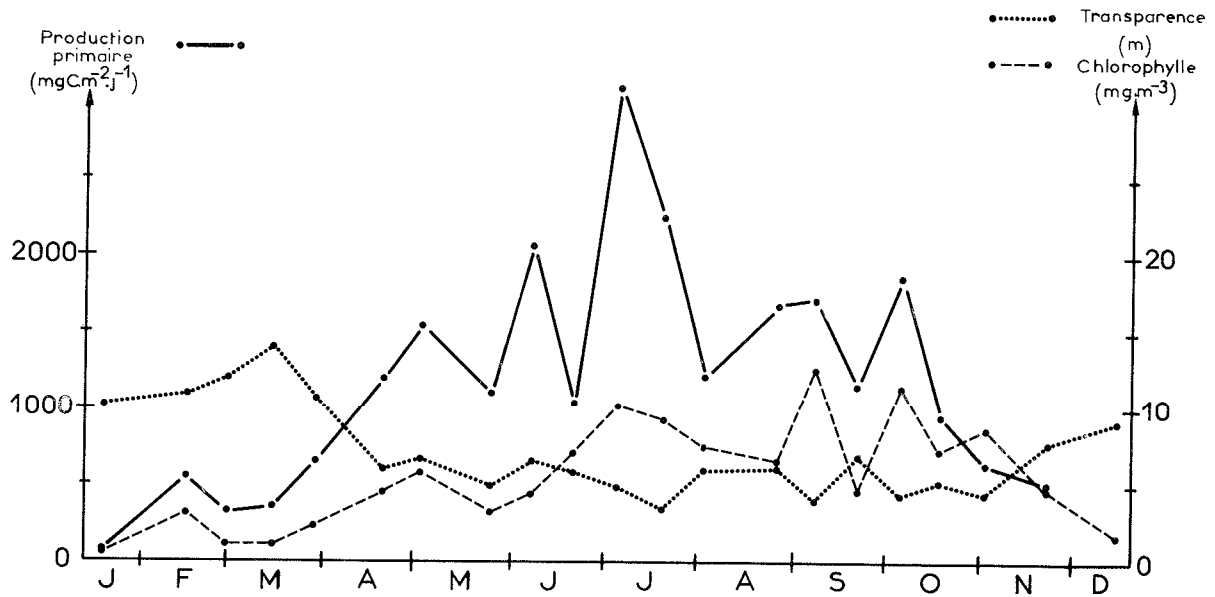


Figure 2 - Variations saisonnières de la production primaire journalière (trait plein), de la teneur du chlorophylle *a* dans les 10 premiers mètres (tirets) et de la transparence (pointillés) dans le Léman au point SHL 2, au cours de l'année 1982.



ETUDE DES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES
CAMPAGNE 1982

PAR

WALTER GIGER, EVA MOLNAR ET RENE P. SCHWARZENBACH
INSTITUT FEDERAL POUR L'AMENAGEMENT
L'EPURATION ET LA PROTECTION DES EAUX (E.A.W.A.G.)
DÜBENDORF

RESUME

Les recherches de 1982 sur les hydrocarbures halogénés volatils présents sous forme de traces dans les eaux du Léman confirment les résultats obtenus l'année précédente. D'une façon générale, la charge du Léman en micropolluants organiques volatils reste faible (tétra- et trichloroéthylène, 1,4-dichlorobenzène).

Les eaux prélevées au Léman dans les installations du Service des eaux de Genève sont, pour ce qui a trait aux concentrations en micropolluants, de bonne qualité.

1. INTRODUCTION

Les recherches effectuées en 1982 avaient pour but de vérifier les résultats obtenus l'année précédente au point central SHL 2 (1).

Comme lors de la première campagne de recherche, les micropolluants organiques volatils ont été déterminés spécifiquement, à des concentrations de l'ordre de 10^{-8} g/l.

Les deux séries de prélèvements de l'année 1982 se situent approximativement au milieu et à la fin de la période de stagnation estivale du lac.

2. ECHANTILLONNAGE

Les échantillons d'eau ont été prélevés les 20 juillet et 2 novembre 1982, au point central SHL 2, à la plus grande profondeur du Léman. Les prélèvements ont été faits à onze profondeurs différentes, parallèlement à l'échantillonnage prévu dans les programmes d'auscultation de la Commission internationale.

De plus, en juillet 1982, les eaux brutes chlorées et les eaux traitées de la principale station du Service des eaux de Genève ont également été analysées.

3. METHODE ANALYTIQUE

Comme en 1981, les échantillons d'eau prélevés ont été analysés selon la méthode développée par le Prof. GROB, méthode reposant sur un entraînement par barbotage suivi d'une chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire.

Dans cette méthode, les micropolluants organiques volatils non polaires sont extraits de l'eau par un courant de gaz en circuit fermé et adsorbés sur un micro-filtre de charbon actif. Ces substances sont ensuite éluées par un solvant organique (sulfure de carbone) et analysées par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire et spectrométrie de masse. Cette technique permet de les identifier et de les doser.

4. RESULTATS

Les résultats des dosages des trois plus abondants hydrocarbures chlorés sont consignés dans le tableau 1. Par ailleurs l'évolution, en fonction de la profondeur, des teneurs en tétrachloroéthylène (perchloréthylène, PER) et en 1,4-dichlorobenzène (DCB) est schématisée dans les figures 1 et 2, correspondant respectivement à la campagne de juillet 1982 et à celle de novembre de la même année.

5. DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats des recherches de 1982 confirment les constatations faites en période de stagnation l'année précédente; il apparaît, aussi bien pour le tétrachloroéthylène que pour le 1,4-dichlorobenzène, une augmentation des concentrations au niveau du saut thermique (pour les deux séries de prélèvements, respectivement 8 - 16 m et 15 - 20 m). Cette situation est probablement la conséquence d'apports par les déversements d'eaux usées.

Les échantillons prélevés à la principale station de traitement du Service des eaux de Genève sont caractérisés par des concentrations en trichloroéthylène légèrement plus élevées (environ 30 ng/l) que celles mises en évidence dans le Grand Lac. Au point SHL 2 en effet, ce composé n'apparaît qu'en traces infimes (< 10 ng/l). Il est donc possible que les eaux du Petit Lac soient, sous ce rapport un peu plus chargées.

Les quantités en trichloroéthylène trouvées sont cependant nettement plus faibles que celles mises en évidence dans certaines eaux souterraines (2). Pour les eaux de boisson, la concentration maximale recommandée par les normes allemandes s'élève actuellement à 25 µg/l (25'000 ng/l) pour la somme de tous les hydrocarbures halogénés volatils (3). On peut donc conclure, en ce qui concerne cette classe de composés organiques, que l'eau de boisson conditionnée à partir du Léman est de bonne qualité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) W. GIGER, E. MOLNAR et R.P. SCHWARZENBACH : Etude des micropolluants organiques. campagne 1981. Commission internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution, rapport sur les études et recherches entreprises sur le bassin lémanique, année 1981.
- (2) W. GIGER : Beeinträchtigung der Grundwasserqualität durch organische Chemikalien. Journée d'information de l'EAWAG, 14 mars 1983
- (3) BUNDESAMT FÜR GESUNDHEITSWESEN : Tetrachlorethylen in Trinkwasser. Kreisschreiben No 13 (1981)
BUNDESGESUNDHEITSAMT : Empfehlungen zum Vorkommen von flüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen im Grundwasser und Trinkwasser. Bundesgesundheitsblatt 25, No 3 (mars 1982)

TABLEAU 1 - Concentration des trois plus importants hydrocarbures chlorés dans l'eau du Léman

Date des prélèvements	Profondeur m	Tétrachloro- éthylène, PER 10^{-9} g/l	Trichloro- éthylène 10^{-9} g/l	1,4-dichloro- benzène, DCB 10^{-9} g/l
20.07.1982	1	14	tr.	11
	5	22	tr.	26
	7.5	30	14	26
	10	29	16	26
	13	24	10	27
	16	24	tr.	23
	20	16	tr.	12
	30	19	tr.	19
	100	21	tr.	10
	200	29	13	8
	300	24	12	6
	02.11.1982	1	20	tr.
5		20	tr.	22
10		22	tr.	15
15		36	tr.	39
20		27	tr.	25
30		29	tr.	25
50		26	tr.	15
100		31	tr.	16
200		38	tr.	14
300		38	tr.	13
19.07.1982	Service des eaux Genève			
	Station du Prieuré			
	Eau brute préchlorée	16	46	12
	Eau traitée	16	27	13

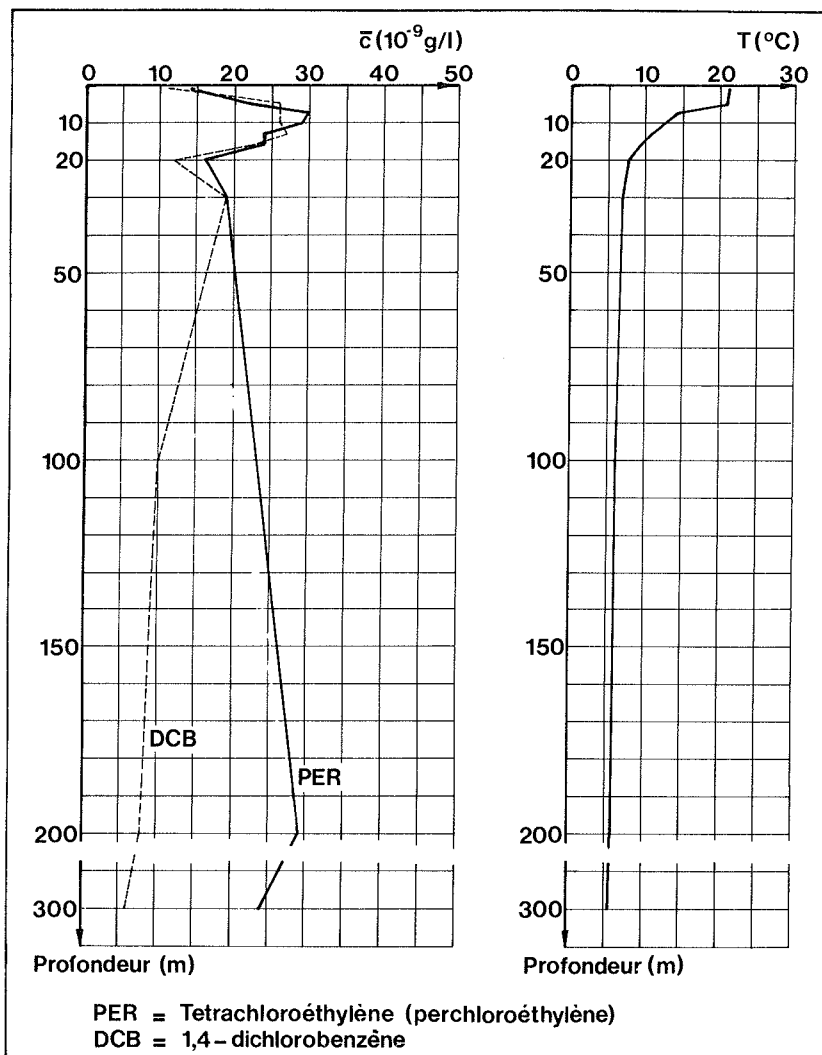


Figure 1: LEMAN POINT SHL 2: Evolution en fonction de la profondeur des concentrations en PER et en DCB et de la température
 20.07.1982

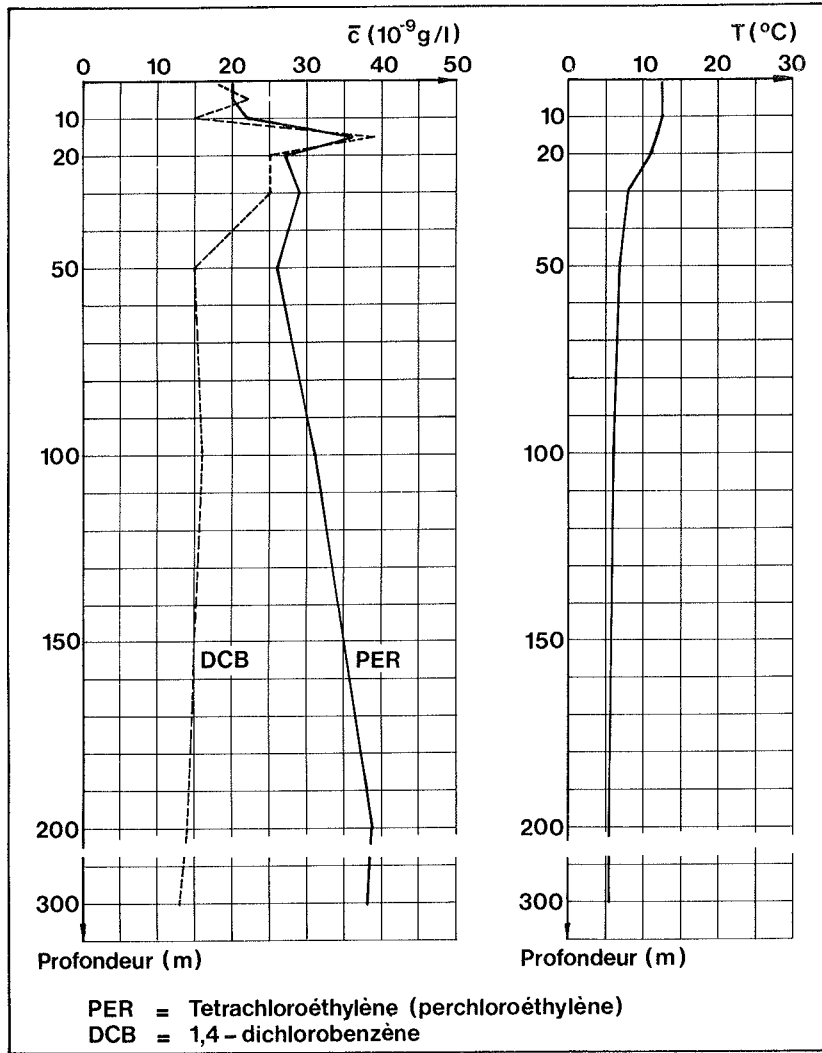


Figure 2: LEMAN POINT SHL 2: Evolution en fonction de la profondeur des concentrations en PER et en DCB et de la température 02.11.1982

RECHERCHE DE METAUX DANS L'EAU DU LEMAN
CAMPAGNE 1982

PAR

CLAUDE CORVI

LABORATOIRE CANTONAL DE CHIMIE, GENEVE

RESUME

La teneur en divers métaux des eaux du Léman a été déterminée sur des échantillons prélevés à différentes profondeurs à la station SHL 2.

Les concentrations des métaux lourds sont faibles. Celles de calcium évoluent avec le niveau d'observation. De fortes teneurs en manganèse sont mesurées au fond du lac pendant la période de stratification thermique.

INTRODUCTION

Le programme quinquennal 1981-1985 de la Commission internationale prévoit la recherche de certains métaux dans les eaux du Léman.

L'étude, initialement prévue pour quatre profondeurs, a été étendue à huit niveaux différents afin de mieux apprécier les profils verticaux des concentrations métalliques.

ECHANTILLONNAGE

Deux campagnes principales de prélèvements sont effectuées au point SHL 2 : le 20 juillet et le 18 octobre 1982. Les échantillons d'eau sont prélevés à 1, 5, 7.5, 10, 30, 100, 200 et 309 m de profondeur.

Afin de confirmer certains résultats obtenus, un nouveau prélèvement d'eau du fond est effectué le 23 novembre.

METHODE ANALYTIQUE

Les dosages sont effectués sur eau brute, sans filtration préalable.

Les recherches de plomb, cadmium, chrome, cuivre, fer et manganèse sont réalisées par absorption atomique sans flamme (tube graphite) sur les échantillons préconcentrés en milieu acide. Le dosage du mercure, par absorption atomique sans flamme également, est

effectué sur les échantillons ayant subi au préalable une oxydation à reflux par un mélange acides-oxydants. Le zinc, le magnésium et le calcium sont mesurés directement par absorption atomique dans une flamme air-acétylène.

RESULTATS

Les résultats sont regroupés dans les tableaux 1 et 2.

Les teneurs en mercure et zinc des eaux du lac sont inférieures aux limites de détection de nos méthodes, soit respectivement 0.15 µg/l et 10 µg/l. Pour le mercure, les concentrations mesurées par DOGAN (1976) et BLANC (1978) varient entre 0.9 et 15.4 nanogrammes par litre. Les concentrations observées pour le cuivre, le cadmium, le chrome et le plomb sont faibles. Nous ne notons pas de différences très significatives en fonction de la profondeur.

Pour le calcium par contre, dans les deux séries, les concentrations mesurées augmentent avec la profondeur. Les profils verticaux établis pour ce métal sont représentés sur la figure 1. Les températures mesurées lors des prélèvements sont également portées sur ces graphiques. En période de stratification thermique (concentrations observées le 20 juillet), la concentration augmente rapidement au niveau du saut de température. Le profil de la courbe des teneurs en calcium est symétrique à celui des températures observées. En octobre, fin de phase de stratification, l'amplitude des variations des concentrations est plus faible, et l'augmentation en fonction de la profondeur, plus régulière.

On peut noter pour le fer des teneurs plus élevées dans l'épilimnion en période de stratification. Par la suite, les concentrations observées pour cet élément sont plus homogènes.

Signalons enfin les fortes concentrations de manganèse mesurées au fond du lac. A ce niveau, elles atteignent en effet 10 à 100 fois celles observées dans les autres profondeurs. Une analyse effectuée sur un prélèvement du 23 novembre confirme cette forte teneur de manganèse au fond : 150 µg/l. Les conditions d'oxydo-réduction qui règnent à cette profondeur à l'interface eau-sédiment sont probablement responsables des fortes variations saisonnières observées dans les concentrations de cet élément, concentrations variables en fonction de la solubilité des espèces chimiques formées et leur adsorption sur les sédiments (tableau 3).

CONCLUSIONS

L'ordonnance fédérale suisse du 8 décembre 1975 donne les objectifs en matière de qualité des eaux pour les eaux courantes et de retenues. Les concentrations en métaux lourds de l'eau du Léman sont bien inférieures à celles fixées par cette ordonnance.

BIBLIOGRAPHIE

- . DOGAN S. et HAERDI W., Some applications of rapid separation of mercury on metallic copper to environmental samples with determination by flameless atomic absorption spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 84 (1976), 89-96.
- . BLANC J.-P., Méthodes de préconcentrations pour l'analyse panoramique d'éléments traces dans les eaux douces, par activation neutronique. Thèse No 1874 (1978) Faculté des Sciences, Genève.

TABLEAU 1 - Echantillons du 20 juillet 1982

Profondeur m	Tempé- rature °C	Calcium mg/l	Magné- sium mg/l	Plomb µg/l	Cadmium µg/l	Chrome µg/l	Cuivre µg/l	Fer µg/l	Manga- nèse µg/l
1	21.3	34.4	5.9	n.d.*	0.02	0.3	1.4	36.0	0.9
5	20.8	36.3	5.8	0.7	0.05	0.8	1.0	83.0	2.4
7.5	18.4	40.5	5.6	1.0	0.05	0.8	1.6	23.0	0.8
10	11.2	46.2	5.8	0.8	0.02	0.9	0.9	21.0	0.8
30	7.3	45.4	6.5	0.5	0.01	0.7	0.8	8.0	1.0
100	6.0	47.3	6.1	1.6	0.04	0.5	0.9	4.3	0.6
200	5.6	47.7	5.9	0.6	0.01	0.6	1.0	7.6	1.0
Fond	5.4	48.9	6.1	0.5	≤ 0.01	0.6	1.8	8.2	10.4

* n.d. = non décelé, soit inférieur à 0.3 µg/litre

TABLEAU 2 - Echantillons du 18 octobre 1982

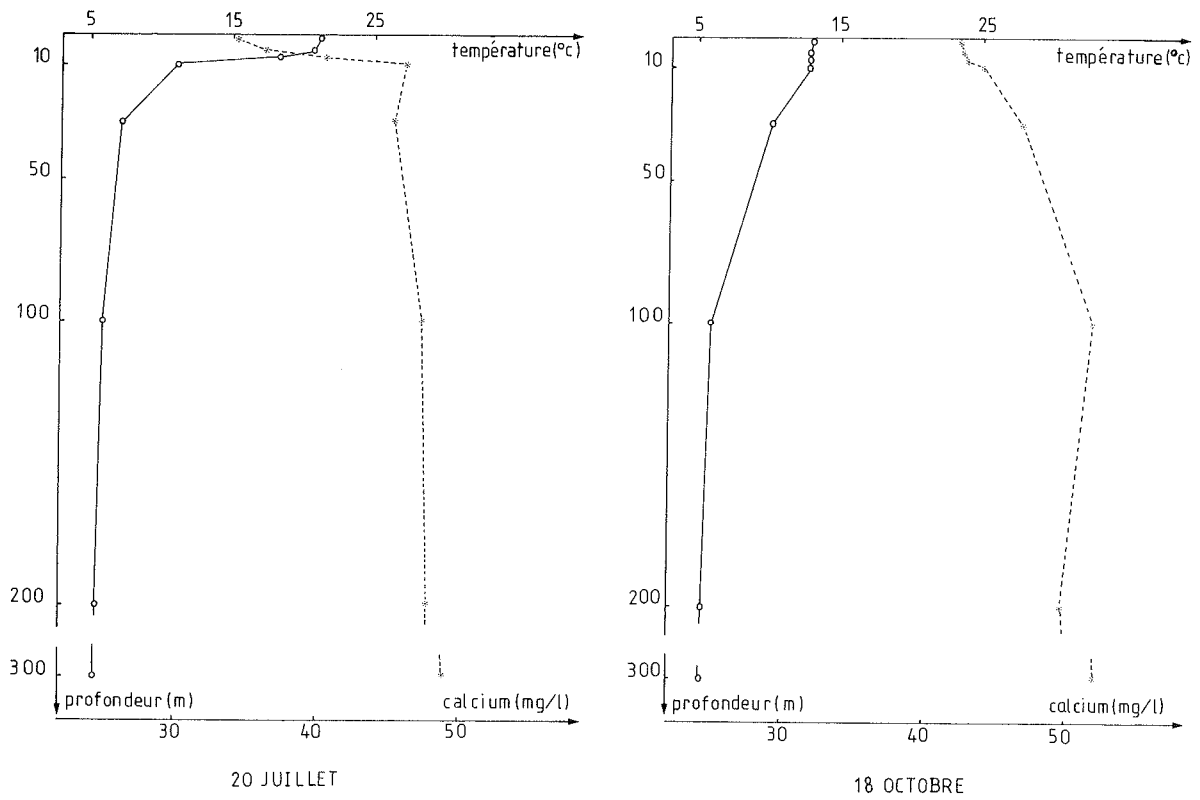
Profondeur m	Tempé- rature °C	Calcium mg/l	Magné- sium mg/l	Plomb µg/l	Cadmium µg/l	Chrome µg/l	Cuivre µg/l	Fer µg/l	Manga- nèse µg/l
1	13.1	42.3	5.7	0.4	0.01	0.6	0.7	8.3	1.2
5	12.9	42.6	5.2	0.5	0.01	0.3	1.1	15.0	1.1
7.5	12.9	42.9	5.2	0.4	0.02	0.5	1.4	9.0	1.5
10	12.9	44.0	5.2	0.5	0.03	0.7	0.9	10.5	1.4
30	10.2	46.7	5.3	0.4	0.04	0.9	0.7	14.3	1.7
100	6.0	51.8	5.4	0.4	0.03	0.7	1.4	8.0	1.7
200	5.5	49.7	5.5	0.4	0.07	0.5	1.1	9.3	3.6
Fond	5.4	52.1	5.7	n.d.*	0.02	0.6	0.9	10.8	110.0

* n.d. = non décelé, soit inférieur à 0.3 µg/litre

TABLEAU 3 - Variations saisonnières des concentrations de manganèse au fond (SHL 2)

Date du prélèvement	Concentration mesurée (µg/litre)	Période
21.04.1981	2.1	fin circulation
21.09.1981	37	stratification
20.07.1982	10.4	stratification
18.10.1982	110	fin stratification
23.11.1982	150	fin stratification
07.03.1983	8.5	circulation
11.04.1983	7	circulation

Figure 1 - Profils verticaux des températures et concentrations de calcium
(o—o températures *-----* calcium)



POLLUANTS METALLIQUES DANS LA FAUNE PISCICOLE
CAMPAGNE 1982

PAR

CLAUDE CORVI
LABORATOIRE CANTONAL DE CHIMIE, GENEVE

RESUME

En complément de la campagne 1981, 141 poissons du Léman ont été analysés quant à leurs teneurs en mercure, plomb et cadmium. Une amélioration significative de la teneur en mercure est observée.

Pour le plomb et le cadmium, la contamination reste faible.

INTRODUCTION

Le programme quinquennal 1981-1985 de la Commission internationale prévoit des analyses sur la faune piscicole une année sur deux. Mais, en 1981, la pénurie de poissons a entraîné des difficultés d'approvisionnement des laboratoires, de sorte que le programme n'a pu être respecté. Le complément d'analyses prévues au plan et non effectuées en 1981 a été réalisé cette année.

Les laboratoires cantonaux vaudois et genevois ont participé aux recherches.

METHODES

Les dosages de métaux lourds (mercure, plomb, cadmium et chrome) sont effectués sur la partie comestible des poissons : filet et peau.

Les laboratoires participant aux recherches utilisent des méthodes analytiques similaires dont le principe est le suivant : après minéralisation des échantillons par un mélange acide-oxydant, les teneurs en polluants sont déterminées par absorption atomique sans flamme, selon la méthode des ajouts dosés.

Les concentrations sont exprimées en ppb, c'est-à-dire en microgrammes de polluant par kilogramme de poisson frais.

Le nombre d'échantillons analysés cette année étant suffisant, les résultats ont été traités séparément au lieu d'être cumulés aux données 1981, comme envisagé antérieurement.

Lorsqu'un métal n'a pas été décelé dans un échantillon, la concentration retenue pour l'analyse statistique des résultats est prise comme égale à 75 % de la limite de détection indiquée.

RESULTATS

L'étude a porté sur 131 perches et 10 lottes.

Pour chaque espèce, les échantillons sont regroupés selon leurs poids. Les concentrations moyennes calculées pour les classes ainsi déterminées sont reportées dans les tableaux 1 à 3. Les problèmes analytiques liés au dosage du chrome n'étant pas entièrement résolus, les résultats concernant ce métal ne sont pas exploités dans ce rapport.

Lorsque le nombre d'individus analysés par classe de poids est inférieur à dix, l'écart-type n'est pas déterminé.

L'évolution des contaminations métalliques apparaît dans le tableau 4.

. MERCURE (tableaux 1 et 4a)

Pour les populations de perches les plus représentées (poids compris entre 25 et 100 g), les concentrations en mercure sont faibles.

Les observations formulées les années précédentes restent valables :

- . la teneur en mercure augmente avec le poids des individus analysés (VERNET, 1976)
- . la contamination des jeunes individus de 1 à 2 ans, c'est-à-dire d'environ 25 à 50 g est cependant plus importante que celle de la classe suivante (MONOD, 1979 - CORVI, 1981)
- . la contamination des lottes est plus élevée que celle des perches.

Le tableau 4a représente l'évolution des concentrations moyennes annuelles chez la perche pour les deux classes de poids les plus représentées. L'amélioration observée ces dernières années se confirme. L'augmentation de la contamination des sédiments du Rhône amont, relevée jusqu'en 1980, n'entraîne aucune détérioration de la situation dans la faune piscicole.

Les dix lottes analysées présentent une teneur moyenne de 171 ppb, moyenne inférieure aux concentrations observées les années précédentes pour cette espèce.

. PLOMB (tableaux 2 et 4b)

Les concentrations moyennes mesurées cette année pour les perches de 25 à 100 g sont identiques à celles de 1981.

L'amélioration observée est donc confirmée.

Comme pour le mercure, la lotte est plus contaminée que la perche.

. CADMIUM (tableaux 3 et 4c)

Les teneurs en cadmium des poissons analysés restent faibles et voisines de quelques ppb.

CONCLUSIONS

Nous observons cette année une amélioration significative de la teneur en mercure des perches par rapport à 1981. La contamination mercurielle de cette espèce était jusqu'à présent bien supérieure à celle observée dans d'autres lacs suisses (FAVARGER, 1982). Elle tend aujourd'hui vers des valeurs mesurées pour les lacs de Zurich (54 ppb dans la perche), Joux (65 ppb) et Morat (66 ppb). Cette amélioration devra être confirmée lors de la campagne 1983.

La contamination par les métaux lourds des poissons du Léman ne présente pas de danger pour le consommateur. Les valeurs mesurées sont bien inférieures aux tolérances ou recommandations internationales : 500 µg/kg pour le plomb, 100 µg/kg pour le cadmium et 500 µg/kg pour le mercure.

BIBLIOGRAPHIE

- . VERNET, J.P., CHAPPUIS, A., FAVARGER, P.Y., et DAVAUD, E : Teneur en mercure des poissons du Léman, campagne 1975. Bull. Assoc. Romande Prot. Eaux et Air, 74 (1976), 23-44
- . MONOD, R. : Recherche du mercure et autres substances toxiques dans la faune piscicole. Commission internationale pour la protection des eaux du Léman. Rapport campagne 1979, pages 209-214
- . CORVI, Cl. : Recherche du mercure et autres substances toxiques dans la faune piscicole. Commission internationale pour la protection des eaux du Léman. Rapport campagne 1981, pages 91-100
- . FAVARGER, P.Y. : Teneur en mercure des poissons des lacs suisses 1973-1979. Chimia 36 (1982), 365-372.

TABLEAU 1 - Concentration du mercure dans les poissons (ppb)

1.a PERCHES

Poids (g)	Nombre de poissons analysés	Concentration moyenne	Ecart-type
≤ 25	2	115	non déterminé
26 - 50	24	86	25
51 - 75	60	69	16
76 - 100	22	90	38
101 - 150	9	108	non déterminé
151 - 500	13	162	45
≥ 500	1	550	non déterminé

1.b LOTTES

Poids (g)	Nombre de poissons analysés	Concentration moyenne	Ecart-type
126 - 250	10	171	47

TABLEAU 2 - Concentration du plomb dans les poissons (ppb)

2.a PERCHES

Poids (g)	Nombre de poissons analysés	Concentration moyenne	Ecart-type
≤ 25	2	30	non déterminé
26 - 50	24	45	30
51 - 75	56	44 *	36
76 - 100	22	41	34
101 - 150	9	52	non déterminé
151 - 500	11	57	44

* = sans tenir compte de 2 valeurs aberrantes

2.b LOTTES

Poids (g)	Nombre de poissons analysés	Concentration moyenne	Ecart-type
126 - 250	9	79 *	27

* = sans tenir compte d'une valeur aberrante

TABLEAU 3 - Concentration du cadmium dans les poissons (ppb)

3.a PERCHES

Poids (g)	Nombre de poissons analysés	Concentration moyenne	Ecart-type
≤ 25	2	5	non déterminé
26 - 50	24	7	8
51 - 75	59	6	5
76 - 100	22	6	2
101 - 150	9	5	non déterminé
151 - 500	13	6	3
≥ 500	1	7	non déterminé

3.b LOTTES

Poids (g)	Nombre de poissons analysés	Concentration moyenne	Ecart-type
126 - 250	10	7	7

TABLEAU 4 - Evolution des concentrations moyennes des polluants métalliques de la perche (concentrations exprimées en ppb)

4.a MERCURE

Classe de poids (g)	26 - 50		51 - 75	
	Années	Concentration	Nombre de poissons	Concentration
1975	234	74	227	134
1976	76	31	95	42
1977	105	90	111	38
1978	115	79	127	121
1979	142	58	128	66
1980	121	43	96	50
1981	123	9	95	25
1982	86	24	69	60

4.b PLOMB

Classe de poids (g)	26 - 50		51 - 75	
	Années	Concentration	Nombre de poissons	Concentration
1976	119	4	140	19
1977	76	44	56	18
1978	69	64	48	50
1979	60	30	73	49
1980	75	40	79	46
1981	44	9	47	25
1982	45	24	44	56

4.c CADMIUM

Classe de poids (g)	26 - 50		51 - 75	
	Années	Concentration	Nombre de poissons	Concentration
1976	35	14	7	14
1977	15	44	10	26
1978	11	64	11	47
1979	11	30	10	49
1980	10	40	6	46
1981	8	9	5	25
1982	7	24	6	59

ETUDE DES AFFLUENTS DU LEMAN ET DE SON EMISSAIRE
CAMPAGNE 1982

PAR

PIERRE BURKARD
SERVICES INDUSTRIELS DE GENEVE
SERVICE DES EAUX LABORATOIRE

RESUME

Comme en 1981, l'étude des affluents du Léman ne touche que les quatre cours d'eau les plus importants - le Rhône, la Dranse, la Venoge et l'Aubonne - et l'émissaire à Genève. Elle repose sur la détermination de la composition d'échantillons moyens hebdomadaires ou bimensuels et le calcul des flux à partir des débits correspondants.

Les faits saillants de la campagne 1982 sont une augmentation de 200 tonnes par an des apports en phosphore total qui, de 820 tonnes en 1981 passent à 1'014 tonnes l'année suivante et une diminution des flux annuels en azote total.

Les autres critères d'appréciation restent, dans leur ensemble, assez stables.

1. GENERALITES

Depuis le début, en 1981, du troisième programme quinquennal de travaux et de recherches de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman, les études sur les affluents ne reposent plus que sur :

- . l'analyse des apports du Rhône à la Porte du Scex (embouchure), de la Dranse, de la Venoge et de l'Aubonne et
- . l'évaluation des exportations par l'émissaire, le Rhône à Genève.

Ce programme, très simplifié par rapport aux approches précédentes, touche certes les quatre affluents principaux du Léman mais ignore tous les cours d'eau secondaires. Précédemment, dix-huit d'entre eux étaient étudiés; l'évolution de leurs apports au lac entre 1970 et 1980 a été rappelée dans le dernier rapport scientifique de la Commission internationale, consacré aux résultats de la campagne 1981.

Comme les années précédentes, l'eau des quatre affluents principaux est prélevée en continu, au niveau des limnigraphes installés sur leur cours, près de leur embouchure dans le lac. Les prélèvements hebdomadaires sont, soit automatiquement, soit en laboratoire, rendus proportionnels au débit des rivières. Ils sont donc parfaitement représentatifs de la charge écoulée pendant les périodes successives de prélèvement. Les analyses sont effectuées :

- . chaque semaine pour la Dranse, la Venoge et l'Aubonne
- . tous les quinze jours pour le Rhône à la Porte du Scex (après mélange, toujours en respectant la proportionnalité aux débits, de deux échantillons hebdomadaires consécutifs).

L'émissaire, le Rhône à Genève, est contrôlé sur la base de prélèvements bimensuels instantanés.

Les apports annuels des quatre cours d'eau étudiés sont calculés à partir de la composition des échantillons hebdomadaires ou bimensuels prélevés en continu et les débits moyens correspondants. Pour l'émissaire, ce calcul est effectué à partir des moyennes annuelles des concentrations et du débit moyen annuel jaugé.

2. CONDITIONS METEOROLOGIQUES ET DEBITS DES AFFLUENTS

Comme l'indique le tracé des courbes représentées en figure 1, les précipitations annuelles sur le pourtour du Léman ont un peu diminué entre 1981 et 1982; les écarts enregistrés sont cependant faibles, sauf à Montreux-Clarens. L'année 1982 s'inscrit donc dans une période toujours encore humide.

Le débit moyen annuel de l'émissaire ne varie pas entre 1981 et 1982; il reste légèrement supérieur à 300 m³/s. La somme des débits moyens annuels des affluents étudiés augmente par contre un peu, passant de 245 m³/s en 1981 à 255 l'année suivante. Alors que les apports liquides de la Dranse restent pratiquement stables (de 22.2 à 22.7 m³/s, soit 2.3 % d'augmentation), on constate pour les trois autres affluents principaux des augmentations variables de l'ordre de 8 m³/s pour le Rhône (de 211 à 219 m³/s, soit + 3.8 %) 0.9 pour la Venoge (de 5.23 à 6.14, soit + 17.3 %) et 1.7 pour l'Aubonne (de 5.3 à 7.0, soit + 31.9 %). (figure 2).

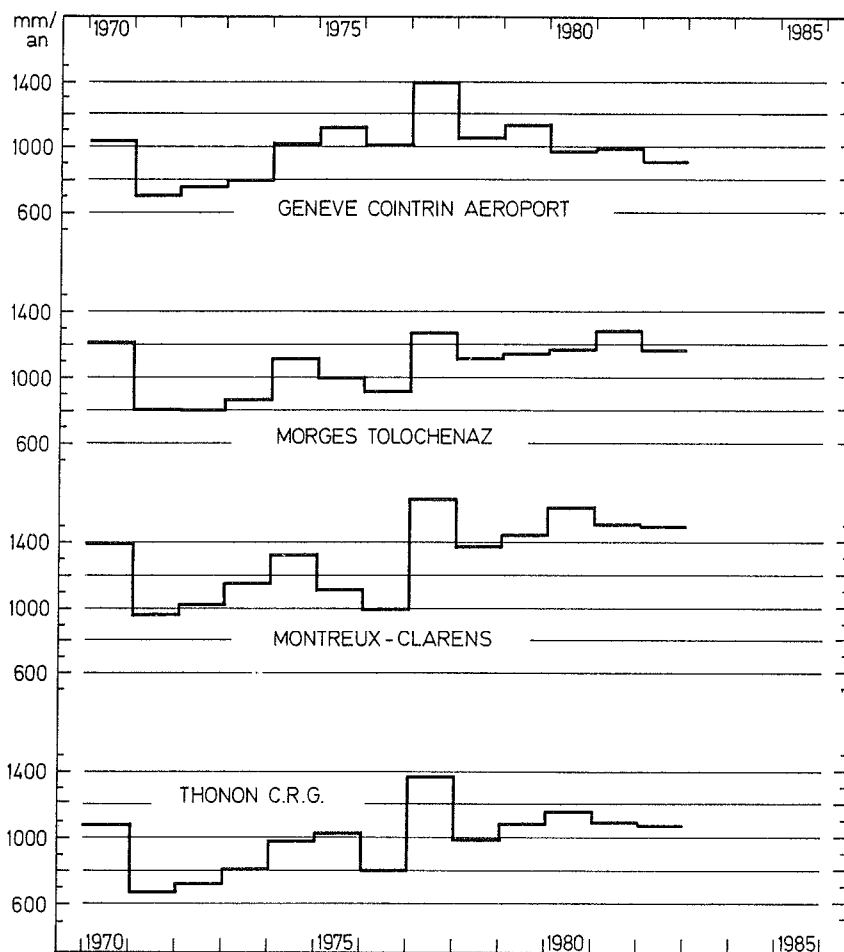


Fig.1: Hauteurs des précipitations annuelles

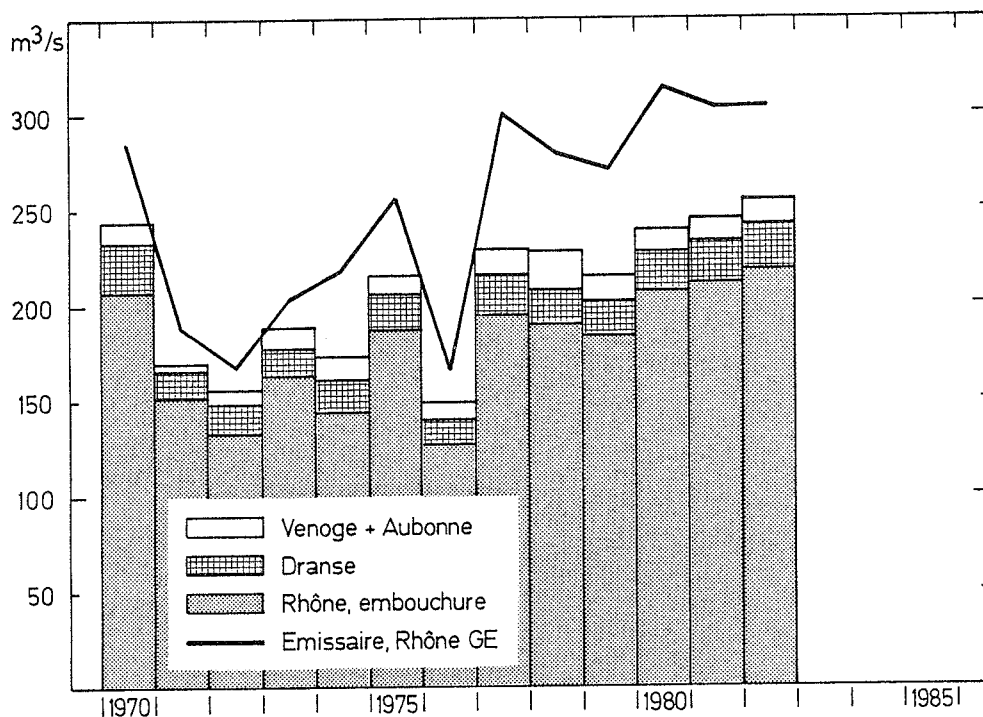


Fig.2: Debits moyens annuels

3. APPORTS ANNUELS ET COMPOSITION DE L'EAU DES AFFLUENTS

AZOTE MINÉRAL ET ORGANIQUE

Les apports des quatre affluents principaux en azote minéral total augmentent entre 1981 et 1982, passant de 4'440 et 4'880 tonnes par an. Ils retrouvent ainsi leur niveau de 1980, mais restent cependant inférieurs aux valeurs rencontrées en 1974, 1975 et 1977. D'une façon générale et mis à part les résultats faibles de 1976, année exceptionnellement sèche, il apparaît que la somme des flux annuels des quatre affluents considérés diminue depuis 1975 (figure 3).

Les exportations dues à l'émissaire fléchissent en 1982 - 4'150 tonnes N/an - par rapport à l'année précédente - 4'550 tonnes N/an - il en résulte une augmentation sensible du solde du bilan qui, d'une valeur négative en 1981 (-106 tonnes), atteint 732 tonnes l'année suivante.

En considérant plus en détail les composants de l'azote minéral total, on constate que l'accroissement des apports est surtout imputable aux nitrates, les flux en ammoniac et nitrites ne variant guère entre 1981 et 1982.

Les apports en azote ammoniacal des quatre affluents considérés restent, nous venons de le voir, stables entre 1981 et 1982, passant de 349 tonnes la première année à 362 la seconde. Le comportement des cours d'eau est cependant différent : accroissement des flux annuels du Rhône (de 254 à 307 tonnes N/an), diminution de ceux de la Dranse (de 55 à 24 tonnes N/an), enfin peu de modifications pour la Venoge et l'Aubonne dont les apports - moins de 20 tonnes N/an - restent modestes (figures 4).

L'évolution entre 1981 et 1982 des apports en azote ammoniacal reste avant tout due aux variations des concentrations dans l'eau des affluents : en moyenne annuelle, augmentation pour le Rhône (de 0.051 à 0.062 mg N/l), diminution pour la Dranse (de 0.192 à 0.036), la Venoge (de 0.222 à 0.148) et l'Aubonne (de 0.076 à 0.056). Les concentrations maximales annuelles sont également en nette régression pour les trois dernières rivières :

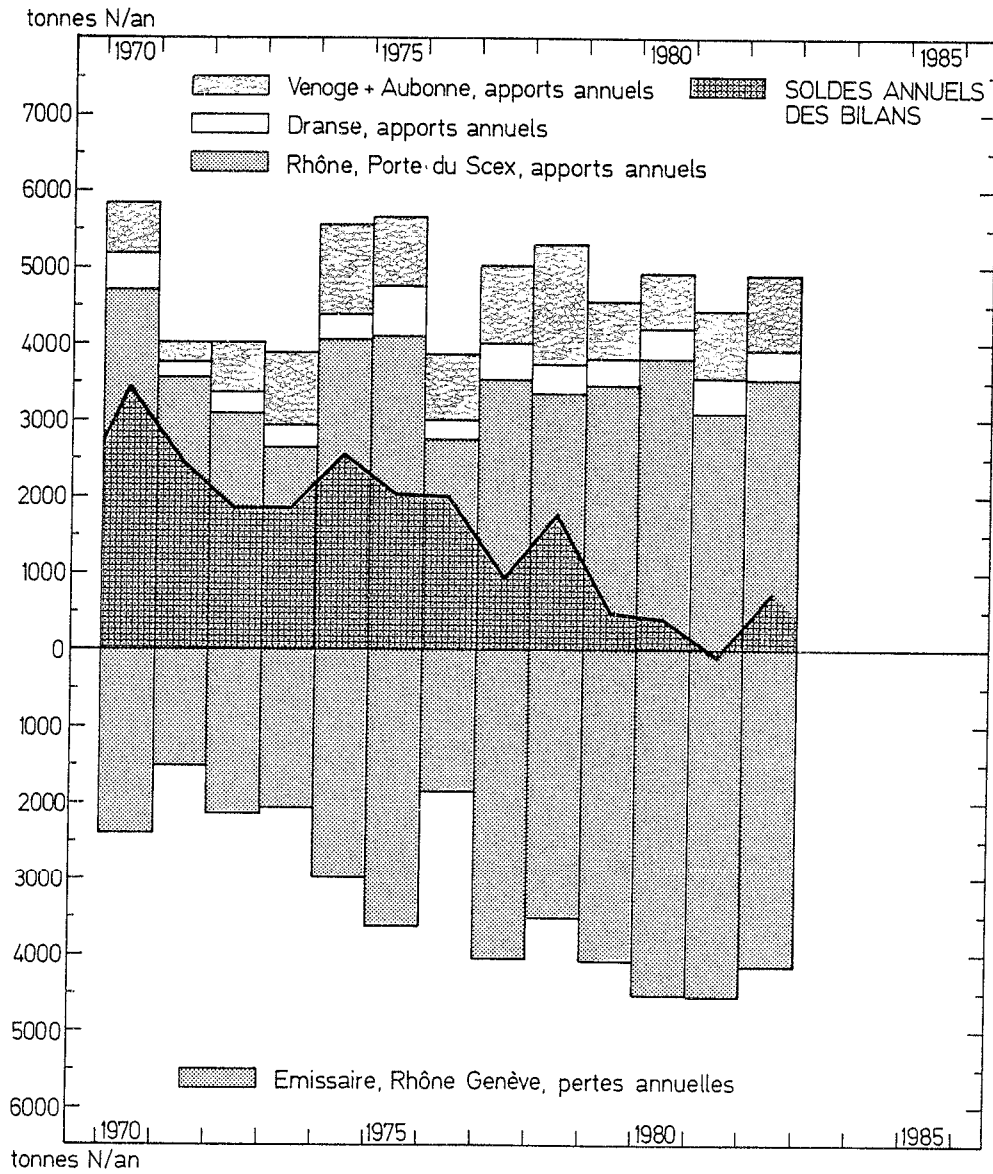


Fig.3 : Apports, pertes, bilans annuels pour l'azote minéral total

Azote ammoniacal : concentrations maximales annuelles

	1981	1982
	mg N/l	mg N/l
Rhône, Porte du Scex	0.280	0.267
Dranse	2.070	0.244
Venoge	1.180	0.440
Aubonne	0.512	0.170

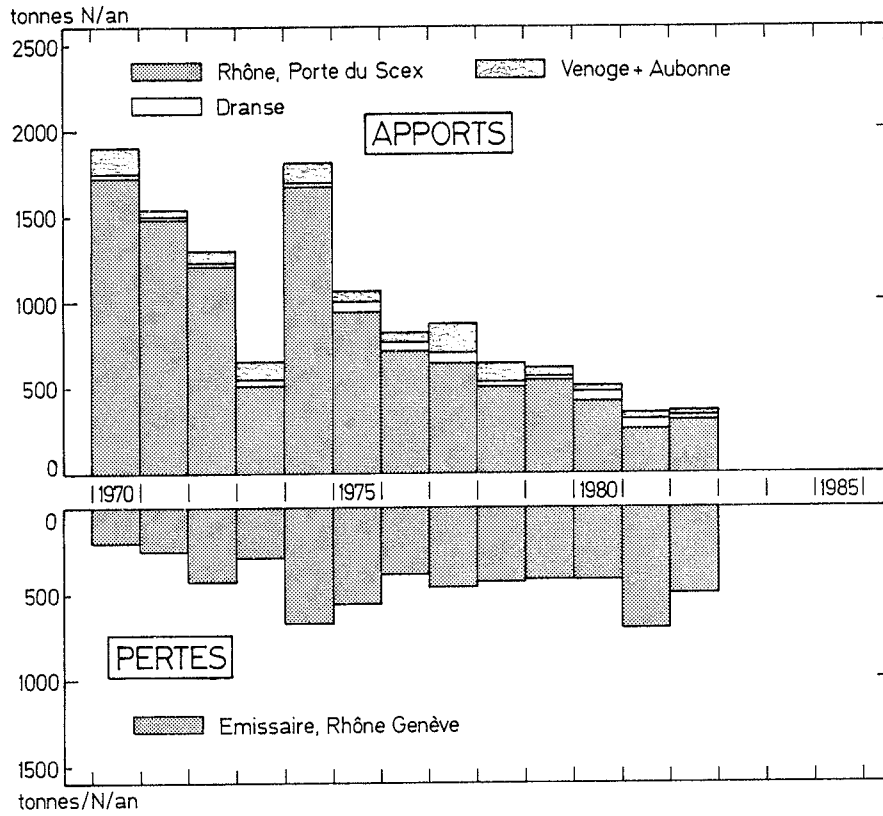


Fig. 4: Apports et pertes en azote ammoniacal

Les apports des affluents principaux en azote nitreux restent modestes et stables depuis pratiquement 1976. En 1982, ils atteignent 67.5 tonnes, contre 65.8 l'année précédente (figure 5).

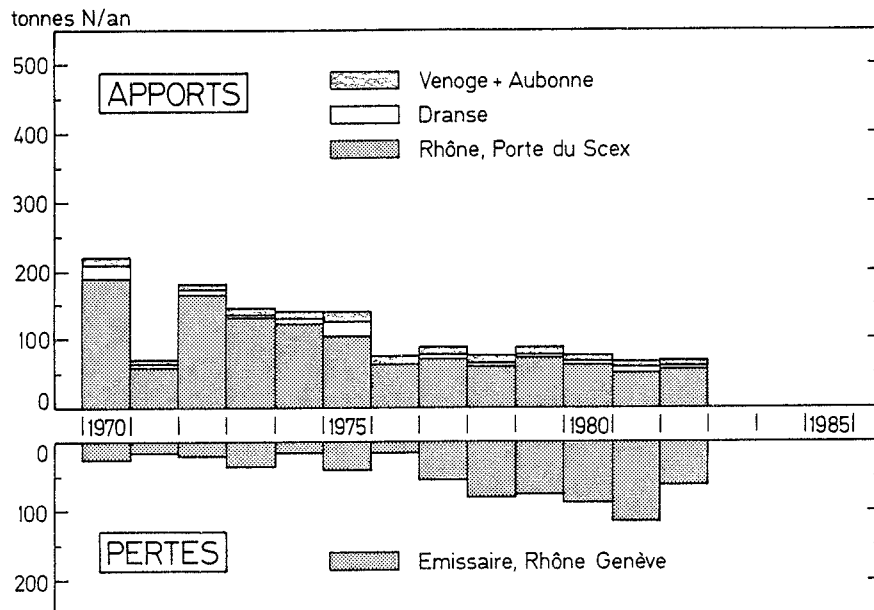


Fig. 5: Apports et pertes en azote nitreux

Les concentrations moyennes annuelles en nitrites restent discrètes pour le Rhône (0.010 mg N/l; maximum annuel : 0.027), la Dranse (0.007; maximum annuel : 0.033) et l'Aubonne (0.014; maximum annuel : 0.040). Elles sont un peu plus marquées pour la Venoge (0.037; maximum annuel : 0.090).

L'augmentation en 1982 des apports en azote minéral total des affluents principaux du Léman est, nous l'avons déjà relevé, essentiellement due à l'évolution des flux annuels en nitrates. Ceux-ci en effet passent de 4'024 tonnes d'azote en 1981 à 4'453 l'année suivante. Alors que les déversements de la Dranse, de la Venoge et de l'Aubonne n'accusent pas de variations importantes, ceux du Rhône s'accroissent de 400 tonnes (1981 : 2'800; 1982 : 3'200) (figure 6).

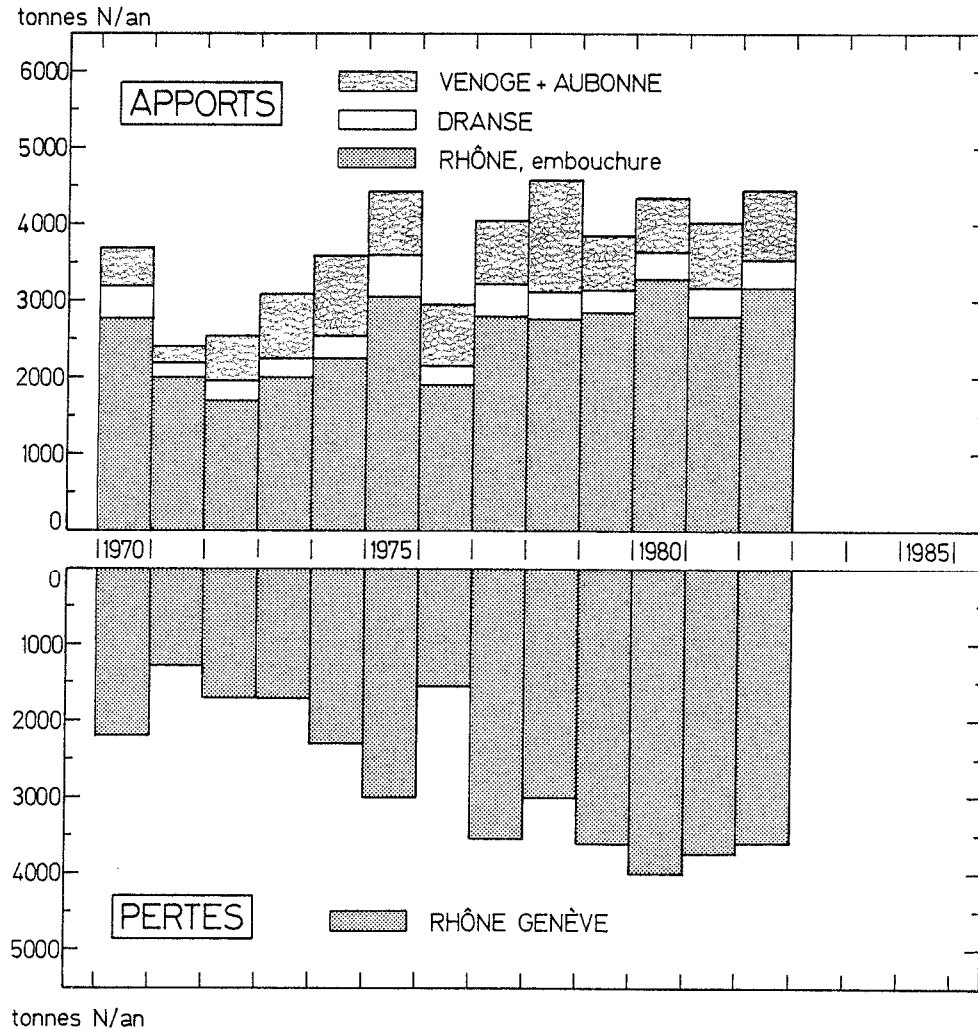


Fig.6: Apports et pertes en azote nitrique

L'écart enregistré entre 1981 et 1982 pour les apports en azote nitrique reste cependant dans la fourchette des variations constatées annuellement depuis 1975, en faisant toutefois abstraction des résultats exceptionnels de 1976. En effet, depuis huit ans, il ne semble pas qu'il existe une tendance générale à la hausse ou à la baisse; on peut donc a priori admettre que les apports en nitrates des quatre affluents principaux se sont stabilisés. Au total et en moyenne, ils se situent à quelque 4'250 tonnes d'azote par an; l'amplitude des écarts mesurés d'une année à l'autre ne dépasse pas 700 tonnes, ceci entre 1978 et 1979.

Une approche du bilan de l'azote dans le bassin versant d'un lac ne saurait être complète sans la connaissance de l'importance de la fraction organique. Celle-ci malheureusement n'est déterminée que sur les échantillons prélevés au Rhône et à la Dranse. Il ne peut donc être question de déterminer les apports totaux et encore moins d'établir un bilan tenant compte des déversements imputables aux affluents et des exportations par l'émissaire.

En 1982, le Rhône à la Porte du Scex et la Dranse - ces deux rivières représentent presque 95 % de la somme des débits des quatre affluents principaux étudiés - ont déversé au Léman 1'776 tonnes d'azote organique, contre 2'575 en 1981, 2'853 en 1980, 2'807 en 1979 et 3'344 en 1978. Depuis cinq ans, on constate donc une nette diminution des flux annuels en azote organique (figure 7). Cette évolution est principalement le fait du Rhône, les apports de la Dranse restant assez stables d'une année à l'autre.

Apports annuels en azote organique (t N/an)

Année	Rhône	Dranse	Somme
1978	3'179	165	3'344
1979	2'618	189	2'807
1980	2'688	165	2'853
1981	2'396	179	2'575
1982	1'621	155	1'776

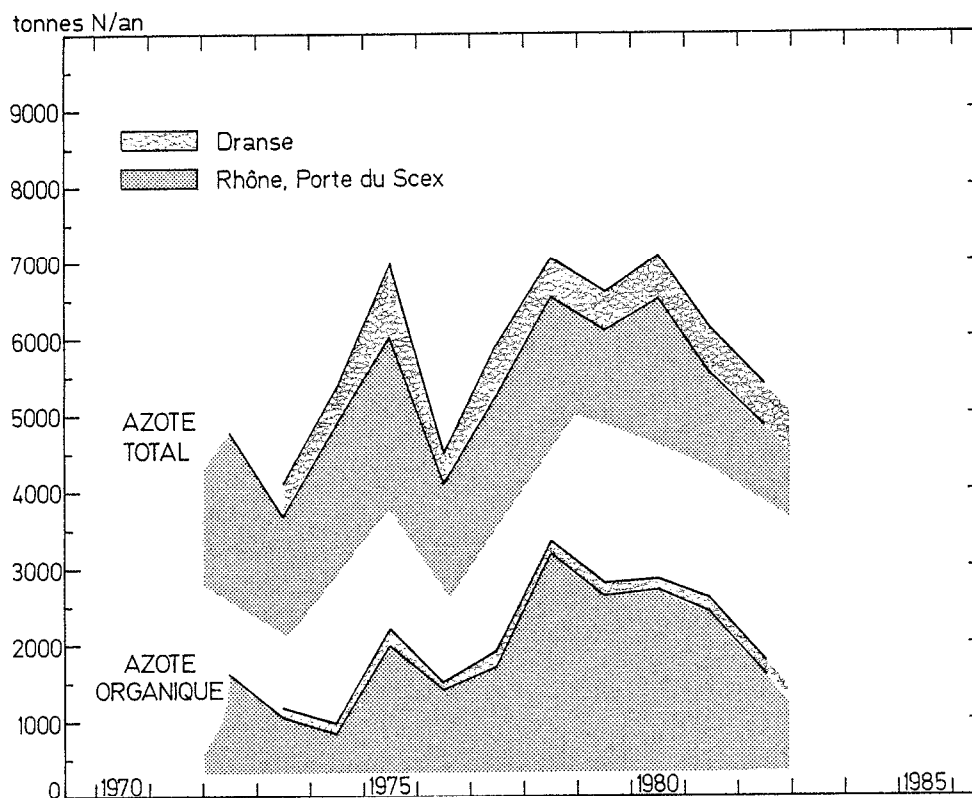


Fig.7: Apports en azote organique et total pour le Rhône et la Dranse

Conséquence de l'évolution des déversements en azote minéral total et organique, les apports en azote total, relativement stables entre 1978 et 1980, diminuent nettement depuis cette dernière année. En 1980, ils atteignaient encore 7'070 tonnes d'azote par an; ils sont à l'heure actuelle tombés à 5'400. L'évolution des teneurs en azote minéral et organique est la suivante depuis trois ans :

Concentrations en azote, en mg N/l

	Azote min. total		Azote organique		Azote total	
	Moy. ann.	Max.ann.	Moy. ann.	Max.ann.	Moy. ann.	Max. ann.
<u>Année 1980</u>						
Rhône	0.673	1.550	0.405	0.800	1.091	2.110
Dranse	0.610	2.028	0.195	0.916	0.795	2.170
Venoge	2.918	5.075				
Aubonne	1.499	3.405				
<u>Année 1981</u>						
Rhône	0.541	1.213	0.331	0.750	0.872	1.653
Dranse	0.802	2.593	0.262	1.102	1.020	3.400
Venoge	3.470	6.037				
Aubonne	1.780	3.338				
<u>Année 1982</u>						
Rhône	0.622	1.224	0.339	0.620	1.051	1.644
Dranse	0.523	1.012	0.216	1.894	0.725	2.540
Venoge	3.051	7.340				
Aubonne	1.411	2.900				

PHOSPHORE MINERAL ET ORGANIQUE

De 1978 à 1981, les apports du Rhône en phosphore total ont été en constante diminution, passant de 730 à 610 tonnes. En 1982, malheureusement, on enregistre à nouveau une forte augmentation, estimée à quelque 200 tonnes. Pour la Dranse, il apparaît une tendance inverse : accroissement des apports de 1978 (96 tonnes P) à 1980 (175), puis diminution les deux années suivantes (146 en 1981 et 114 en 1982). Les apports de la Venoge pour leur part diminuent régulièrement de 1978 à 1981 (de 80 à 46 tonnes P/an) mais s'accroissent à nouveau en 1982 (63 tonnes). Enfin les résultats de l'Aubonne en 1982 sont proches de la moyenne des apports de cette rivière durant les quatre années antérieures, (figure 8).

Apports en phosphore total, en tonnes P/an

	1978	1979	1980	1981	1982
Rhône, Porte du Scex	734.4	714.0	653.7	611.4	812.6
Dranse	95.7	110.0	175.4	146.1	114.3
Venoge	80.4	71.2	53.9	46.4	63.3
Aubonne	17.0	31.5	30.7	16.8	24.1
Totaux	927.5	926.7	913.7	820.7	1'014.3
Emissaire, Rhône, Genève	428.3	624.7	631.6	627.3	593.6
Soldes du bilan	499.2	302.0	282.1	193.4	420.7

En ne considérant que les résultats des deux dernières années, on constate que les apports en phosphore total augmentent pour tous les affluents, sauf la Dranse (figure 8).

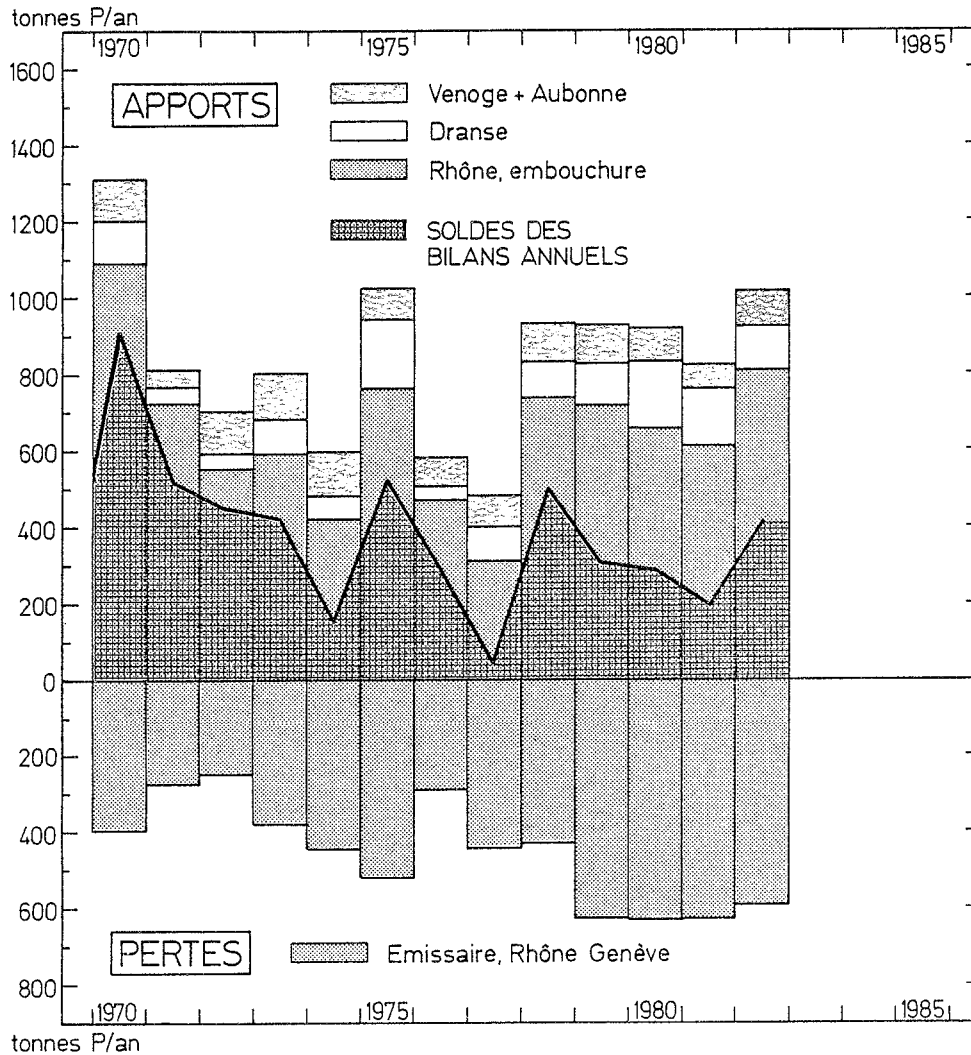


Fig.8 : Apports, pertes, bilans annuels pour le phosphore total

Comme les exportations par l'émissaire - 594 tonnes de phosphore total - sont en légère régression, il apparaît une évolution inquiétante des soldes du bilan; ceux-ci en effet s'accroissent en 1982 de plus de 220 tonnes, passant de 193 à 421 en une année. Précédemment ils diminuaient régulièrement depuis 1978, voire 1975 en faisant abstraction des résultats exceptionnels de 1976 (forte sécheresse) et 1977 (problème probable au niveau des dosages analytiques (figure 8)).

En moyennes annuelles, les concentrations en phosphore total sont inférieures à 0.1 mg P/l pour l'Aubonne, comprises entre 0.1 à 0.15 pour le Rhône et la Dranse et supérieures à 0.25 pour la Venoge. Les valeurs maximales annuelles avoisinent 1 mg P/l pour la Dranse et la Venoge.

En considérant, pour le Rhône à la Porte du Scex, plus en détail les flux bimensuels moyens en phosphore total, on constate dès le début du mois de juin une augmentation nette des apports; celle-ci culmine à mi-août et s'estompe dans le courant du mois d'octobre. Il paraît possible de dégager de l'ensemble des résultats cinq classes distinctes, classes se retrouvant partiellement dans la répartition des débits :

Classe No	Période couverte Dates	Nbre de jours	Apports en phosphore total par période de prélèvement (14 jours), en tonnes P			Débit en m ³ /s	
			Moy.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	27.12.81 - 17.05.82	141	13.42	10.55	17.98	116.8	162.1
2	17.05.82 - 28.06.82	42	50.78	44.66	53.86	318.3	431.9
3	28.06.82 - 23.08.82	56	84.83	76.54	95.86	386.6	443.9
4	23.08.82 - 18.10.82	56	33.14	27.67	42.05	172.1	292.8
5	18.10.82 - 27.12.82	70	10.39	8.03	12.93	110.7	142.3

En regard de l'ensemble des apports en phosphore total, ces cinq classes présentent les importances relatives suivantes :

Classe No	Durée		Apports en phosphore total	
	Jours	%	Tonnes P	% de flux total annuel
1	141	38.5	134.15	16.6
2	42	11.5	152.33	18.8
3	56	15.4	339.33	41.9
4	56	15.4	132.57	16.3
5	70	19.2	51.94	6.4
1 + 5	211	57.7	186.09	23.0

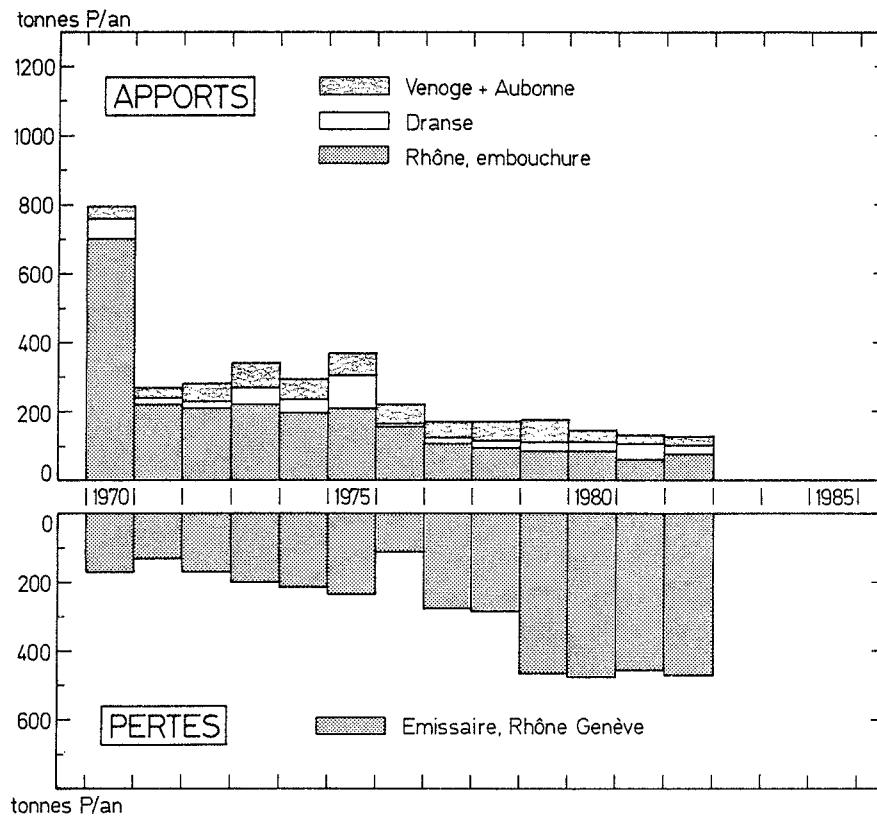


Fig.9: Apports et pertes en ortho-phosphates

Au Rhône à la Porte du Scex, le cumul en 1982 des périodes 1 et 5, décrites ci-dessus, laisse apparaître des apports en phosphore total de l'ordre de 186 tonnes - soit 23 % en flux total annuel - pendant environ 210 jours consécutifs - soit 57.7 % du temps total d'observation. En juillet et août par contre, par débits élevés du fleuve, il s'écoule 340 tonnes de phosphore total en 56 jours, ce qui représente 41.9 % de la charge annuelle et seulement 15.4 % de la durée de l'étude. Il est probable que cette différence soit imputable aux apports diffus, liés au ruissellement en surface des sols et à l'érosion des terrains.

Depuis six ans, on peut considérer les apports en orthophosphates pratiquement stabilisés, voire en légère diminution; ils passent en effet de 172 tonnes en 1977 à 123 en 1982. Depuis quatre ans, les exportations par l'émissaire, le Rhône à Genève, sont également stables, elles se chiffrent à quelque 470 tonnes de phosphore par an (figure 9).

Vu la stabilité des flux annuels en orthophosphates, il est évident que l'évolution des apports en phosphore organique suit fidèlement celle des charges en phosphore total (figure 10).

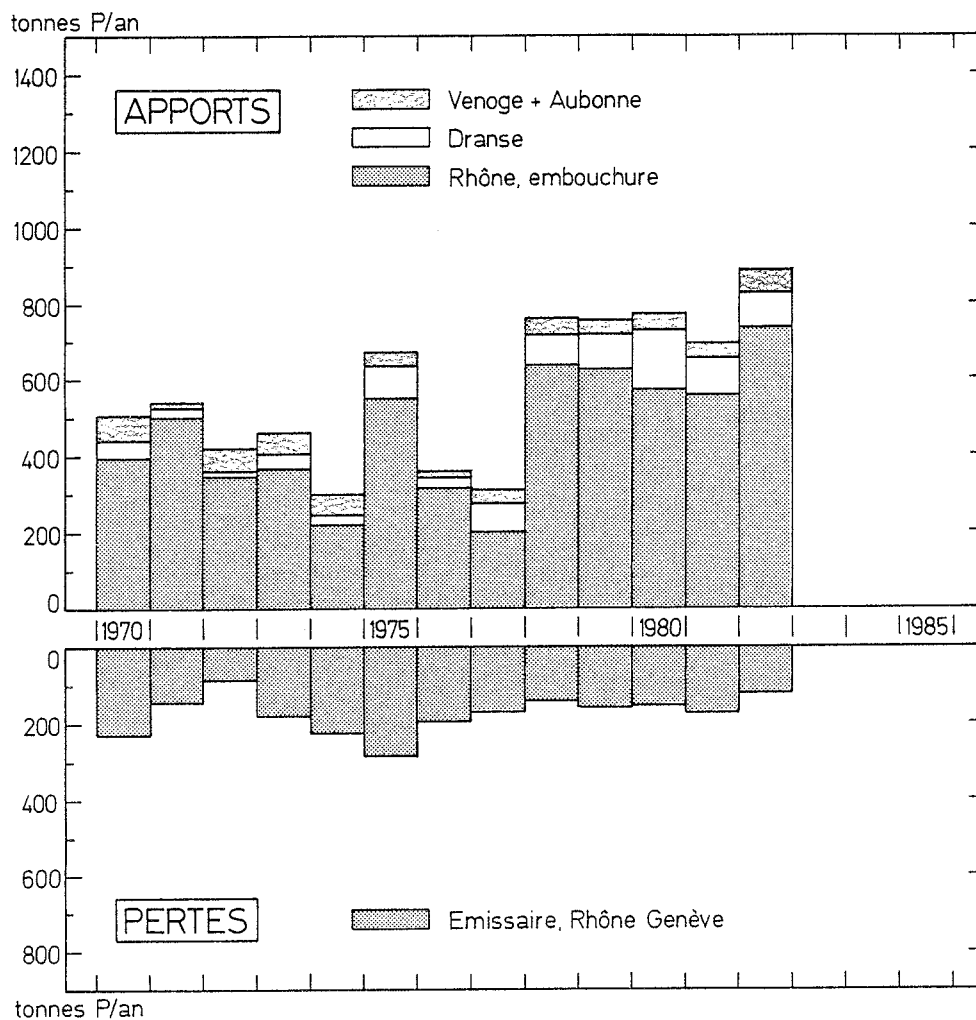


Fig.10: Apports et pertes en phosphore organique

CHLORURES

Par rapport aux résultats de la campagne de l'année précédente, les concentrations en chlorures, que l'on considère les moyennes ou les valeurs maximales annuelles, diminuent en 1982 pour la Dranse, la Venoge et l'Aubonne et augmentent quelque peu pour l'affluent principal, le Rhône à la Porte du Scex :

Concentrations en chlorures (mg Cl/l)

	1981		1982	
	Moy. ann.	Max. ann.	Moy. ann.	Max. ann.
Rhône, Porte du Scex	4.9	8.0	5.5	8.6
Dranse	3.3	10.0	2.2	5.8
Venoge	16.9	34.9	15.0	25.7
Aubonne	5.7	14.6	4.2	11.0

Entre 1981 et 1982, les apports annuels en chlorures n'ont pratiquement pas varié pour la Venoge - 2'500 tonnes - et l'Aubonne - 830 tonnes. Ils sont en légère régression à la Dranse, passant de 1'714 à 1'432 tonnes. Enfin, ils augmentent, mais relativement faiblement dans le cas du Rhône à son embouchure : en 1981 ils s'élevaient à 27'600 tonnes; en 1982 ils dépassent légèrement les 30'000 tonnes. Les soldes du bilan, établis en tenant compte des exportations par l'émissaire - 43'500 tonnes en 1982 contre 42'600 tonnes l'année précédente - n'ont guère varié en 1981 et 1982 (figure 11).

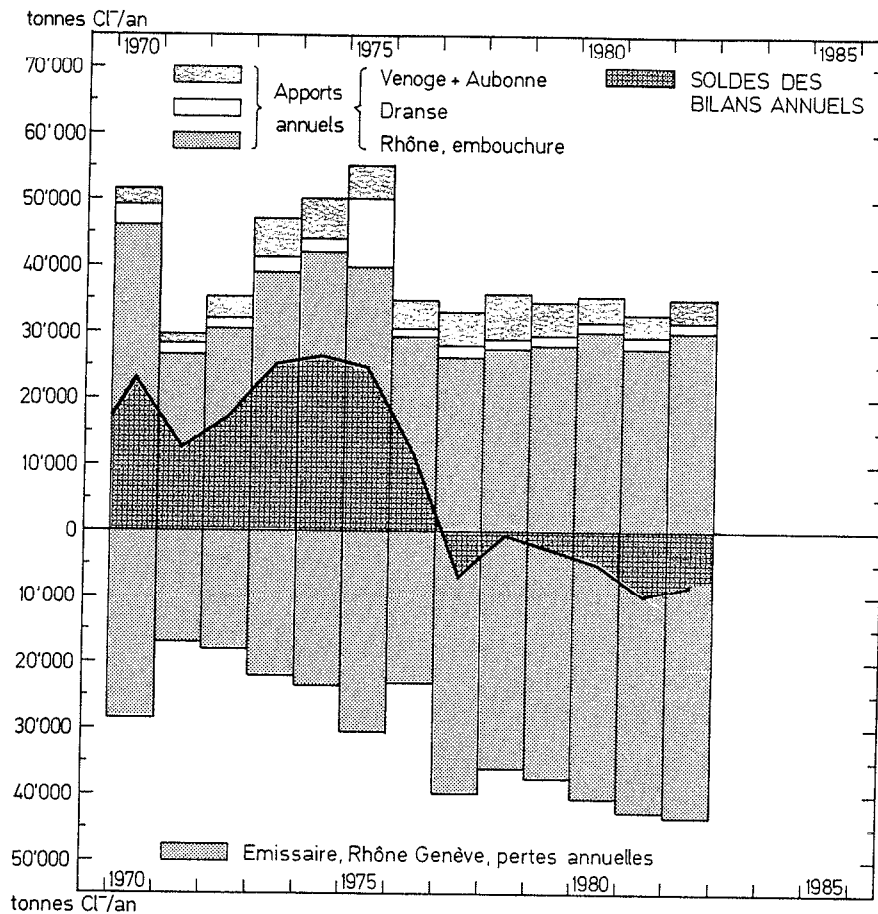


Fig.11 : Chlorures:
apports, pertes et bilans annuels

POTASSIUM

Les apports annuels en potassium par le Rhône à la Porte du Scex ne varient pratiquement pas depuis trois ans. En 1982, ils ont été estimés à 7'530 tonnes. Pour la Dranse, on constate une diminution minime : 633 tonnes en 1982, contre 749 l'année précédente, (figure 12).

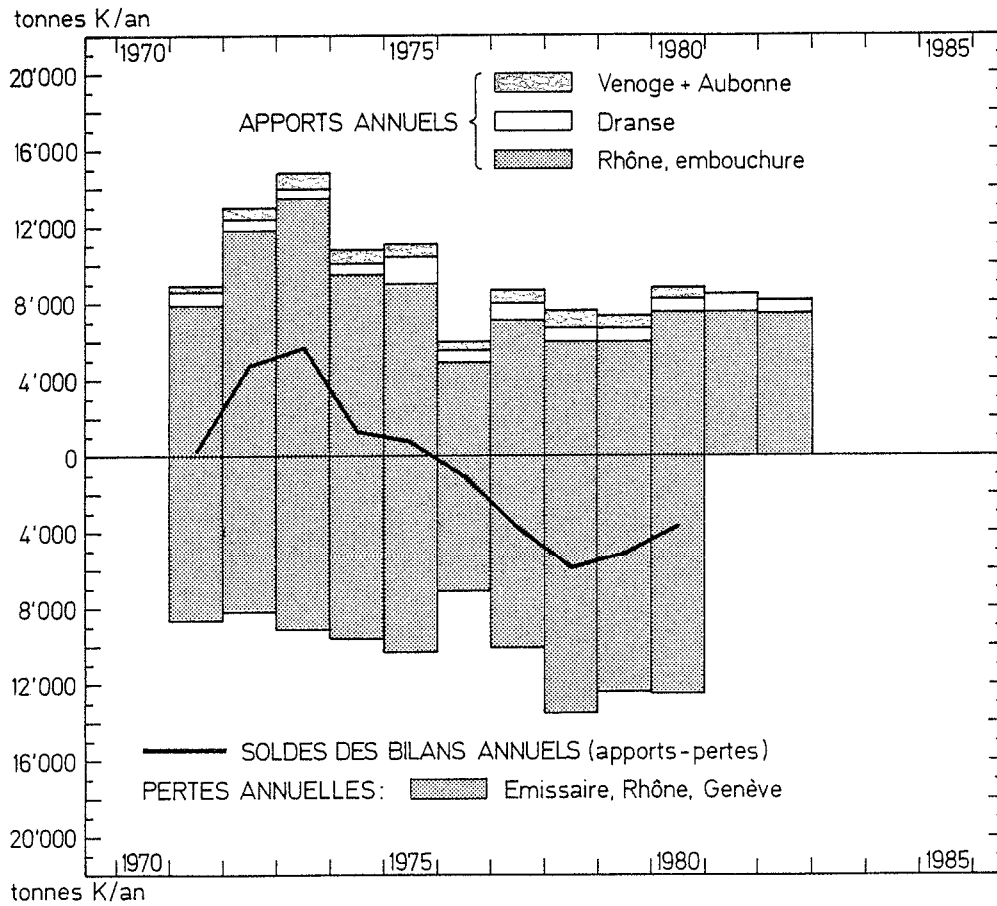


Fig.12: Potassium:
apports, pertes et bilans annuels

CARBONE ORGANIQUE

Le carbone organique total est déterminé en 1982 sur tous les échantillons prélevés à la Dranse, la Venoge et l'Aubonne. Au Rhône à la Porte du Scex, les analyses ont été suspendues de mai à décembre; il n'est donc pas possible de calculer des apports annuels.

Le carbone organique dissous est analysé dans les échantillons d'eau prélevés au Rhône embouchure, à la Venoge et l'Aubonne. La méthode d'analyse appliquée au niveau de l'émissaire revient en fait à déterminer également la fraction soluble.

Les concentrations moyennes annuelles et les valeurs maximales individuelles en 1982 sont les suivantes :

Concentrations en carbone organique total et dissous, mg C/l

	Carbone organique total		Carbone organique dissous	
	Moy. ann. mg C/l	Max. ann. mg C/l	Moy. ann. mg C/l	Max. ann. mg C/l
Rhône, Porte du Scex	-	-	1.14	2.50
Dranse	1.13	2.25	-	-
Venoge	8.27	39.00	4.12	8.00
Aubonne	5.07	12.00	3.97	7.00
Rhône émissaire	-	-	1.72	5.14

En pondérant ces résultats avec les débits correspondants, on obtient les apports suivants en 1982 :

Apports en carbone organique total, tonnes C/an

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Rhône, Porte du Scex	14'380	12'600	13'900	17'800	17'300	-
Dranse	-	-	-	-	1'585	878
Venoge	-	-	-	-	1'690	1'518
Aubonne	-	-	-	-	1'255	1'203
Total affluents	-	-	-	-	21'830	-
Emissaire	17'400	15'500	18'000	13'000	-	-

Apports en carbone organique dissous, tonnes C/an

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Rhône, Porte du Scex	4'430	5'050	5'400	6'870	6'520	7'780
Dranse	-	-	-	-	-	-
Venoge	-	-	-	-	750	680
Aubonne	-	-	-	-	920	870
Total affluents	-	-	-	-	8'190	9'330
Emissaire	-	-	-	-	15'700	16'530

Entre 1981 et 1982, les apports en carbone organique total de la Dranse diminuent sensiblement - de 1'585 à 878 tonnes C/an - alors que ceux de la Venoge et de l'Aubonne restent pratiquement stationnaires, de l'ordre de 1'600 tonnes pour la première et 1'200 pour la seconde.

Toujours entre 1981 et 1982, la fraction soluble du carbone organique augmente au Rhône à la Porte du Scex, reste pratiquement stable à la Venoge et à l'Aubonne et diminue enfin légèrement à l'émissaire.

SILICE

Les apports en silice directement dosable, donc en silice dite soluble, restent relativement stables d'une année à l'autre. Pour les quatre affluents étudiés, ils dépassent 20'000 tonnes/an :

Silice directement dosable, tonnes SiO₂/an

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Rhône, Porte du Scex	22'560	18'820	17'130	21'250	21'000	20'640
Dranse	2'870	2'670	2'530	2'600	2'230	2'620
Venoge	-	-	-	-	800	900
Aubonne	-	-	-	-	680	700
Total affluents	25'430	21'490	19'660	23'850	24'710	24'860
Rhône émissaire	14'200	-	-	-	12'070	12'220

En 1982, les concentrations moyennes annuelles des quatre affluents étudiés sont relativement groupées

Concentrations en silice, mg SiO₂/an

	Moyennes annuelles	Minimums	Maximums
Rhône, Porte du Scex	3.24	2.19	4.38
Dranse	3.63	2.55	4.69
Venoge	4.72	0.07	7.20
Aubonne	3.25	1.51	5.31
Emissaire	1.27	0.12	2.24

SULFATES

Les sulfates constituent, avec les bicarbonates et le calcium, la principale charge minérale soluble des eaux du Léman. Celles-ci en effet en renferment quelque 48 à 50 mg/l, exprimés en SO₄²⁻. Cette teneur relativement élevée s'explique par la composition de l'eau des affluents principaux; en 1982 les eaux du Rhône en contiennent en moyenne 52.8 mg/l (min. 28.0; max. 82.2), celles de la Dranse, 65.8 mg/l (min. 22.0; max. 174.0).

Les tonnages en sulfates déversés au Léman depuis 1977 par le Rhône et la Dranse sont les suivants; les exportations par l'émissaire sont calculées en admettant une concentration moyenne de 48 mg SO₄/l.

Apports et pertes en sulfates, tonnes SO_4^{--} /an

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Rhône, Porte du Scex	266'500	258'500	275'400	323'800	303'700	314'800
Dranse	37'000	34'000	34'600	34'600	30'200	34'000
Pertes par l'émissaire	(454'000)	(422'000)	(410'000)	(474'000)	(456'000)	(460'000)

CALCIUM

En 1982, les concentrations moyennes annuelles des eaux du Rhône et de la Dranse en calcium s'élèvent respectivement à 2.12 mé/l et 3.80 mé/l. L'eau du Rhône est donc, à cet égard, proche de celle du lac. Les apports annuels correspondant à ces teneurs sont indiqués ci-dessous. Ils varient relativement peu d'une année à l'autre :

Apports et pertes en calcium, tonnes Ca/an

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Rhône, Porte du Scex	228'000	221'000	228'000	277'000	281'000	271'000
Dranse	54'000	47'000	47'000	50'000	45'000	51'000
Pertes par l'émissaire	401'000	405'000	388'000	414'000	(428'000)*	(432'000)*

* tonnages estimés à partir des débits moyens annuels et d'une concentration de 2.25 mé/l, correspondant à la norme 1963-1980.

MAGNESIUM

En 1982, le Rhône à la Porte du Scex et la Dranse ont déversé au lac respectivement 30'900 et 6'100 tonnes de magnésium. Ces apports correspondent aux résultats obtenus les années précédentes :

Apports et pertes en magnésium, tonnes Mg/an

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Rhône, Porte du Scex	31'300	30'000	27'500	34'400	30'700	30'900
Dranse	6'500	6'100	5'700	6'100	5'300	6'100
Pertes par l'émissaire	54'600	54'200	53'600	57'900	(61'200)*	(61'800)*

* tonnages estimés à partir des débits moyens annuels et d'une concentration de 0.53 mé/l, correspondant à la norme 1963-1980.

La teneur moyenne des eaux du Rhône en magnésium est, en 1982, un peu moins marquée que celle du Léman (0.42 mé/l; min. 0.24; max. 0.64). Pour la Dranse, on constate l'inverse (0.79 mé/l; min. 0.48; max. 1.34).

SODIUM

Les apports en sodium des deux affluents principaux ne se modifient guère d'une année à l'autre, comme le prouvent les résultats suivants. Ces apports correspondent à des concentrations moyennes annuelles de 4.05 mg Na/l pour le Rhône à son embouchure et de 2.20 pour la Dranse.

Apports en sodium, tonnes Na/an

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Rhône, Porte du Scex	20'800	21'400	22'000	24'200	21'400	22'600
Dranse	1'600	1'500	1'400	1'600	1'500	1'480

CUIVRE, ZINC, PLOMB, CADMIUM, MERCURE

Ces éléments ne sont dosés que sur le Rhône à son embouchure. Depuis 1976, les concentrations moyennes en cuivre, zinc et plomb restent stables et faibles, les valeurs maximales peu marquées, sauf en 1982 pour le zinc. Comme les dosages sont effectués sur des échantillons moyens de sept jours voire de quatorze en 1981 et 1982, cette dernière indication ne permet pas de conclure à l'absence de pollutions brusques, de forte amplitude mais de courte durée.

Année	Cuivre mg Cu/l		Zinc mg Zn/l		Plomb mg Pb/l	
	Moy. ann.	Max. ann.	Moy. ann.	Max. ann.	Moy. ann.	Max. ann.
1976	0.004	0.019	0.012	0.030	0.002	0.008
1977	0.004	0.022	0.011	0.040	0.002	0.026
1978	0.003	0.009	0.013	0.051	0.001	0.008
1979	0.004	0.017	0.016	0.090	0.002	0.011
1980	0.003	0.014	0.016	0.099	0.002	0.013
1981	0.004	0.009	0.012	0.022	0.003	0.010
1982	0.005	0.011	0.022	0.193	0.002	0.006

Les apports correspondants, toujours pour le Rhône à la Porte du Scex, s'élèvent à :

Année	Apports, tonnes Cuivre, Zinc, Plomb/an		
	Cuivre	Zinc	Plomb
1976	17.1	53.3	11.6
1977	24.6	69.2	18.0
1978	17.0	77.6	9.8
1979	27.7	97.9	15.2
1980	23.6	126.0	23.4
1981	28.6	85.0	22.8
1982	39.5	142.3	19.0

En 1982, les concentrations en cadmium et en mercure ont été déterminées dans la plupart des échantillons moyens de l'eau du Rhône. Les résultats sont brièvement les suivants :

		Rhône, Porte du Scex Concentrations en cadmium et mercure		
		Moyenne annuelle	Maximum annuel	Minimum annuel
Cadmium	µg/l Cd	0.154	1.4	≤ 0.02
Mercure	µg/l Hg	0.059	0.15	≤ 0.05

4. CONCLUSIONS

D'après les hauteurs annuelles des précipitations mesurées en quelques stations sur le pourtour du Léman, l'année 1982 est restée humide et s'inscrit dans un cycle homogène, ayant débuté en 1977. Conséquence des hauteurs importantes des précipitations, les débits moyens annuels des affluents étudiés restent élevés. Leur somme atteint 255 m³/s en 1982 contre 245 l'année précédente. Avec respectivement 219 et 22.7 m³/s de débit moyen, le Rhône et la Dranse représentent 85.9 et 8.9 % du débit total des cours d'eau inventoriés. Le débit de l'émissaire, comparativement également élevé, n'a pas varié entre 1981 et 1982; il reste légèrement supérieur à 300 m³/s.

Les apports des affluents principaux en azote minéral total augmentent de 1981 à 1982, passant de 4'440 à 4'880 tonnes par an. Ils retrouvent ainsi leur niveau de 1980, mais restent cependant inférieurs aux valeurs rencontrées en 1974, 1975 et 1977. Du fait de cette augmentation mais aussi du fléchissement des exportations par l'émissaire, les soldes du bilan s'accroissent. Ils atteignent 730 tonnes en 1982 contre -106 tonnes l'année précédente.

Cette évolution est surtout due à l'augmentation des apports en nitrates - 4'020 tonnes en 1981, 4'450 l'année suivante -, les flux annuels en ammoniacque et nitrates restant pratiquement stables.

Cette note un peu pessimiste s'efface heureusement lorsque l'on considère, en regard de l'azote minéral total, les apports en azote organique. Ceux-ci, pour le Rhône et la Dranse, diminuent fortement depuis quelques années : 1978, 3'300 tonnes; 1979 et 1980, 2'800; 1981, 2'575 et enfin 1'780 en 1982.

Conséquence de l'évolution des déversements en azote minéral et organique, les apports en azote total, relativement stables entre 1978 et 1980, diminuent depuis lors. En 1980, ils atteignaient 7'070 tonnes, en 1982, ils tombent à 5'400.

Si l'étude des apports globaux en azote livre en définitive des résultats favorables, les recherches sur le phosphore par contre sont bien moins encourageantes. En effet, si l'on avait, entre 1978 et 1981, enregistré tout d'abord un palier puis une diminution des apports annuels en phosphore total - de 930 à 820 tonnes P/an - en 1982, ils augmentent à nouveau et dépassent légèrement 1'000 tonnes. Le Rhône, la Venoge et l'Aubonne participent à cette tendance, contrairement à la Dranse dont les apports diminuent depuis deux ans.

Comme les pertes en phosphore total par l'émissaire - près de 600 tonnes P en 1982 - sont en légère régression, il apparaît une évolution inquiétante des soldes du bilan : ceux-ci en effet s'accroissent en 1982 de plus de 220 tonnes, passant de 193 à 421 tonnes en une année. Antérieurement, ils diminuaient régulièrement, depuis 1978, voire 1975.

Les apports en chlorures n'ont pas subi de modifications importantes entre 1981 et 1982. Ils s'élèvent actuellement à 35'000 tonnes, alors que les pertes par l'émissaire sont évaluées à un peu plus de 43'000 tonnes.

Les flux annuels en potassium restent stables depuis trois ans. Pour le Rhône et la Dranse, ils atteignent actuellement quelque 8'200 tonnes.

En 1982, la fraction soluble du carbone organique dans les eaux du Rhône, de la Venoge et de l'Aubonne atteint 9'300 tonnes C/an, soit une progression légère depuis l'année précédente.

Les flux annuels en silice, sulfates, calcium, magnésium et sodium restent, depuis au moins trois ans, sensiblement au même niveau.

Les apports du Rhône à la Porte du Scex montrent une légère augmentation des tonnages annuels en cuivre et zinc. Pour le plomb par contre, la situation ne s'est pas modifiée.

En conclusion, les principales tendances mises en évidence entre 1981 et 1982 sont les suivantes :

- . augmentation de 200 tonnes des apports en phosphore total, la plus grande part en revenant au Rhône à la Porte du Scex
- . augmentation des flux annuels en azote minéral total mais diminution de l'azote organique. En conséquence, globalement, régression de l'azote total
- . stabilité des apports en chlorures, potassium, silice, sulfates, calcium, magnésium, sodium et plomb
- . léger accroissement des déversements en carbone organique dissous, en cuivre et en zinc.

Les chiffres indiqués pour les apports annuels ne représentent évidemment qu'un minimum; ils ne tiennent en effet compte ni des affluents secondaires, ni des autres sources de pollution : précipitations, apports diffus, stations d'épuration se déversant directement dans le lac.

ETUDE DE LA POLLUTION DES SEDIMENTS
DU RHONE AMONT ET DE SES AFFLUENTS PAR DES METAUX LOURDS

ET

ETUDE DE LA POLLUTION DES EAUX
DU RHONE AMONT ET DE SES AFFLUENTS PAR DES METAUX LOURDS

P R E A M B U L E

Dans sa présentation des rapports sur les études et recherches entreprises dans le bassin lémanique en 1981, le Président de la Sous-commission technique insistait sur la complémentarité des méthodes relatives à l'évaluation des rejets de métaux lourds.

En 1982, plusieurs types d'investigation portant sur les rejets de mercure dans le bassin du Rhône amont ont été menés de front.

Ces travaux : analyses en continu de l'eau du Rhône à la Porte du Scex, analyses mensuelles des rejets industriels et analyses des sédiments ont montré que l'ensemble des investigations étaient à mettre en oeuvre pour pouvoir conclure quant à l'importance effective des rejets.

Les travaux de curage importants entrepris dans le canal de Turtig au mois de juillet ont remis en suspension des sédiments contaminés qui ont été emportés par le Rhône. Cette pollution secondaire a parfaitement été repérée à la Porte du Scex, alors que les analyses de sédiments, effectuées une fois tous les trois mois, ne donnent aucune information à ce sujet.

Plusieurs pollutions accidentelles ont également été enregistrées à la Porte du Scex, alors que l'analyse mensuelle, qui se déroulait à un autre moment, n'a pas permis d'observer ces rejets exceptionnels.

Enfin, les analyses systématiques de la qualité de l'eau, en particulier dans le canal d'Evionnaz, montrent que les rejets directs sont extrêmement faibles, alors que les sédiments, par effet cumulatif, enregistrent une pollution antérieure et indiquent toujours une contamination importante des lieux.

Ces études montrent, d'une part l'importance de la fréquence des échantillonnages et, d'autre part l'absolue nécessité d'une collaboration avec les industries.

ETUDE DE LA POLLUTION DES SEDIMENTS
DU RHONE AMONT ET DE SES AFFLUENTS PAR DES METAUX LOURDS

CAMPAGNE 1982

PAR

DOMINIQUE BURRUS ET JEAN-PIERRE VERNET

INSTITUT F.-A. FOREL - VERSOIX

RESUME

Les sédiments du Rhône et du Canal de Turtig ont été prélevés à six reprises en 1982; les autres canaux et affluents ont été échantillonnés une seule fois.

Le fléchissement, amorcé en 1981, s'est accéléré pendant l'année 1982, puisque la moyenne des teneurs en mercure, quoique élevée, est passée de 3650 ppb en 1980 à 2390 ppb en 1981, pour descendre à 1190 ppb en 1982. Cette moyenne reste influencée par la forte contamination mercurielle du Canal de Turtig, ainsi que par les rejets dus aux stations d'épuration et à l'activité industrielle.

1. INTRODUCTION

Conformément aux trois années précédentes, en tenant compte des variations de débit du Rhône et des rejets ponctuels, afin que l'échantillonnage demeure représentatif, les sédiments du Rhône et du Canal de Turtig (points 44 et 91) ont été prélevés à six reprises en 1982, soit en :

- . février période d'étiage
- . mai début des crues
- . juillet et août période des hautes eaux
- . octobre fin de la période des hautes eaux
- . décembre période des basses eaux

Les affluents et autres rivières ont été échantillonnés lors de l'habituelle campagne d'octobre.

2. NUMEROTATION ET PROVENANCE

Aucune modification de la localisation des prélèvements n'est intervenue cette année, et les figures 1a et 1b sont identiques à celles des années précédentes.

Rappelons que les numéros de provenance des échantillons se retrouvent dans les tables 1 à 3, mais que sur la figure 3, pour des raisons de commodités de dessin, les échantillons sont numérotés d'aval en amont, de 1 à 27. La correspondance entre des numéros d'ordre, les numéros de provenance et leur situation est donnée dans les tables 1 et 2.

3. RESULTATS

LE RHONE (figures 2, 3, 4 et tables 1 et 2)

Comme pour les campagnes antérieures, seul le mercure présente des valeurs supérieures au double de la teneur naturelle admise (T.N. = 50 ppb) dans les sédiments du Rhône.

On établit la moyenne des teneurs en mercure sur tous les échantillons récoltés dans le Rhône durant la campagne d'automne :

.	1976	0.23 ppm
.	1977	0.17 ppm
.	1978	0.53 ppm
.	1979	1.20 ppm
.	1980	3.56 ppm
.	1981	2.39 ppm
.	1982	1.19 ppm

De ce fait on est en droit de comparer les différentes valeurs obtenues et on remarque sur la figure 2, expression graphique de ces valeurs, que la situation de 1982 tend vers une normalisation après le maximum atteint en 1980. Toutefois elle reste plusieurs fois plus élevée que celle de 1977, période pendant laquelle on a atteint le minimum.

Cette pollution est toujours liée principalement au canal de Turtig, qui draine la zone industrielle de Viège, et reçoit les rejets de la station d'épuration, comme l'indique la forte contamination du point 13 (figure 3, No d'ordre 25) situé à l'aval de la confluence du canal et du Rhône.

La figure 4, qui donne l'évolution des teneurs mercurielles au point 13 depuis 1979, montre, d'une part l'influence des processus de dilution dus au débit du Rhône, et d'autre part une confirmation de l'amélioration générale décrite plus haut.

Les autres contaminations mises en évidence lors des trois années précédentes se remarquent toujours :

- . aval de Sierre (point 65 et 68), ainsi que les canaux des stations d'épuration de Sierre et d'Uvrier
- . aval de Sion (points 20 et 71)

Toutefois, la région de Fully (point 22) et le point 30, en aval de l'effluent de la sortie du lac de décantation de la station d'épuration de Monthey et du complexe industriel, suivent la tendance générale avec des teneurs sensiblement plus faibles que l'année précédente.

RIVIERES ET CANAUX AFFLUENTS (table 3, figures 5, 6, 7, 8)

On note à nouveau une pollution mercurielle importante du canal de Turtig. Les teneurs dépassent en moyenne les 20'000 ppb. La récupération du curage de 1982 ne se remarque guère au niveau des sédiments.

Les sédiments du canal d'Evionnaz présentent une pollution polymétallique forte, spécialement pour le cadmium. Par rapport à l'échantillonnage de 1981 les teneurs de la plupart des métaux traces ont augmenté. Le déplacement de la contamination vers l'aval enregistré les années précédentes (VIEL & al, 1982) se confirme, ce qui semble indiquer le caractère relativement ancien de cette contamination. Il faut cependant relever que le débit extrêmement faible de ce canal rend apparemment négligeable l'impact de cette pollution sur le Rhône.

Pour les autres rivières et canaux la situation de 1982 reste comparable à celle de 1981 :

- . les canaux de Rarogne, Ardon-Riddes, de Fully, de Stockalper et du Grand Canal sont toujours contaminés par le mercure et le cadmium
- . les sédiments des canaux recevant les rejets de stations d'épuration présentent une contamination polymétallique importante. Cette année, les stations d'épuration de Sion (point 157) et de Conthey (point 110) enregistraient une forte pollution par l'argent
- . la Viège se caractérise à nouveau par une teneur normale en mercure (730 ppb en 1981 contre 30 ppb en 1982)
- . la Saltine, la Navisence, les torrents de Montana, de la Borgne et de la Dranse ne sont pas contaminés.

4. CONCLUSIONS

- . Bien qu'élévée, la pollution mercurielle des sédiments du Rhône a diminué sensiblement pendant l'année 1982. Elle demeure fortement influencée par l'impact du canal de Turtig. Les autres sources en mercure sont liées aux zones industrielles de Sierre et de Sion et aux rejets des stations d'épuration.
- . L'état des canaux et des rejets des stations d'épuration reste stationnaire.
- . Le canal d'Evionnaz présente toujours une pollution polymétallique. Cette pollution s'est déplacée vers l'aval indiquant un transport naturel probable des sédiments.
- . Les principaux affluents du Rhône (à l'exception des canaux) sont exempts de contamination par les métaux lourds.

BIBLIOGRAPHIE

- RAPIN F. et VERNET J.P. (1980) : Le Rhône amont et ses affluents.
In : Rapport Commission internationale pour la protection des eaux du Léman. Campagne 1979, p. 234-246
- RAPIN F. et VERNET J.P. (1981) : Le Rhône amont et ses affluents.
In : Rapport Commission internationale pour la protection des eaux du Léman. Campagne 1980, p. 131-142
- VIEL M. et VERNET J.P. (1981) : Le Rhône amont et ses affluents.
In : Rapport Commission internationale pour la protection des eaux du Léman. Campagne 1981, p. 203-222

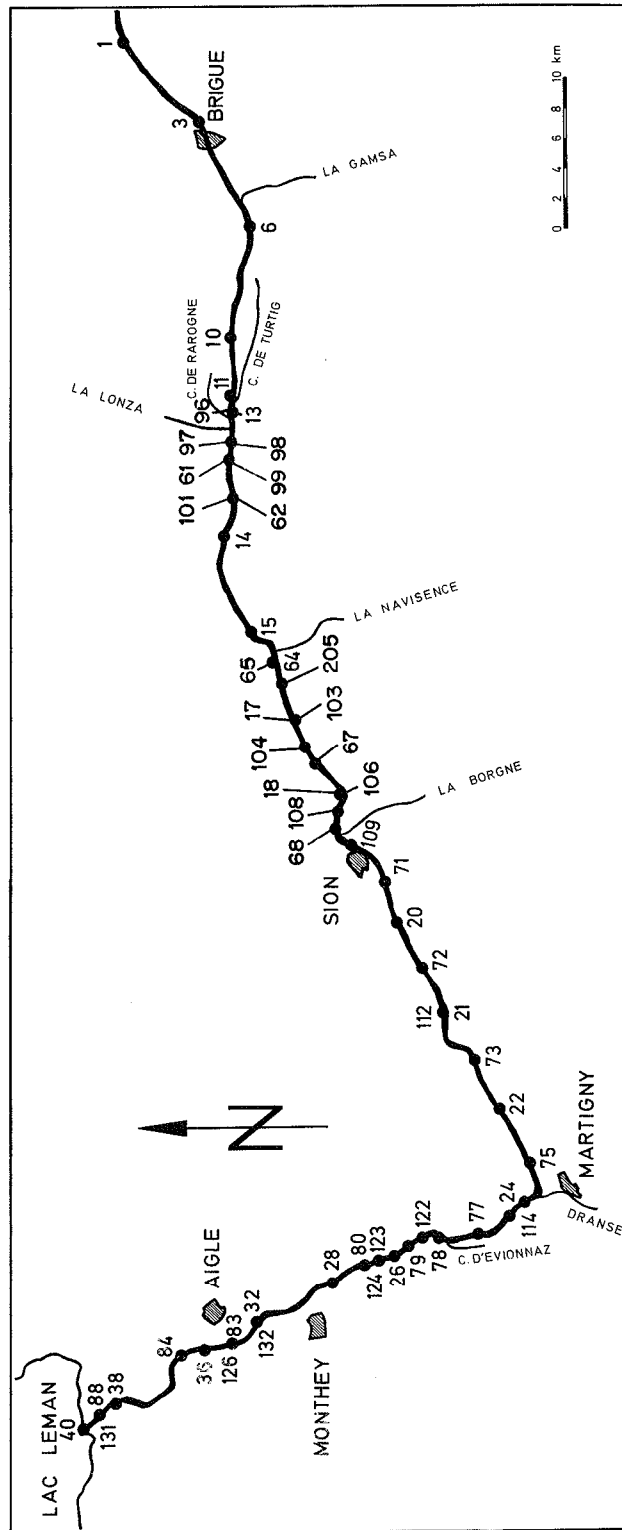


Fig. 1a) SITUATION DES ECHANTILLONS DU RHÔNE

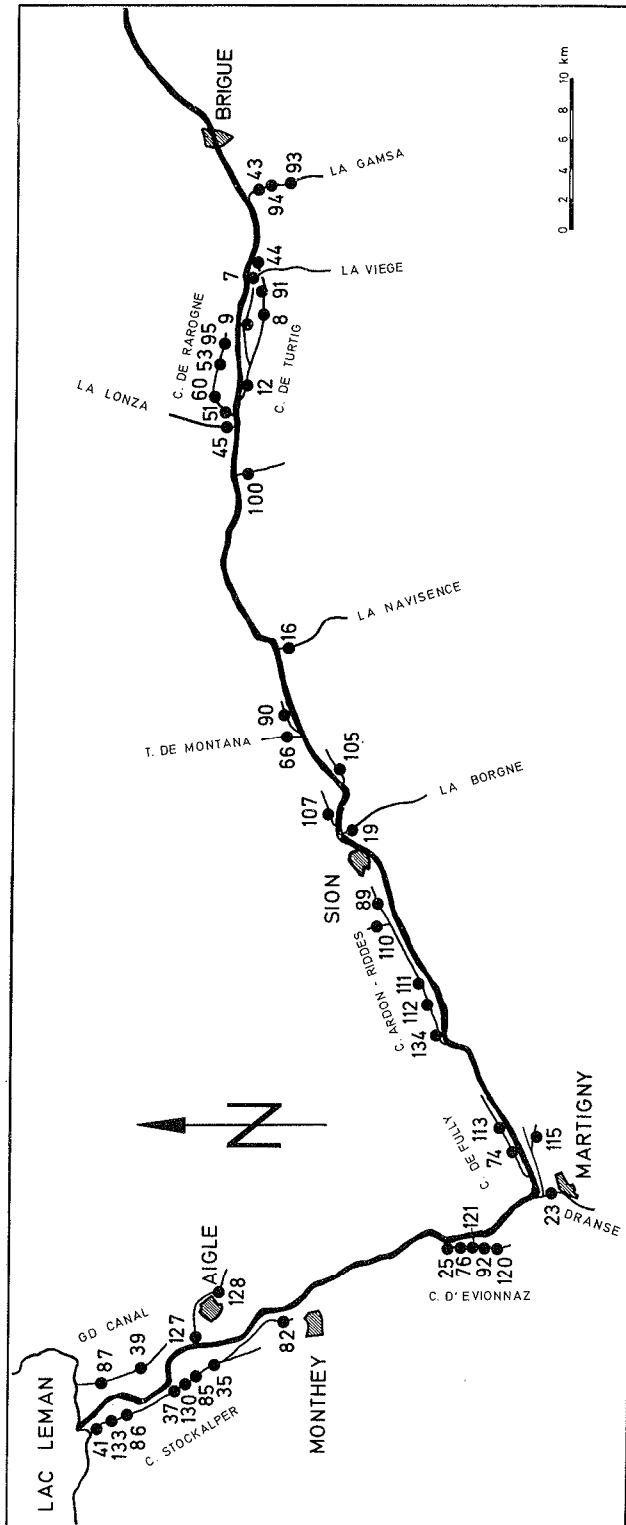


Fig. 1b) SITUATION DES ECHANTILLONS DES CANAUX ET AFFLUENTS.

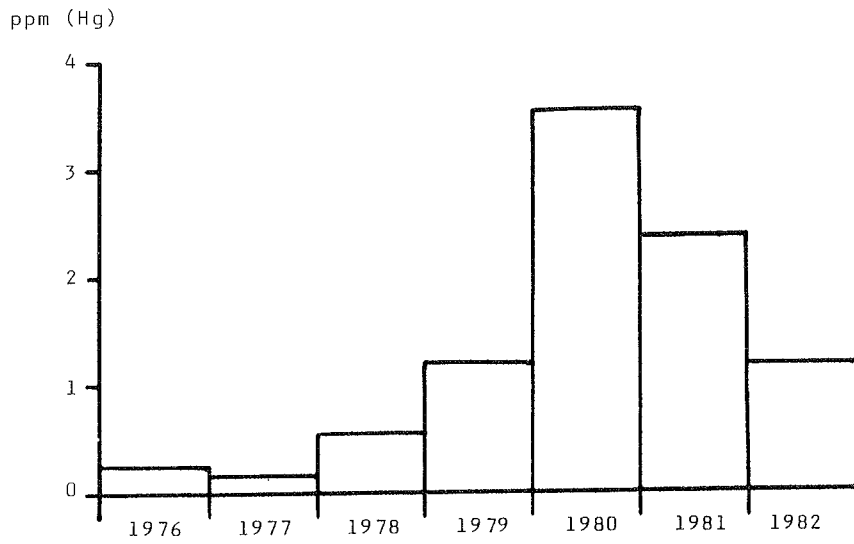


Fig. 2: Histogramme de la moyenne des teneurs en mercure de tous les échantillons récoltés dans le Rhône chaque année pendant la campagne d'automne.

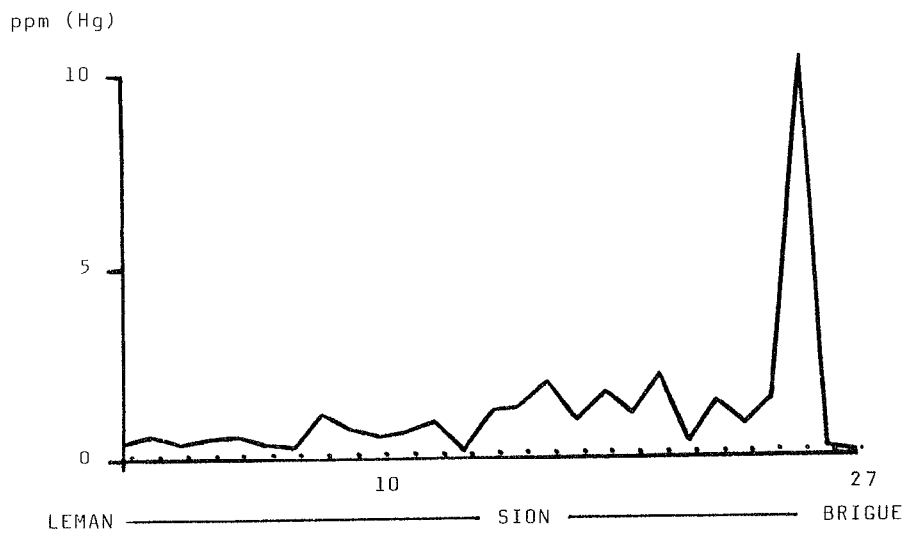


Fig. 3: Evolution de la teneur en mercure des sédiments du Rhône en 1982.

TABLE 1 - Evolution de la teneur en mercure des sédiments du Rhône (en ppb)

No d'ordre sur fig.	No de provenance	Situation	1976	1977	1978	1979*	1980**	1981*	1982*
1	40	Le Bouveret	180	190	470	360	520	420	440
2	88	Noville	460	180	540	790	1330	800	637
3	38	Porte du Scex	240		220	550	1230	840	390
4	36	Illarsaz	180	160	300	630	1260	810	527
5	30	Monthey	160		380	820	1690	960	592
6	80	Aval de St-Maurice	660	300	330	540	1420	1090	377
7	26	Lavey-les-Bains	70	440	170	410	630	380	267
8	78	Evionnaz	290	210	310	730	1070	910	1135
9	114	Les Follatères		60	320	890	1530	910	807
10	75	Branson	130	120	180	670	1480	1340	555
11	22	Fully	260	110	550	670	2510	1170	650
12	73	Saillon	180	110	270	710	1580	1860	855
13	72	Ardon	200	50	510	610	2530	1100	182
14	20	Aproz	170	160	1300	990	5180	2240	1215
15	71	Aval de Sion	240	60	1380	560	2300	2070	1302
16	68	Bramois	740	90	840	1230	4820	2200	1910
17	18	St-Léonard	190	100	860	880	5030	1550	967
18	67	Granges	180	90	730	1710	5550	3410	1690
19	17	Chalais	170	50	600	1200	2250	2140	1142
20	65	Laminoir Chippis	150	170	680	1110	7740	3370	2057
21	15	Finges	160	390	620	680	1440	250	332
22	14	La Souste	270	250	300	1540	2890	2270	1395
23	62	Gampinen	160	310	720	2480	9380	2870	805
24	99	Niedergampel		190	430	3570	2140	8140	1500
25	13	Gampel	370	280	1170	7920	25300	21210	10345
26	10	St-Germain	30	120	50	210	180	200	137
27	3	Brigue	30	50	20	40	70	70	50

* = moyenne de 4 prélèvements
 ** = moyenne de 6 prélèvements

Afin de permettre une meilleure comparaison entre les années, la moyenne de 1982 ne prend en considération que quatre prélèvements, correspondant aux mêmes saisons, sur les six réellement effectués.

EVOLUTION DE LA TENEUR EN MERCURE DES SEDIMENTS DU RHÔNE (pt. 13 GAMPEL - STEG)

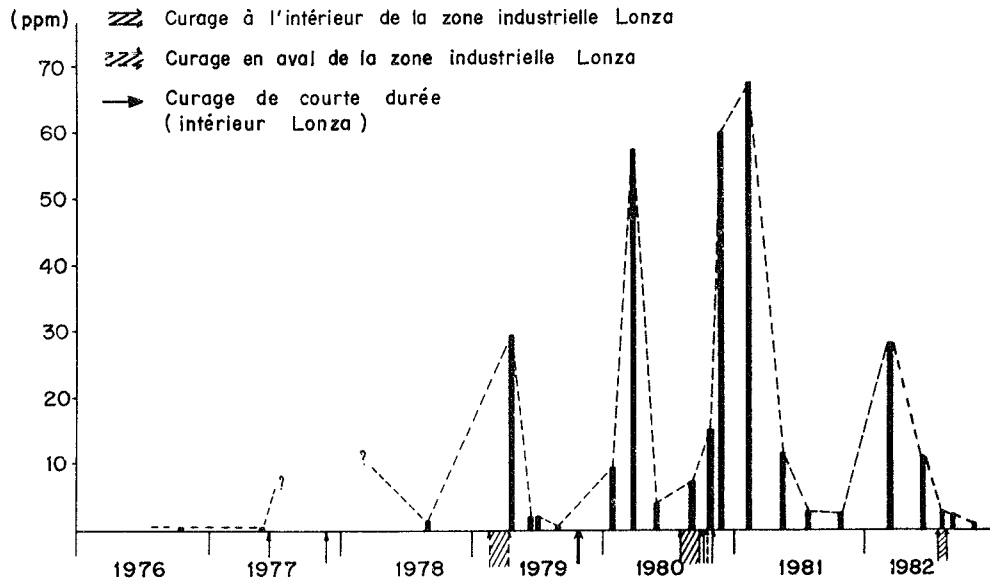


Fig. 4

EVOLUTION DE LA TENEUR EN MERCURE DES SEDIMENTS DU RHÔNE (pt. 13) ET DU CANAL SCHNYDRIG (pt. 44 et 91)

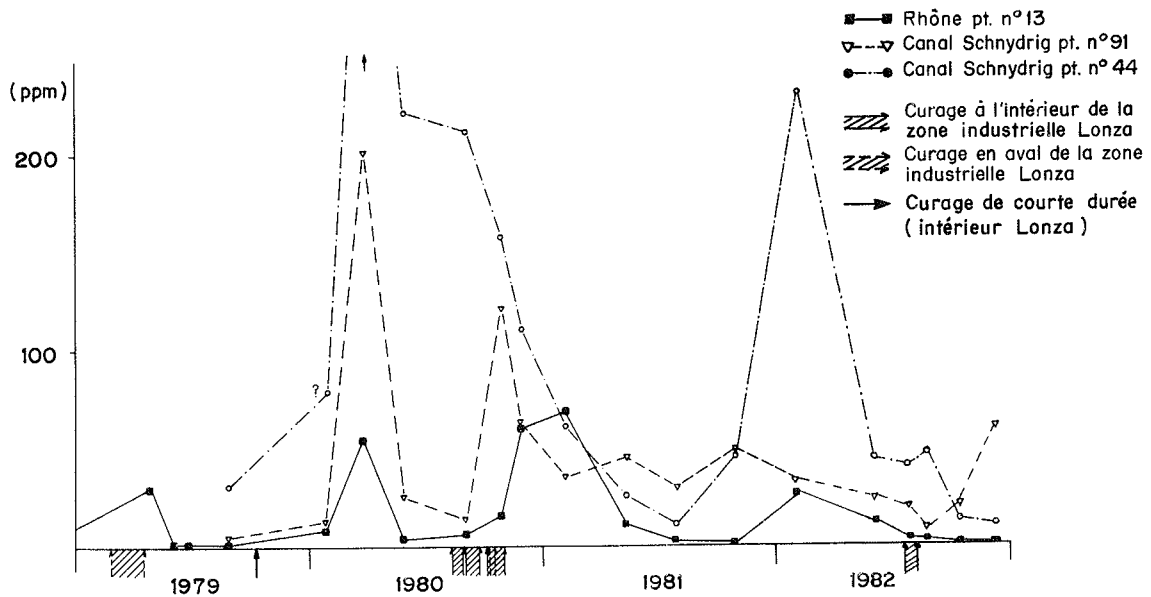


Fig. 5

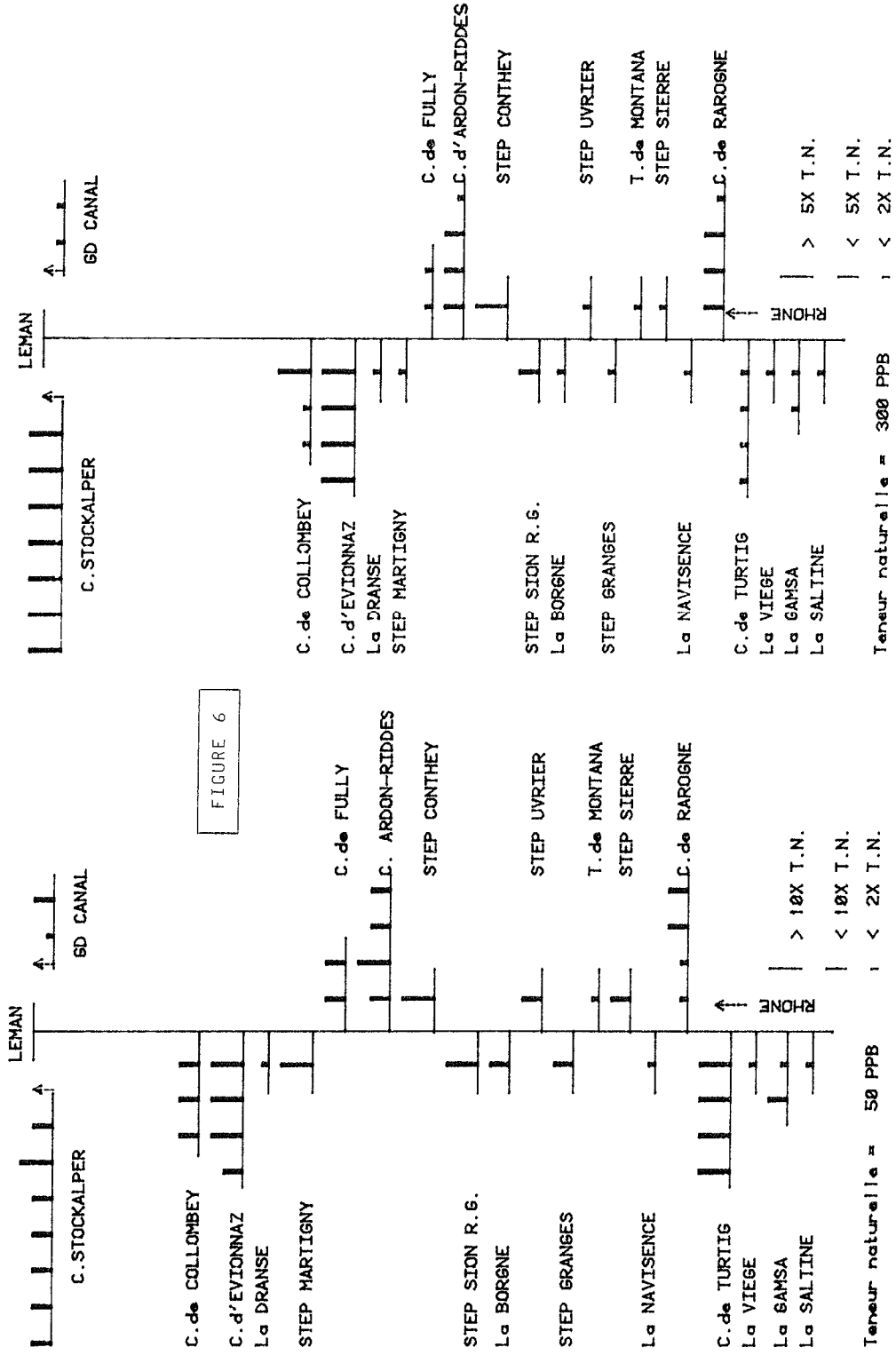
TABLE 2 - Evolution de la teneur en mercure des sédiments du Rhône et du canal de Turtig (1982) (en ppb)

No d'ordre sur fig.	No de provenance	Situation	02.02	11.05	15.07	10.08	14.10	12.12
1	40	Le Bouveret	1130	330	230	150	150	218
2	88	Noville	1100	390	-	320	740	-
3	38	Porte du Scex	640	350	510	360	210	435
4	36	Illarsaz	1220	440	-	170	280	-
5	30	Monthey	1030	690	250	270	380	1030
6	80	Aval de St-Maurice	270	600	-	370	270	-
7	26	Lavey-les-Bains	250	150	-	360	310	-
8	78	Evionnaz	760	3180	320	310	290	1031
9	114	Les Follatères	1070	460	-	410	1290	-
10	75	Branson	770	650	-	380	420	-
11	22	Fully	1090	740	360	530	240	818
12	73	Saillon	1700	730	-	360	630	-
13	72	Ardon	190	100	-	400	40	-
14	20	Aproz	2950	860	650	400	650	1152
15	71	Aval de Sion	2960	1170	-	1000	80	-
16	68	Bramois	4190	2220	380	630	600	1464
17	18	St-Léonard	2690	770	-	280	130	-
18	67	Granges	4720	1410	-	510	120	-
19	17	Chalais	2660	1490	-	230	190	-
20	65	Laminoir Chippis	3900	1520	840	540	2270	2070
21	15	Finges	180	910	-	210	30	-
22	14	La Souste	2900	1950	-	530	200	-
23	62	Gampinen	1770	460	330	710	280	1543
24	99	Niedergampel	2110	2620	-	490	780	-
25	13	Gampel	27900	10480	2230	2160	840	216
26	10	St-Germain	330	120	110	30	70	120
27	3	Brigue	60	30	-	60	50	-
Canal de Turtig	91	Aval STEP	34160	22200	18750	3740	19940	30500
	44	Aval LONZA	232230	45660	41000	46970	13700	11000

TABLE 3 - Teneurs en métaux lourds et en matière organique des affluents du Rhône (1982)

	No	ppb Hg	ppb Cd	ppm Pb	ppm Zn	ppm Cu	ppm Sn	ppm Ag	% C.org.
La Saltine	4	30	250	15.3	75.4	24.9	19	* 0.8	0.21
La Gamsa	43	35	140	21.4	56	22.8	* 9	1.1	0.23
	94	100	350	30.1	129	40.1	13	* 0.8	1.67
La Viège	7	30	70	4.2	46.4	23.3	23	* 0.8	0.08
C. de Turtig	12	9400	160	11.8	82.4	32.8	15	* 0.8	0.78
	8	35000	180	23.5	138	41.8	17	* 0.8	0.81
	91	19940	200	18.1	99.8	40.9	9	* 0.8	0.66
	44	13700	180	15.8	73.1	21.6	13	* 0.8	0.91
Affl. C. de Turtig	9	40	280	23.2	108	47.3	16	* 0.8	0.88
C. de Rarogne	51	80	810	26.7	185	37.6	20	* 0.8	1.59
	60	70	700	17.4	257	42.7	19	* 0.8	0.84
	53	400	1400	21.6	538	76.8	24	* 0.8	7.0
	95	210	360	22.7	182	42	10	* 0.8	2.86
La Navisence	16	10	40	4.3	48.6	25.5	12	* 0.7	0.14
STEP Sierre	90	430	338	33.3	366	115	* 10	1.2	3.34
T. de Montana	66	90	230	32.7	172	46.1	* 10	* 0.7	2.04
STEP Granges	105	100	340	8.3	271	80.7	* 10	* 0.6	2.16
STEP Uvrier	107	160	410	23.4	273	87.5	* 10	* 0.7	1.94
La Borgne	19	120	80	11.4	60.1	16.5	* 8	* 0.7	0.1
STEP Sion R.G. (Vissigent)	157	880	740	24.8	396	61.1	8	6.6	2.44
STEP Conthey	110	510	2050	63.4	886	470	82	5.3	0.57
C. Ardon Riddes	134	480	1010	38.8	422	189	15	5.6	4.25
	112	600	620	68.5	360	136	11	6.2	3.03
	111	500	700	39.6	391	190	16	5	3.89
	150	370	520	34.9	308	196	12	2.8	3.38
C. Ardon-Riddes	151	630	890	39.8	438	440	19	3.5	4.45
	154	540	960	54.1	347	146	19	4.1	3.66
C. de Fully	74	230	478	16.1	269	113	* 11	* 0.6	2.34
	113	130	428	30.6	205	82.2	* 10	* 0.8	1.89
STEP Martigny	115	530	400	24.4	148	49.1	* 10	* 0.8	1.43
La Dranse	23	60	130	14.5	81.6	35.7	* 10	* 0.8	1.16
C. Evionnaz	25	1090	1770	45.8	444	67.4	21	0.7	4.06
	76	6510	165000	383	3280	398	992	2.4	9.16
	121	4430	60000	240	2333	216	577	1.5	6.49
	136	400	3900	210	1080	249	29	* 0.6	7.58
C. de Massongex	143	270	3550	76.4	244	38.9	13	* 0.5	0.42
Collombey	33	260	270	17.1	98.4	31.9	* 13	* 0.5	0.19
	82	450	350	64.5	156	55.1	* 13	* 0.5	2.19
C. de Stockalper	41	170	2800	56.2	349	44.8	* 13	* 0.5	1.95
	133	710	1510	46.3	300	45.9	* 13	* 0.5	2.21
	86	180	2053	64.4	395	49.7	* 13	* 0.5	2.12
	37	170	2140	53.1	316	42.4	* 13	* 0.5	1.99
STEP Vouvy	130	220	1600	62.1	336	48.4	* 13	* 0.5	2.32
	85	130	2160	55.8	232	29.3	* 13	* 0.5	1.65
	35	220	3430	72.7	213	35.8	* 13	* 0.5	0.58
	142	520	1720	270	542	94.3	17	0.8	3.26
Grand Canal	87	50	240	31.8	151	42.4	* 13	* 0.5	3.07
	39	130	523	82.3	330	76.5	* 13	* 0.5	4.23

(*) = en dessous de la limite de détection



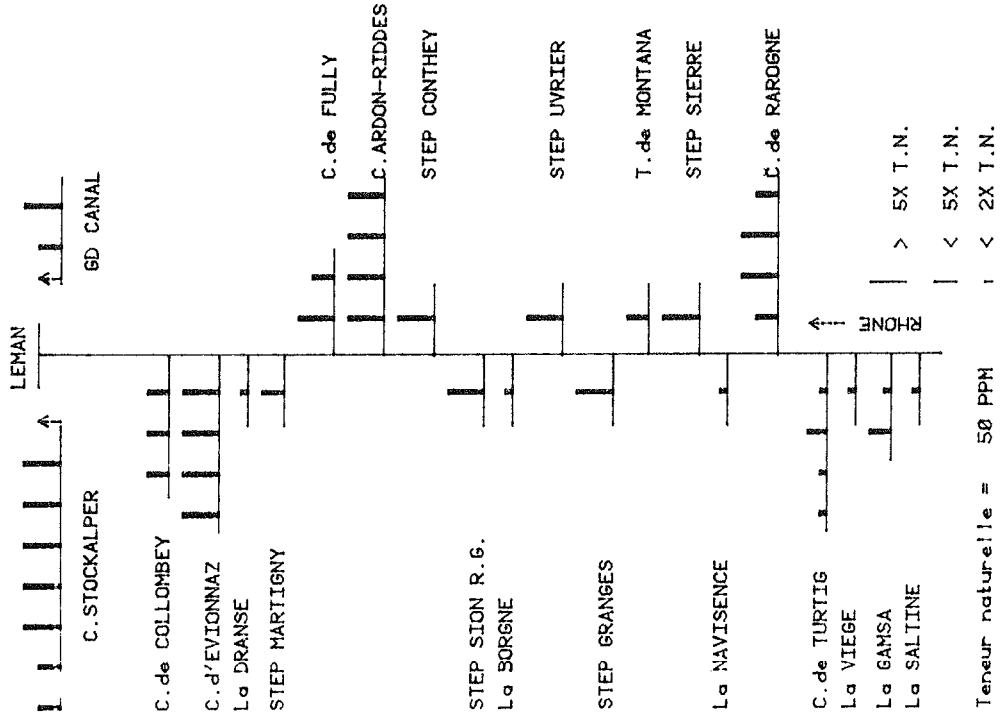
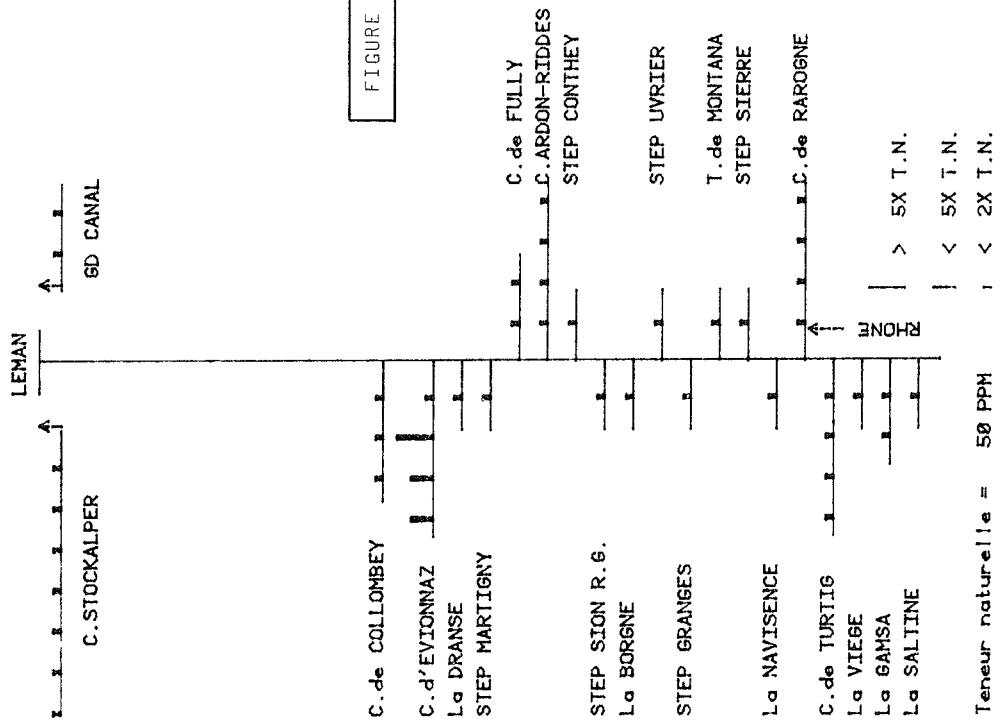
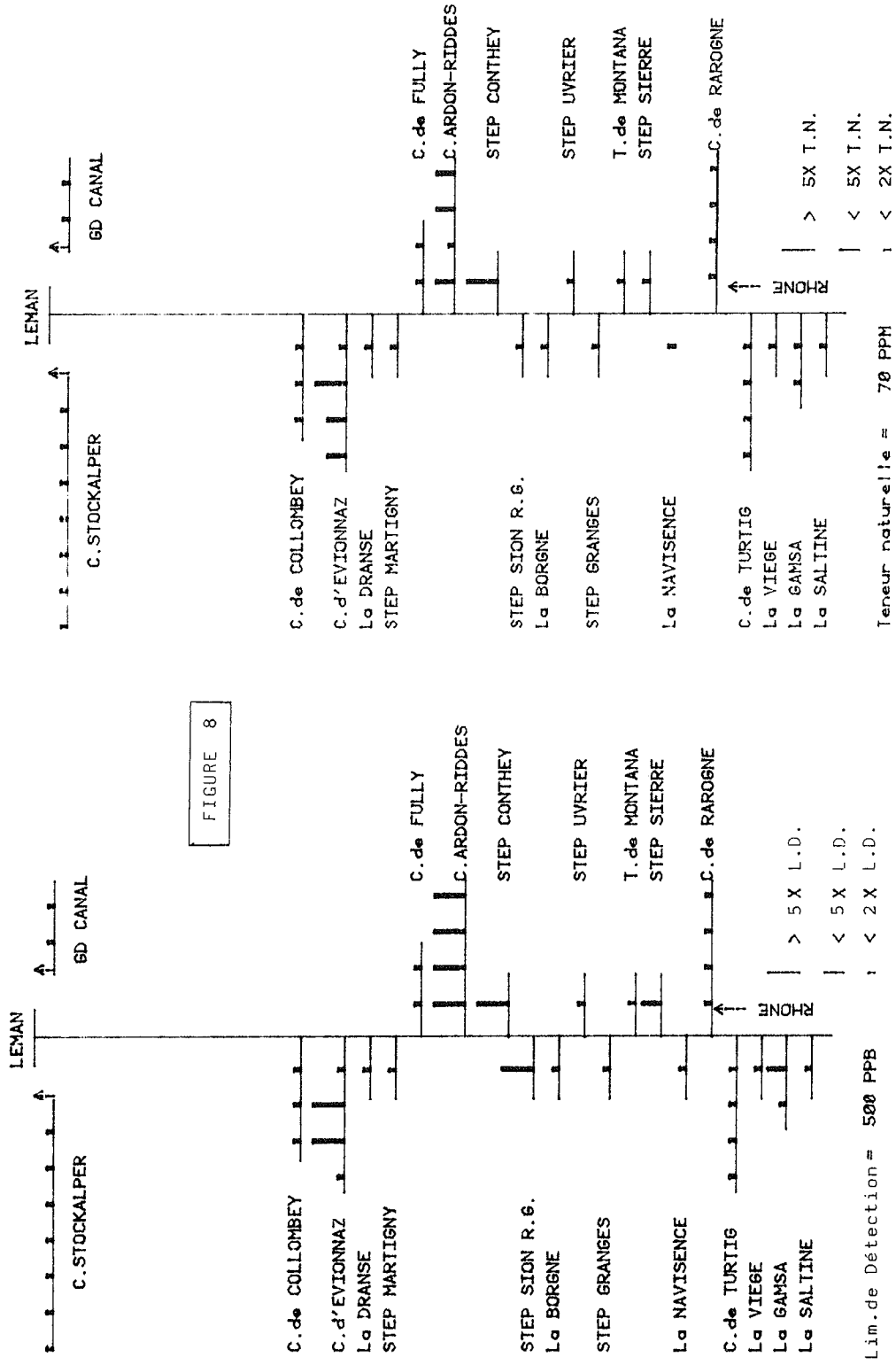


FIGURE 7



AFFLUENTS DU RHONE : TENEUR EN ZINC (1982)

AFFLUENTS DU RHONE : TENEUR EN PLOMB (1982)



AFFLUENTS DU RHONE : TENEUR EN ARGENT (1982)

AFFLUENTS DU RHONE : TENEUR EN CUIVRE (1982)

ETUDE DE LA POLLUTION DES EAUX DU RHONE AMONT
ET DE SES AFFLUENTS PAR LES METAUX LOURDS

CAMPAGNE 1982

PAR

JEAN-PIERRE SCHNYDRIG
SERVICE CANTONAL VALAISAN DE LA
PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

RESUME

Les campagnes d'analyses de ces dernières années ont démontré qu'il était difficile de se prononcer sur l'importance de déversements industriels à partir des seules études sur les sédiments. La contradiction apparente parfois observée entre les résultats de ces études et ceux obtenus par l'analyse des eaux ont incité le Service cantonal valaisan de la protection de l'environnement à poursuivre et intensifier les analyses de concentration en métaux lourds des eaux du Rhône amont et de deux affluents, en aval de sites industriels.

Les résultats obtenus montrent que les rejets mercuriels sont en moyenne plus faibles en 1982 qu'en 1981. Certaines causes accidentelles demeurent, en particulier sur le site industriel de Viège.

1. INTRODUCTION

Le contrôle de la qualité des eaux à l'aval de trois zones industrielles a été poursuivi en 1982 dans le cadre du programme intercantonal de recherches 1981-1985 qui complète celui de la Commission. Les prélèvements ont été effectués chaque mois durant 24 heures, à raison d'un échantillon partiel toutes les 15 à 20 minutes. L'analyse des teneurs en métaux lourds a porté sur l'échantillon moyen sur 24 heures.

Les observations effectuées par l'EAWAG à la Porte du Scex (programme national NADUF) ont été étendues, pour 1982, aux analyses de mercure à raison d'un échantillon moyen proportionnel au débit prélevé en continu tous les 15 jours.

Les prélèvements en continu hebdomadaires d'échantillons exécutés par l'entreprise LONZA en aval du site industriel de Viège ont fait l'objet d'analyses comparatives avec les Services cantonaux concernés dès le mois de novembre 1982, de sorte que ces résultats hebdomadaires peuvent également être intégrés à ce rapport.

Toutes les analyses sont faites sur des échantillons d'eau non filtrée.

2. RESULTATS

CANAUX AFFLUENTS (tableaux 1, 2, 3, figure 1)

Les résultats des analyses de mercure des eaux du canal de Turtig au pont de St-German montrent, malgré les rejets accidentels, que la situation est meilleure qu'en 1981. La moyenne annuelle des concentrations permet le calcul de la charge journalière, à partir du débit constant du canal qui est de 240'000 m³/j, soit 209 g/jour.

Il faut remarquer que la valeur extrême observée le 2 juin 1982 influence fortement la moyenne annuelle et la charge journalière calculée. Si l'on élimine cette valeur, nous obtenons une moyenne annuelle des concentrations de 0.41 µg/l et une charge journalière moyenne de 99 g.

Dès le 5 octobre 1982, les échantillons d'eau prélevés chaque semaine dans le canal de Turtig au lieu-dit "Kontrollhaus" (correspond au point 44 des analyses de sédiments) ont été acheminés simultanément vers deux laboratoires LONZA et le laboratoire cantonal valaisan pour analyses comparatives. Les résultats de ces comparaisons figurent au tableau 2 et montrent que les résultats des différents laboratoires sont concordants.

La figure 1 illustre les résultats des analyses hebdomadaires des eaux du canal. Cette figure montre que la période de curage du canal en juillet 1982 et quelques accidents mis à part, les objectifs de qualité des eaux fixés par l'Ordonnance fédérale de 1975 sont respectés.

La charge journalière moyenne en mercure des eaux du canal de Turtig, calculée à partir des valeurs hebdomadaires est de 156 g Hg/j. Cette valeur cerne de plus près la réalité que la valeur obtenue à partir des douze contrôles mensuels.

Les résultats des investigations mensuelles sur le canal d'Evionnaz, en aval de la zone industrielle ORGAMOL, figurent au tableau 3. Les valeurs sont comparables à celles de l'année précédente. Une faible charge en mercure, de l'ordre de 3 g/j, est mesurée, alors que les valeurs en cadmium et chrome restent insignifiantes. Le débit moyen du canal a été estimé à 13'000 m³/j.

Les résultats concernant la sortie de l'étang CIBA-GEIGY, à l'embouchure dans le Rhône, sont indiqués dans le tableau 4. Il faut noter une baisse de la teneur des eaux en mercure par comparaison avec l'année 1981. Pour ce qui concerne les autres paramètres, la qualité des eaux reste constante depuis plusieurs années. La charge moyenne en mercure est de 41 g/j, pour un débit de 80'000 m³/j, soit une diminution de plus de 35 % par rapport à 1981.

RHONE AMONT (figure 2)

La station fédérale de mesure de la Porte du Scex (point 38 des prélèvements de sédiments) prélève des échantillons proportionnels au débit qui sont analysés par période de 15 jours. Dans le cadre du programme d'investigations "NADUF", il a été possible d'inclure l'analyse de la teneur des eaux du Rhône en mercure, afin de disposer d'une formation globale supplémentaire au niveau de la détection de pollutions par les métaux lourds.

La figure 2 montre que les charges de mercure charriées par le Rhône sont indépendantes du débit et qu'elles ne sont pas liées, par conséquent, à une remise en suspension de sédiments lors de crues.

Il est par contre facile de lier les pointes observées aux événements accidentels et curages qui ont eu lieu sur le site industriel de Viège. Il faut toutefois remarquer que la valeur absolue des charges mesurées après ces événements à la Porte du Scex ne correspond pas à celles mesurées directement en aval du site concerné à la même période. C'est ainsi que durant les curages, la quantité de mercure analysée dans le canal de Turtig correspondait à une charge journalière moyenne de 3.4 kg, avec un maximum de 5.6 kg le 13 juillet 1982. En ajoutant les charges mesurées en aval des sites ORGAMOL et CIBA, on atteindrait une charge moyenne de 3.5 kg/j et non les 7.5 kg observés à la Porte du Scex comme valeur hebdomadaire moyenne.

Comme les charges minimales observées à la Porte du Scex sont du même ordre de grandeur que la charge naturelle déterminée dans le passé par l'Office fédéral de la protection de l'environnement, une pollution constante dans le temps qui s'ajouterait aux rejets connus est à exclure. L'origine de ces valeurs différentes est sans doute à rechercher au niveau de la prise d'échantillon des particules en suspension qui fixent une part importante de la charge mercurielle.

3. CONCLUSIONS

Les campagnes analytiques de détermination de la qualité du Rhône amont et de deux affluents ont mis en évidence une diminution de la charge mercurielle rejetée en 1982, par comparaison à l'année précédente.

Certains évènements accidentels ou interventions dans le lit du canal de Turtig ont été la cause de pointes de pollution par le mercure qui sont détectés sans peine au niveau de la station de prélèvement de la Porte du Scex. Les charges mercurielles mesurées à cette station sont toutefois plus importantes que la somme des charges rejetées connues, durant la même période.

L'origine de ces divergences est peut-être à rechercher dans le mode de prélèvement des particules en suspensions.

TABLEAU 1 - Concentration en métaux lourds des eaux du canal de Turtig au pont de St-Germain (point 8 des prélèvements de sédiments)

Date de prélèvement	Mercuré µg/l	Cadmium µg/l	Chrome VI µg/l	Chrome total µg/l
27.01.1982	0.48	< 1	< 5	< 5
22.02.1982	0.62	< 1	< 5	< 5
05.04.1982	0.69	< 1	< 5	< 5
27.04.1982	0.26	< 1	< 5	< 5
02.06.1982 *	5.96	< 1	< 5	< 5
30.06.1982	0.36	< 1	< 5	< 5
03.08.1982	0.13	< 1	< 5	< 5
01.09.1982	0.27	< 1	< 5	< 5
06.10.1982	0.50	< 1	< 5	< 5
02.11.1982	0.32	< 1	< 5	< 5
30.11.1982	0.25	< 1	< 5	< 5
12.01.1983	0.67	< 1	< 5	< 5
Moyenne annuelle	0.87 ± 1.61 0.41 ± 0.19 +	-	-	-
Charge kg/j	0.209 0.099 +	-	-	-

* rejet accidentel, voir figure 2

+ sans la valeur exceptionnelle du 02.06.1982

TABLEAU 2 - Analyses comparatives des eaux du canal de Turtig
(Kontrollhaus = point 44 des prélèvements de sédiments)

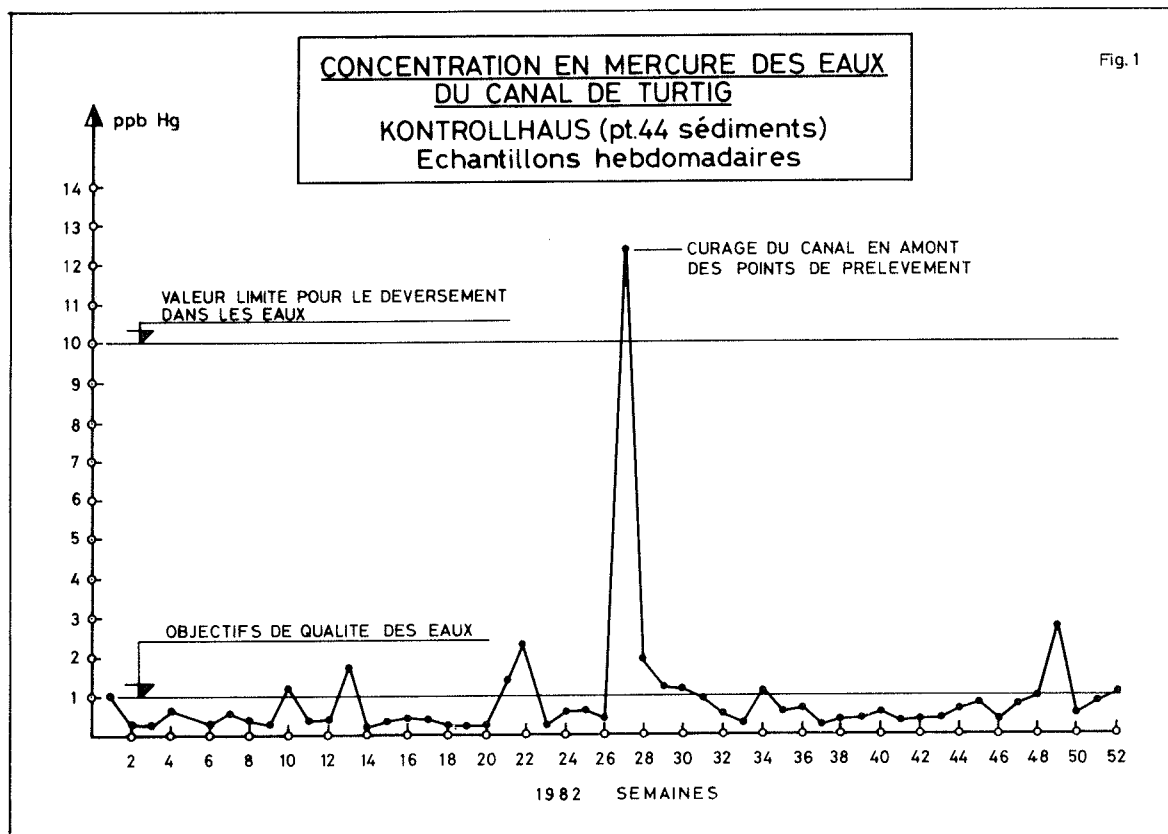
Période de prélèvement	Labo eaux usées LONZA µg Hg/l	Labo analyt. central LONZA µg Hg/l	Labo cant. valaisan µg Hg/l	\bar{M}	σ
05.10 - 01.11.82	0.42	0.26			
01.11 - 08.11.82	0.70	0.21			
08.11 - 15.11.82	0.80	0.36	0.52	0.56	0.22
15.11 - 22.11.82	0.36	0.20	0.26	0.27	0.08
22.11 - 29.11.82	0.80	0.40	0.61	0.60	0.20
29.11 - 06.12.82	1.00	0.90	0.23	0.71	0.42
06.12 - 13.12.82	2.70	2.50	1.89	2.36	0.42
13.12 - 20.12.82	0.52	0.80	0.49	0.60	0.17
20.12 - 27.12.82	0.88	1.00	0.79	0.89	0.11
28.12 - 02.01.83	1.08	0.90	0.70	0.89	0.19
03.01 - 10.01.83	0.78	0.60	0.49	0.62	0.15
10.01 - 17.01.83	0.42	0.25			

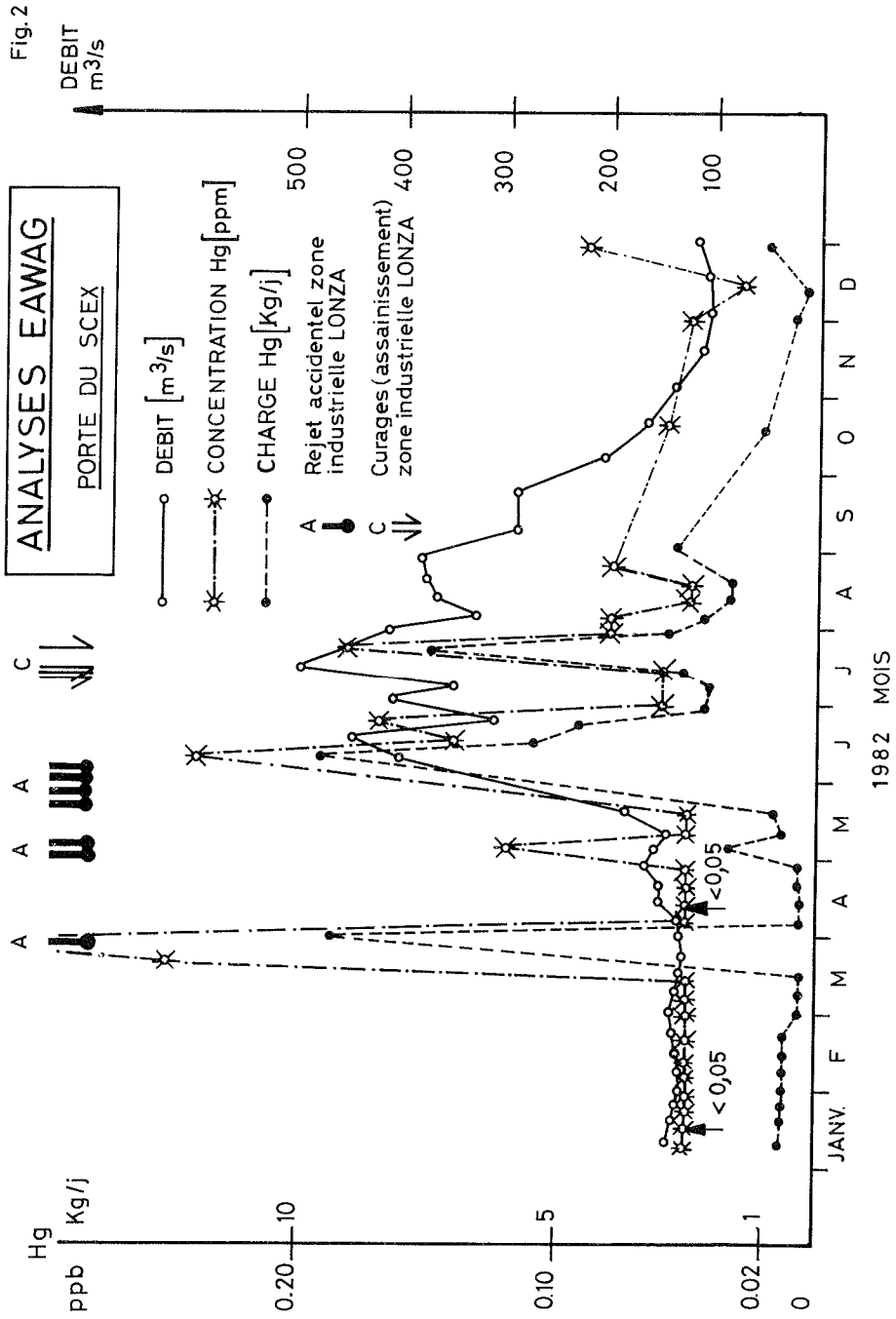
TABLEAU 3 - Concentration en métaux lourds des eaux du canal d'Evionnaz,
en aval du site industriel ORGAMOL

Date de prélèvement	Mercure µg/l	Cadmium µg/l	Chrome VI µg/l	Chrome total µg/l
26.01.1982	0.29	< 1	< 5	< 5
23.02.1982	0.47	< 1	< 5	< 5
02.04.1982	0.20	< 1	< 5	< 5
26.04.1982	0.55	< 1	< 5	< 5
01.06.1982	0.10	< 1	< 5	< 5
28.06.1982	0.46	< 1	< 5	< 5
29.07.1982	0.14	< 1	< 5	< 5
31.08.1982	0.26	< 1	< 5	< 5
05.10.1982	0.14	< 1	< 5	< 5
03.11.1982	0.17	< 1	< 5	< 5
29.11.1982	0.15	< 1	< 5	< 5
11.01.1983	0.20	< 1	< 5	< 5
Moyenne annuelle	0.26 ± 0.16	-	-	-
Charge kg/j	0.003	-	-	-

TABLEAU 4 - Concentration en métaux lourds des eaux à la sortie de l'étang CIBA-GEIGY

Date de prélèvement	Mercuré µg/l	Cadmium µg/l	Chrome VI µg/l	Chrome total µg/l
26.01.1982	0.16	< 1	< 5	< 5
23.02.1982	0.24	< 1	< 5	< 5
02.04.1982	0.15	< 1	< 5	< 5
26.04.1982	1.54	< 1	< 5	< 5
01.06.1982	0.47	< 1	< 5	< 5
28.06.1982	0.73	< 1	< 5	< 5
29.07.1982	0.29	< 1	< 5	< 5
31.08.1982	0.23	< 1	< 5	< 5
05.10.1982	0.65	< 1	< 5	< 5
03.11.1982	0.59	< 1	< 5	< 5
29.11.1982	0.76	< 1	< 5	< 5
05.01.1983	0.25	< 1	< 5	< 5
Moyenne annuelle	0.51 ± 0.40	-	-	-
Charge kg/j	0.041	-	-	-





CONTAMINATION PAR LES METAUX LOURDS DES SEDIMENTS
DES AFFLUENTS SUISSES DU LEMAN ET DES RIVIERES DU CANTON DE GENEVE

CAMPAGNE 1982

PAR

MONIQUE VIEL ET JEAN-PIERRE VERNET
LABORATOIRE DE LIMNOGEOLOGIE GENEVE

RESUME

La campagne organisée en 1982 répète celle de 1976, avec toutefois une plus grande densité de points (340). La plupart des cours d'eau ont été échantillonnés entre mi-juin et mi-juillet en période de basses-eaux. L'Arve et le Rhône aval ont été prélevés en octobre.

Dans la plupart des cas, on retrouve les contaminations importantes relevées ces dernières années sur ces rivières. Le mercure reste le polluant majeur, mais ses teneurs ont cependant diminué. Le cuivre caractérise les pollutions agricoles diffusées.

La diminution de la contamination de la Chamberonne est à souligner. La Venoge présente toujours dès l'aval de Cossonay une pollution polymétallique inquiétante. Le Vengeon reste fortement contaminé, et l'Arve aval se caractérise encore par une pollution cadmique non négligeable.

La pollution des rivières de l'extrémité orientale du Léman reste faible.

1. INTRODUCTION

La campagne de 1982, qui totalise 340 échantillons, reprend l'échantillonnage des mêmes rivières qu'en 1976 avec toutefois une plus grande densité de points et une meilleure stratégie de prélèvement basée sur les résultats obtenus précédemment. Cette campagne a comme premier but de définir les tendances évolutives des contaminations métalliques dans les différents cours d'eau entre ces deux périodes. Il est clair que pour les rivières examinées en 1977, 1978, 1979 et 1980, nous pourrions mieux préciser ces tendances.

Toutes les rivières ont été échantillonnées en période d'étiage pour faciliter les prélèvements et l'inventaire des zones contaminées. Ainsi, pour l'Arve et le Rhône aval, la campagne s'est déroulée en octobre, pour les autres rivières entre mi-juin et mi-juillet.

Comme pour les années précédentes, l'analyse des éléments traces a été conduite sur les fractions limoneuses et argileuses (0 - 63 μ) afin de diminuer l'impact de la granulométrie. Au dosage des carbonates et de la matière organique est adjoint l'analyse de certains éléments majeurs (aluminium, fer, potassium, azote, magnésium). L'analyse des éléments traces, à l'exception du mercure et du cadmium, et celle des éléments majeurs a été effectuée sur un autre équipement (spectrographie d'émission plasma, I.C.P.) que celui de 1976 (spectrométrie d'émission à arc électrique). Rappelons que pour les années suivant 1976, les analyses ont été effectuées sur le spectromètre du B.R.G.M. (émission à arc électrique). Des tests d'homogénéité réalisés en réanalysant des échantillons de la campagne 1976 (24 échantillons) montrent que malgré une assez bonne corrélation entre les résultats donnés par les deux appareils, les droites de régression ne passent pas par l'origine. De ce fait, nous avons été contraints - pour rendre

comparable l'étude menée en 1982 avec celles réalisées entre 1976 et 1980 - de redéfinir les teneurs naturelles de ces différents éléments. Les comparaisons des résultats entre 1982 et 1976, d'une part et entre 1982 et 1977, d'autre part doivent donc être basées non pas sur les valeurs absolues mais plutôt sur les rapports valeurs absolues / valeurs naturelles.

2. TENEURS NATURELLES ET ESTIMATION GLOBALE DU DEGRE DE CONTAMINATION DES RIVIERES (A L'EXCEPTION DU RHÔNE AMONT)

La table 1 présente pour 16 éléments traces, leur teneur naturelle et leur variation moyenne et maximale en regard de cette teneur. Les valeurs de ces rapports calculés d'après les résultats de la campagne 1976 sont aussi rappelées dans ce tableau.

Pour redéfinir la teneur naturelle des éléments tels que plomb, manganèse, cuivre, zinc, nickel, cobalt, chrome, vanadium, strontium, étain, baryum, bore, argent et arsenic, nous avons repris la méthode basée sur l'étude de leurs distributions statistiques (ou histogrammes), méthode préconisée par DAVAUD (1976). Quelques histogrammes présentés à la figure 1 illustrent ce procédé.

De l'examen des différents taux de contamination (T/TN), il apparaît clairement que le mercure et le cadmium restent les contaminants principaux de ces rivières bien que la pollution par le mercure semble s'infléchir par rapport aux résultats de 1976.

Pour le zinc et le cuivre, l'ordre s'est inversé entre ces deux années. Pour des éléments comme le plomb, l'étain, l'argent, les taux moyens de contamination sont toujours inférieurs à 2, mais les taux maximaux peuvent atteindre 20 à 50 fois la teneur naturelle. Pour les autres éléments (manganèse, nickel, cobalt, chrome, vanadium, strontium, baryum, bore) les taux sont toujours très bas et leurs maxima ne dépassent jamais 5 fois leurs teneurs naturelles. Seuls le vanadium, le strontium et le nickel peuvent être considérés comme non polluants sur l'ensemble du bassin.

3. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES CONTAMINATIONS

Les cartes des figures 2a à 2p présentent la répartition des polluants majeurs dans les rivières étudiées. Rappelons que le diamètre des cercles est une fonction logarithmique du rapport valeur observée/teneur naturelle et que seuls les points présentant des teneurs supérieures à 2 fois la teneur naturelle sont figurés en noir. Pour des commodités de dessin, nous avons séparé les rivières du canton de Genève de celles des cantons de Vaud et Valais.

Quoique les cartes reproduites soient suffisamment explicites, nous avons commenté les résultats de beaucoup de ces rivières, en soulignant les similitudes en regard des résultats de 1976 à 1980.

CANTON DE GENEVE

. *La Versoix*

La contamination de cette rivière est faible, à l'exception des teneurs anormales en mercure (4 à 12 x T.N.). L'impact de la station d'épuration de Divoine apparaît faible sur les sédiments de la rivière.

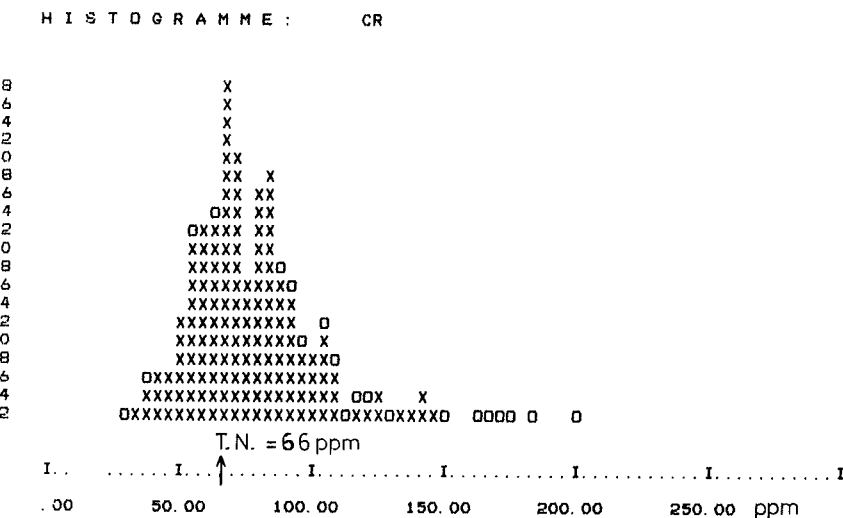
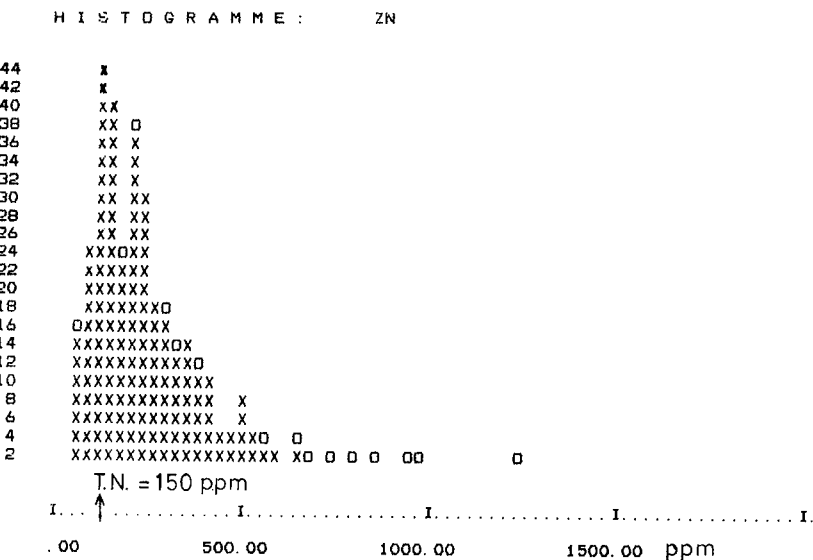
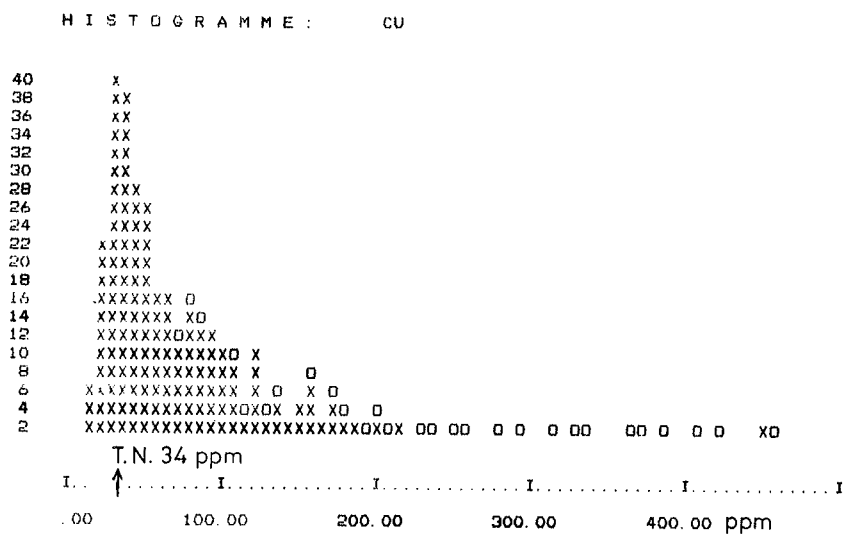
. *Le Vengeron et le Gobé*

Ces deux rivières sont toujours caractérisées par des pollutions mercurielle, cadmique et argentifère importantes en relation avec les deux stations d'épuration installées sur leurs cours. Comme en 1977, 1978 et 1980, le cadmium présente un maximum à l'aval de la station d'épuration du Vengeron (3.33 ppm). Les rejets en zinc et en cuivre sont moins bien localisés et ces éléments augmentent déjà à l'aval de Vireloup (Gobé).

TABLE 1 - Estimation globale du degré de contamination des rivières

Eléments (ppm)	1982						1976		
	Teneur moyenne	Ecart- type	Teneur maximale	Teneur natu- relle	Teneur moyenne/ Teneur natu- relle	Teneur maxi- male/ Teneur natu- relle	Teneur natu- relle	Teneur moyen- ne / Teneur natu- relle	Teneur maxima- le / Teneur natu- relle
Plomb	75	109	1850	38	1.97	49.0	50	1.5	8.9
Mercuré	0.22	0.40	4.37	0.05	4.4	87.4	0.05	7	388
Manganèse	687	308	3680	600	1.14	6.1	500	1.2	3.8
Cuivre	94	105	943	34	2.8	27.7	50	2	20
Zinc	268	250	3770	150	1.8	25.1	100	2.3	10.5
Nickel	49	22	97	40	1.2	2.4	50	1	2.5
Cobalt	16	7	61	15	1.06	4.06	10	1	2.5
Chrome	81	27	208	66	1.2	3.15	50	1.7	5.3
Cadmium	0.92	2.23	34.4	0.3	3.06	115.0	0.3	3.3	49
Vanadium	72	13	116	65	1.1	1.8	50	1.3	2.5
Strontium	154	48	314	130	1.2	2.4	250	1.1	2.7
Étain	14	21	382	12.5	1.1	30.6	10	1.3	7.5
Baryum	231	89	629	175	1.3	3.6	250	1.4	4.4
Bore	31	16	98	25	1.2	3.9	70	1	2.1
Argent	1.12	1.44	14.2	0.7	1.6	20.3	-	-	-
Arsenic	34	12	80	25	1.4	3.2	-	-	-

Figure 1 - Histogrammes



Tout au long du cours de ces deux rivières, les teneurs en chrome sont toujours supérieures à la normale et le maximum se rencontre à l'amont du Gobé (3.4 x) en relation avec un sédiment moins riche en carbonates et plus riche en cobalt et en vanadium.

L'Hermance

Comme en 1976, la contamination de cette rivière est faible.

Le Nant d'Aisy

Les sédiments de ce petit cours d'eau enregistrent une contamination peu élevée par le mercure, cadmium, plomb et argent qui s'accroît toutefois après la traversée de Corsier et à l'aval de la station d'épuration.

L'Arve et ses affluents

- Les sédiments du *Foron* sont pauvres en métaux, à l'exception d'une anomalie en argent dans son cours amont.
- Le problème principal de la *Seïmaz* réside toujours dans les fortes teneurs en cadmium mesurées en aval de Chêne-Bourg (≈ 2 ppm). En parallèle, on note aussi dans cette zone des teneurs plus élevées en plomb, mercure et cuivre. Une forte concentration cuprique est enregistrée dans le ruisseau qui draine le coteau de la Praille d'Amont couvert de vignoble.
- La contamination par le mercure, le cadmium, le cuivre et le plomb des sédiments de la *Drize* se marque toujours dès Troinex en s'accroissant vers l'aval.
- La pollution de l'*Aire* par le mercure et le cadmium à l'aval de St-Julien reste importante mais toutefois plus faible qu'en 1977, 1978 et 1980 (VIEL et al, 1981). L'impact de la station d'épuration de Bernex n'est pas sensible. Plus à l'aval, on note que l'affluent de l'*Aire* des fortes teneurs en cadmium (4 x), zinc (4 x), cuivre (3.6 x) et mercure (7 x).
- On retrouve sur le cours aval de l'*Arve*, comme en 1977 et 1978 une contamination uniforme par le cadmium (10 x). La contamination par le chrome de l'*Arve* n'a pas été détectée au niveau des sédiments. Il semble donc que la forme du chrome hexavalent qui est très soluble ne se fixe pas sur les sédiments et de ce fait échappe à notre type d'analyse. Au point proche de l'embouchure de la *Seïmaz*, plomb, mercure, cuivre, zinc, chrome et argent sont présents en teneurs anormales marquant, sans doute, l'impact de cette rivière ou celui de la station d'épuration située juste en amont.

Le Rhône aval et ses affluents

- Les *Nants de la Noire* et d'*Avanchet* situés dans des zones urbaines et industrielles présentent toujours des sédiments enrichis en métaux lourds. Sur le *Nant d'Avanchet*, le point le plus contaminé (cadmium, zinc, plomb, mercure, chrome), est situé à l'aval de Cointrin en liaison avec des sorties d'égout.
- Le *Nant d'Avril* qui coule dans une zone déjà moins urbanisée présente des teneurs anormales en métaux, surtout en chrome et en argent; situation déjà enregistrée en 1978. L'enrichissement en cuivre s'explique par le drainage du vignoble.
- Dans le cours amont de l'*Allondon*, les sédiments sont enrichis en plomb, mercure (13 x) et cadmium en relation avec les rejets d'une station d'épuration. Sur le reste de son cours, les teneurs en métaux lourds sont beaucoup plus faibles. Le *Nant de l'Ecrâ* présente encore des teneurs trop élevées en cuivre (5 x).
- La *Laine* est toujours aussi peu contaminée.
- L'*Eau Morte* : La pollution à l'aval de Laconnex persiste (mercure, plomb, argent, cadmium). Il est surprenant que les teneurs des sédiments prélevés à l'amont de la station d'épuration soient supérieures à celles des sédiments recueillis à l'aval. A la hauteur du village d'Eau Morte, on observe une diminution des teneurs qui s'accroît jusqu'à l'embouchure.
- Le *Rhône* : sur ce fleuve, seul le cadmium est présent en teneurs élevées (3 à 25 x) et principalement vers l'usine de Givaudan; l'impact de la station d'épuration d'Aire apparaît plus faible.

CANTONS DE VAUD ET VALAIS

Nous pouvons distinguer trois groupes de rivières :

1. les petites rivières de la Côte et de Lavaux (jusqu'à Rivaz) qui se caractérisent essentiellement par des teneurs en cuivre trop élevées, sauf pour celles situées dans des zones industrielles, tel que le *Bief* qui est aussi pollué par du mercure, du plomb, du cadmium.
2. les affluents de l'extrémité orientale du lac dont les faibles teneurs en métaux lourds sont remarquables, à l'exception de l'*Ognogna*, où on note une contamination par du plomb, mercure, cadmium, zinc et cuivre à l'aval de Blonay qui s'accroît à son embouchure, et du *Ruisseau de la Maladaine*.
3. les affluents principaux situés entre Nyon et Lausanne qui sont toujours contaminés à des degrés et des amplitudes variables. Sur la table 2, nous avons reporté les taux de contamination moyens de quelques traces enregistrées sur ces cours d'eau depuis 1977 :

. *L'Asse*

On remarque encore l'augmentation des teneurs en mercure dans la traversée de Nyon, et principalement à son embouchure. L'impact de la station d'épuration de Gingins se marque par une augmentation en carbone organique, en mercure (12 x), en cadmium (4 x) et en zinc (3.5 x).

. *La Promenthouse*

A l'inverse des années précédentes, la *Serine* n'enregistre plus de teneurs anormales en métaux lourds. Le seul problème latent apparaît l'augmentation du cuivre à la hauteur de Begnins qui se suit jusqu'à l'embouchure. Ses deux autres affluents, le *Ruisseau de Cordex* et la *Colline*, présentent des teneurs plus anormales en mercure et en cadmium. Pour le premier, le problème se situe plutôt en amont de son cours, pour le deuxième, il s'accroît de l'amont vers l'aval.

. *L'Aubonne*

Le problème que nous avons souligné sur le *Flumeau* (Lavigny) les années précédentes est cette année de plus faible ampleur, mais les teneurs en mercure et en cadmium sont encore anormales. Les rejets des deux stations de St-George et de Gimel en amont de la *Saubrette* sont toujours remarquables. A l'aval de Bière, on constate encore un enrichissement en matière organique, en mercure, en plomb, en zinc et en cadmium. Sur le cours aval de l'*Aubonne*, à la hauteur de La Vaux, le cuivre atteint une contamination de 547 ppm, à l'heure actuelle nous n'avons pas défini l'origine de cette pollution.

. *La Morges et le Boiron*

Ces deux affluents sont les seuls parmi les importants de cette zone à présenter de faible taux de contamination, sauf pour le cuivre. Un affluent du *Boiron*, le *Pontet*, présente un léger enrichissement en mercure et en cadmium en aval de Lully.

. *La Venoge et ses affluents*

Ils ont été tout particulièrement étudiés et leur échantillonnage est plus complet que ceux des années précédentes.

- a. Sur le cours principal de la Venoge, on observe toujours une contamination polymétallique à la hauteur de Cossonay qui se suit jusqu'à l'embouchure. Les concentrations mesurées à la hauteur de l'usine d'incinération de Penthaiz sont toujours exceptionnelles (mercure : 3.5 ppm, cadmium : 34.4 ppm). Cette zone a d'ailleurs fait l'objet de trois autres prélèvements au cours de l'année 1982 dont les résultats sont présentés dans un chapitre ultérieur.

Sur le cours aval de la Venoge, d'autres points sont à signaler :

Table 2 - Taux moyens de contamination

Asse

Elément	1977	1978	1979	1982
Pb	2.8	1.9	1.4	1.0
Hg	7.4	7.4	5.0	8.0
Cu	1.6	1.2	0.9	1.6
Zn	1.9	2.1	2.5	1.4
Cd	2.1	3.6	1.4	1.3

Promenthouse

Elément	1977	1978	1979	1982
Pb	1.95	1.3	1.3	1.1
Hg	3.5	2.4	3.0	2.6
Cu	2.0	2.1	2.7	2.5
Zn	2.2	1.6	2.9	1.5
Cd	2.5	2.2	1.5	1.6

Aubonne

Elément	1977	1978	1979	1982
Pb	2.3	1.7	1.8	1.1
Hg	4.9	7.8	6.9	4.3
Cu	2.3	1.3	1.6	2.6
Zn	1.5	1.6	2.2	2.0
Cd	1.2	1.6	2.5	1.6

Venoge

Elément	1977	1978	1979	1982*
Pb	2.8	3.7	4.8	3.4
Hg	4.0	6.8	9.0	8.0
Cu	4.1	6.1	4.2	4.0
Zn	1.9	3.1	4.3	3.1
Cd	4.4	9.9	11.8	15.2

* moyenne échantillons prélevés
sur le cours principal

Chamberonne

Elément	1977	1978	1979	1982
Pb	7.4	5.2	4.6	2.2
Hg	5.7	7.2	8.0	3.5
Cu	4.1	3.4	4.0	2.3
Zn	4.6	5.6	6.9	2.3
Cd	5.7	7.4	4.2	2.9

- à l'aval de Vufflens
- dans le bras de faible débit qui draine la zone industrielle de Vimoulins
- sous l'autoroute (égouts)
- à l'embouchure où on relève une teneur élevée en cadmium (10 ppm) difficile à expliquer.

En amont de Cossonay, les stations d'épuration de l'Isle et de la Sarraz se caractérisent par de faibles rejets en métaux lourds.

b. Affluents de la Venoge :

- Le *Veyron* ne présente pas de teneurs élevées en métaux lourds.
- Sur le ruisseau qui draine le coteau de Daillens, on ne relève aucune anomalie.
- Les deux petites stations d'épuration sur la *Senoge* expliquent les teneurs relativement élevées en cadmium, en zinc et en cuivre mesurées sur son cours.
- Sur le petit cours d'eau du lieu-dit la *Fara*, affluent du *Vaube*, est enregistrée une contamination importante par le cadmium (16 ppm) et l'argent (142 ppm) qui se répercute sur les sédiments du *Vaube*.
- L'égout qui se jette dans le *Nèziau* à la hauteur de Romanel sur Morges n'enrichit les sédiments qu'en matière organique.

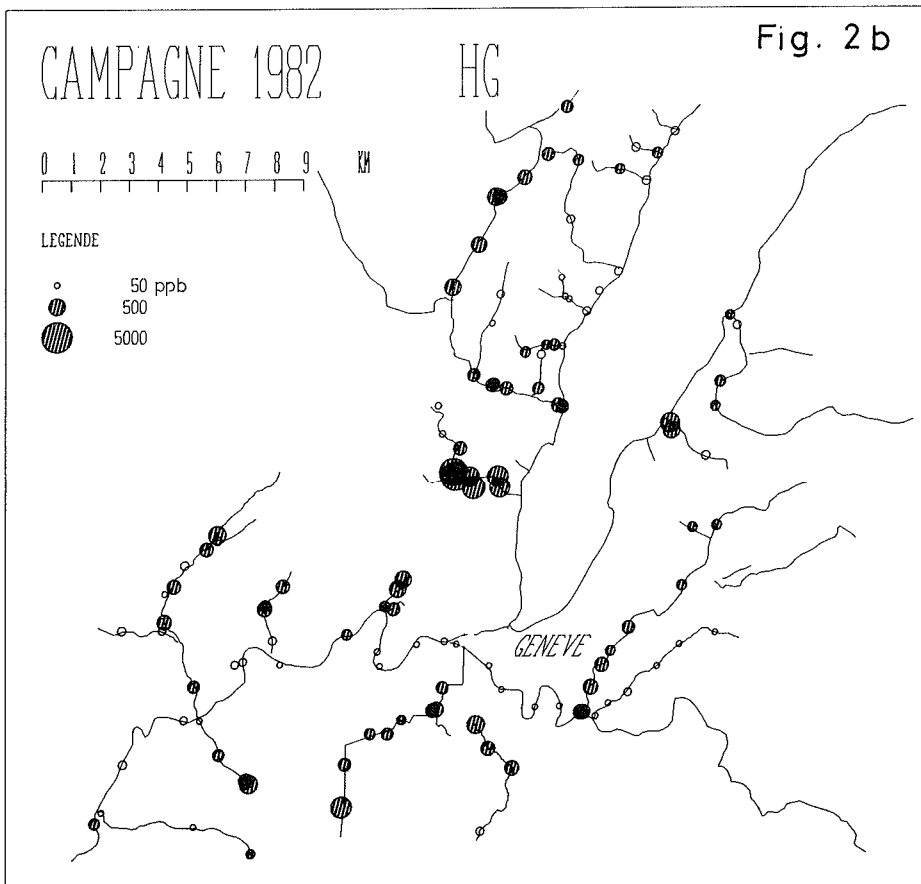
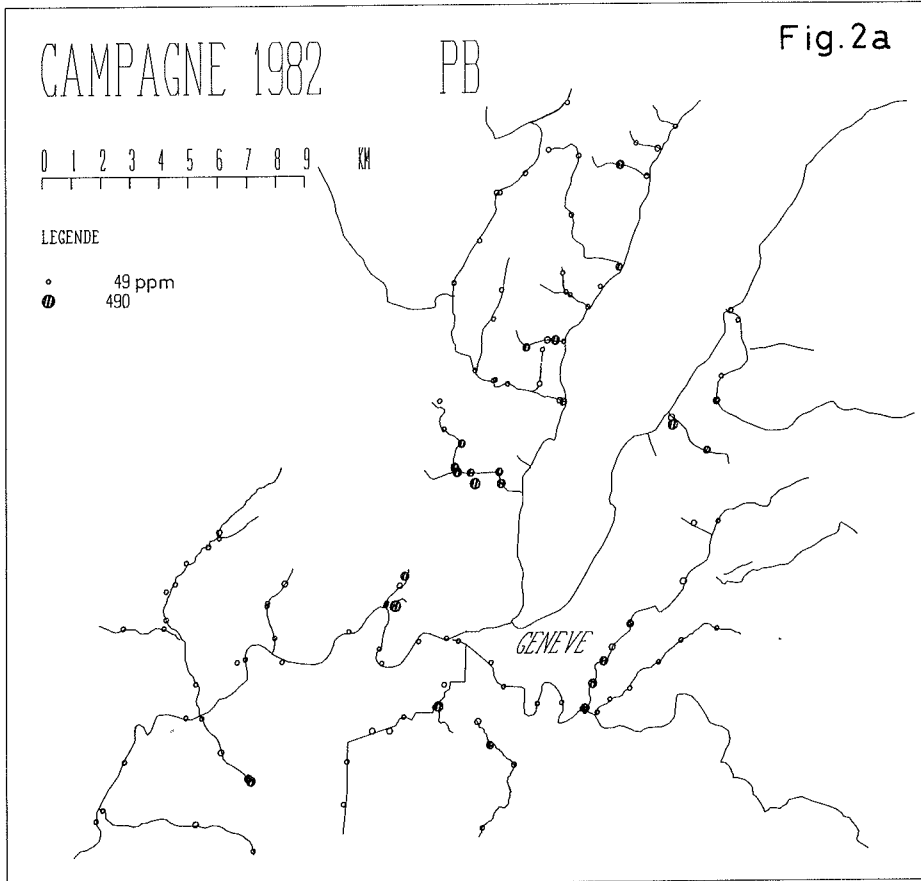
Les rivières de la zone urbaine lausannoise

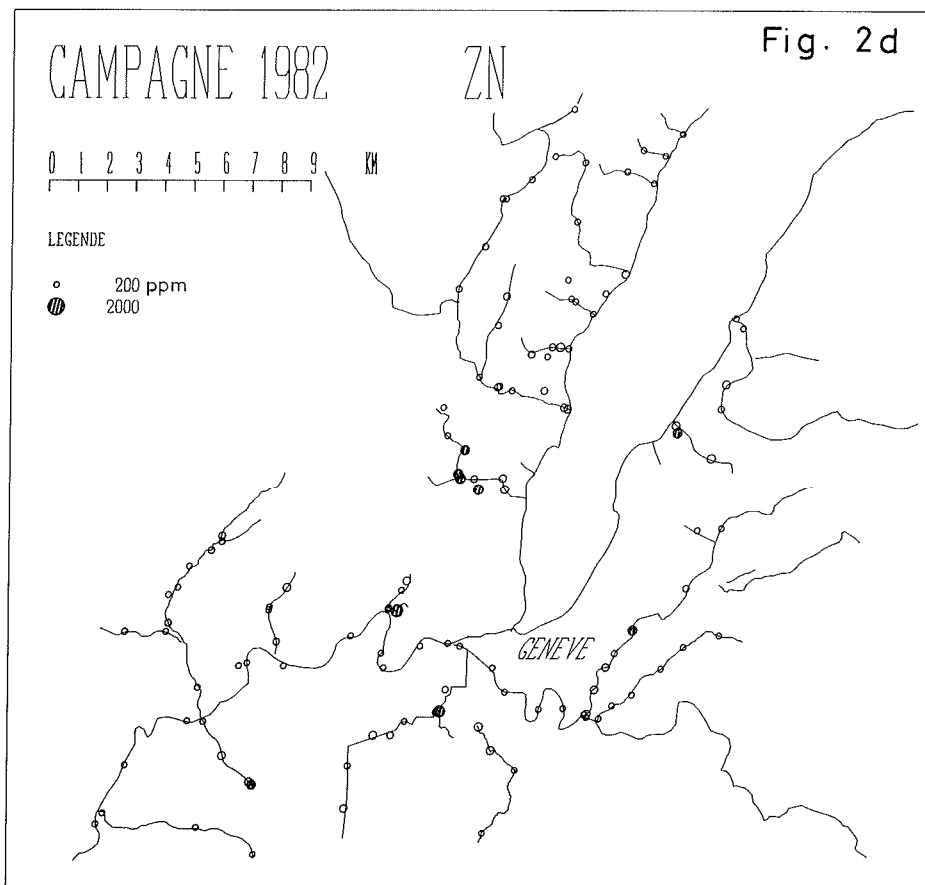
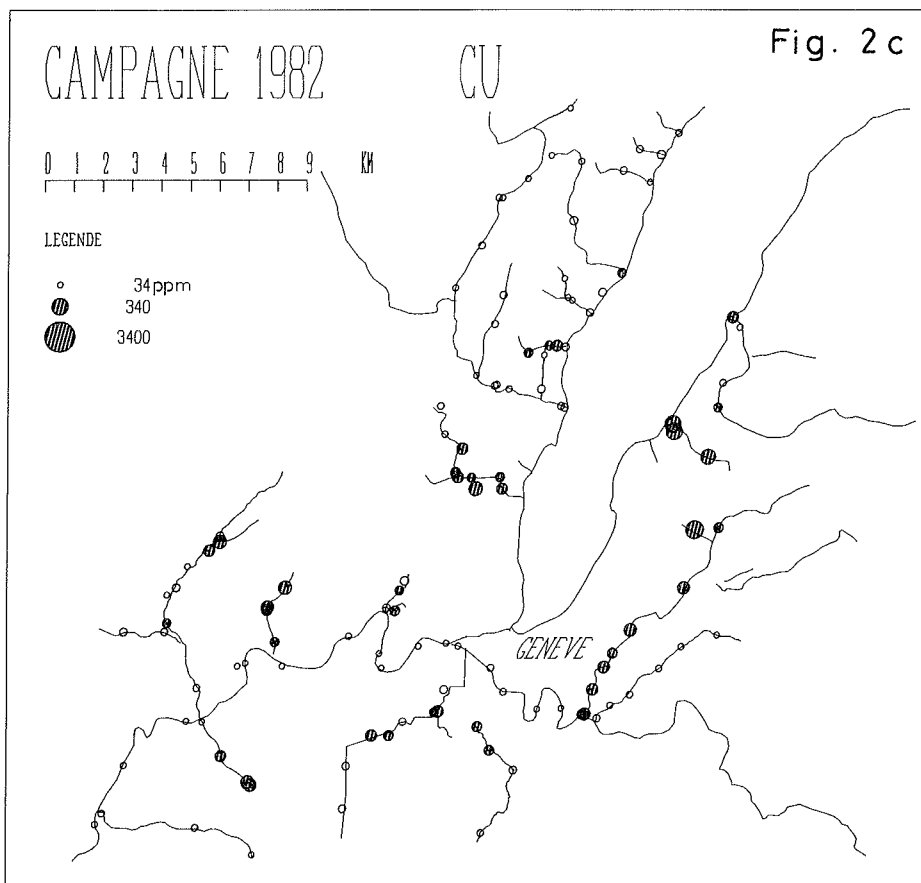
a. La *Chamberonne* et ses affluents la *Sorge* et la *Mèbre*

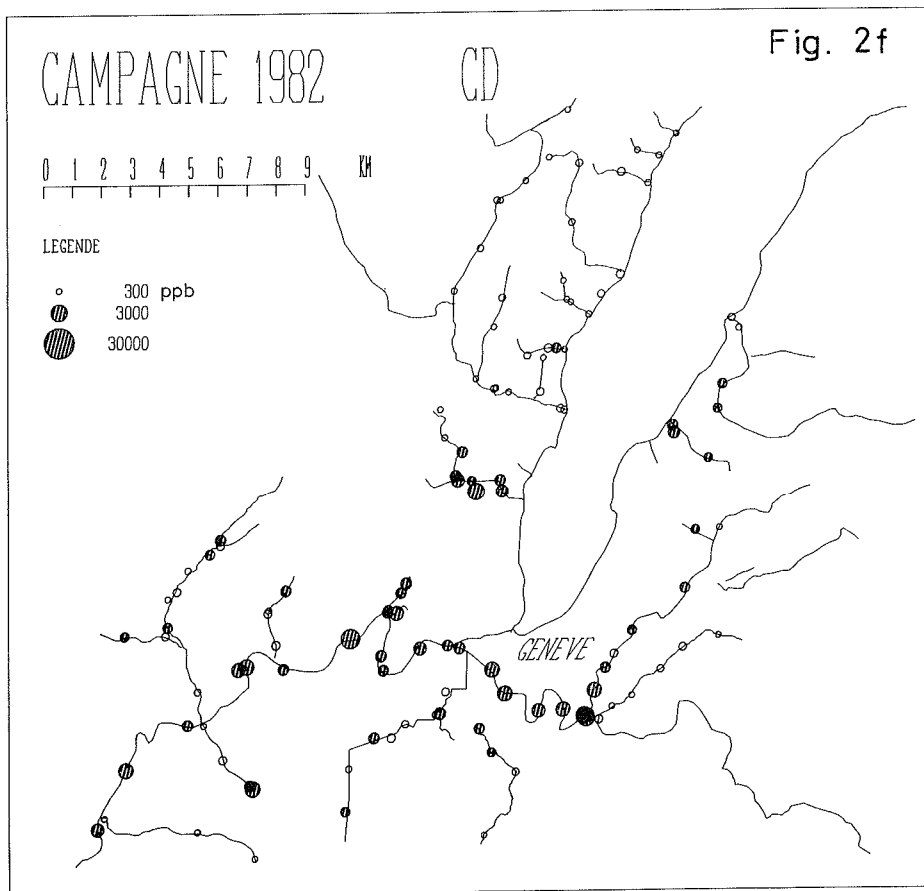
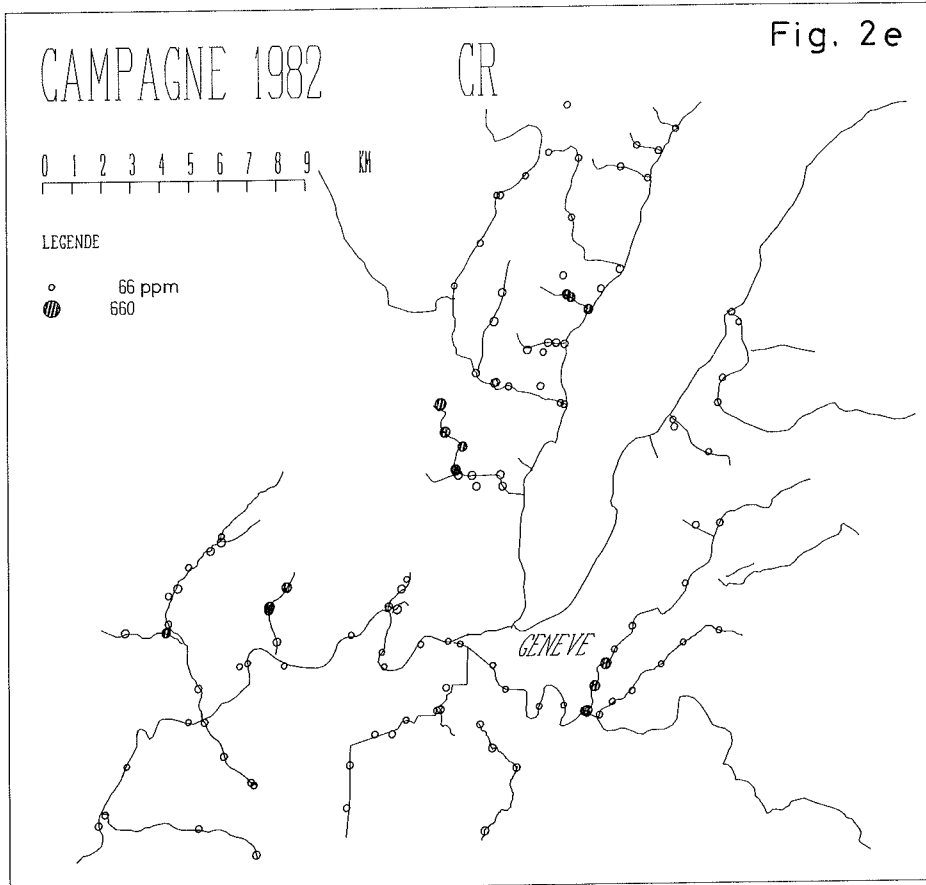
- La *Sorge* présente un enrichissement notable en plomb, cadmium et argent à l'aval de Bassenges, le mercure est élevé seulement à la hauteur de sa confluence avec la *Mèbre*.
- La *Mèbre* apparaît plus contaminée et à la hauteur de Cheseaux on enregistre déjà un rejet, ainsi que dans un petit affluent voisin des Biolettes. Sur un autre affluent, le *Petauze*, on note une accumulation en cadmium, zinc, cuivre et plomb. Toutes les teneurs en éléments traces augmentent à l'aval de Renens.

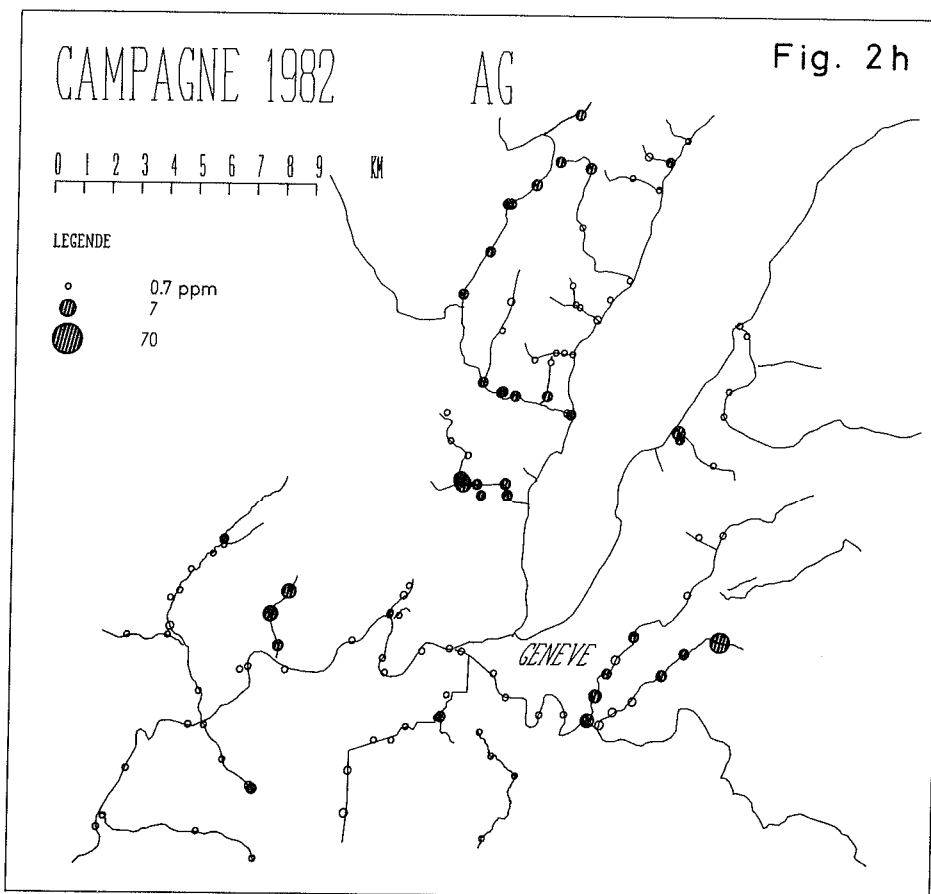
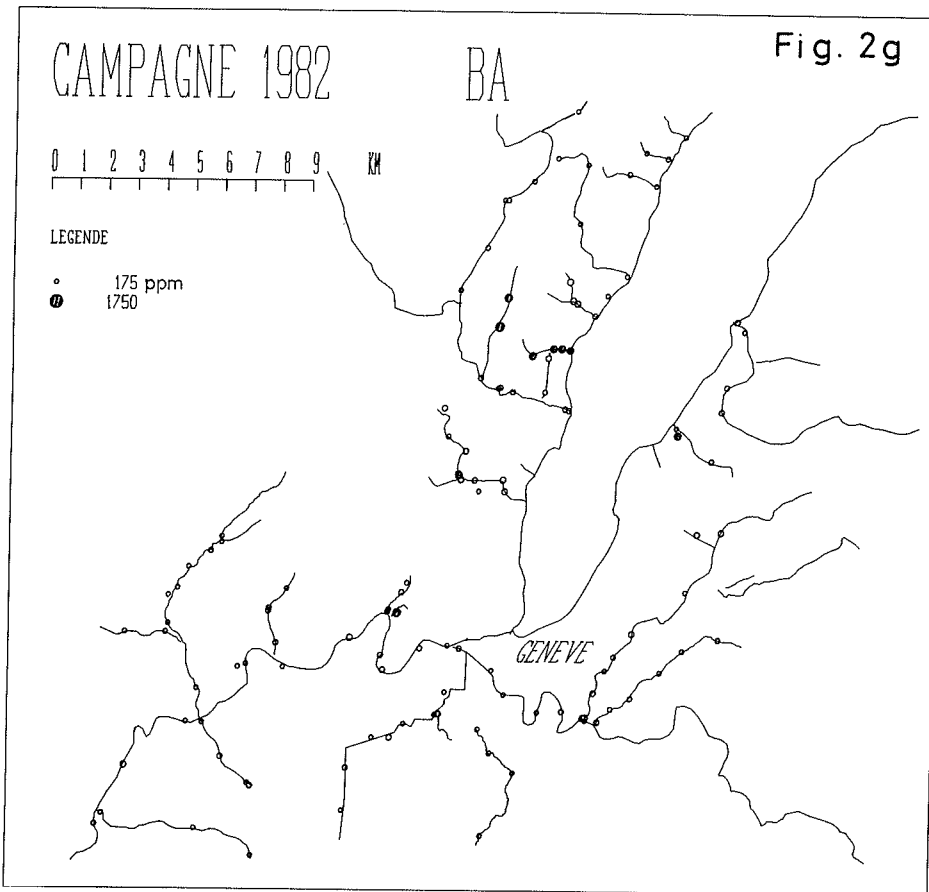
Il faut souligner que les pollutions de ces deux rivières, en particulier la *Sorge*, présentent un net fléchissement comme l'indique la diminution des taux moyens de contamination (table 2).

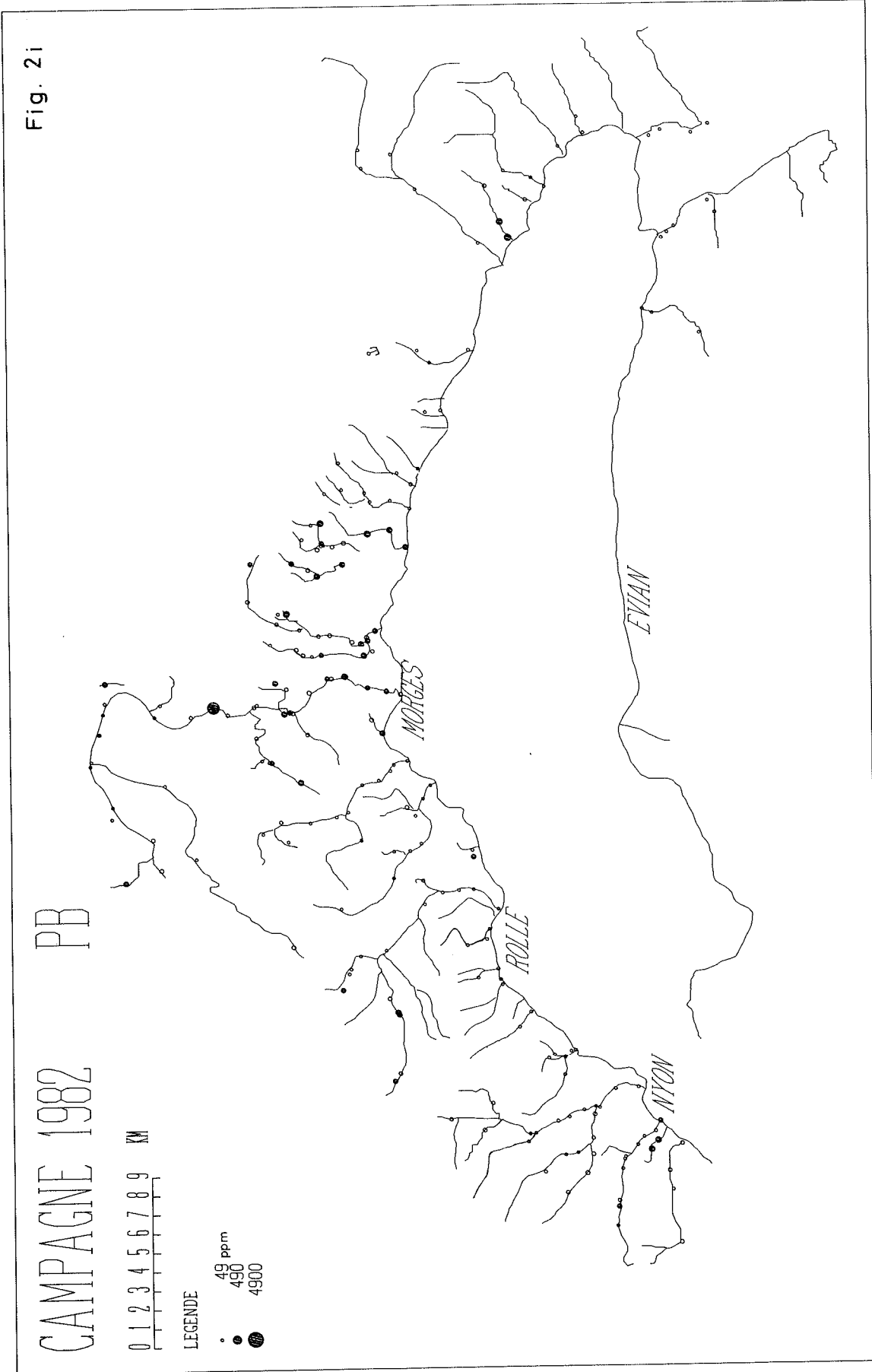
- b. Le *Petit Flon* présente toujours une pollution polymétallique qui s'accroît de l'amont vers l'aval. Sur le *Flon*, on relève des teneurs anormales en cadmium sur les deux affluents amont; vers l'aval, on observe plutôt une dilution des teneurs.
- c. La *Vuachère* enregistre à la hauteur de Chailly l'existence d'un rejet de mercure (23 x), de plomb (4.8 x) et de cadmium (4.6 x), à son embouchure les teneurs sont nettement plus faibles.

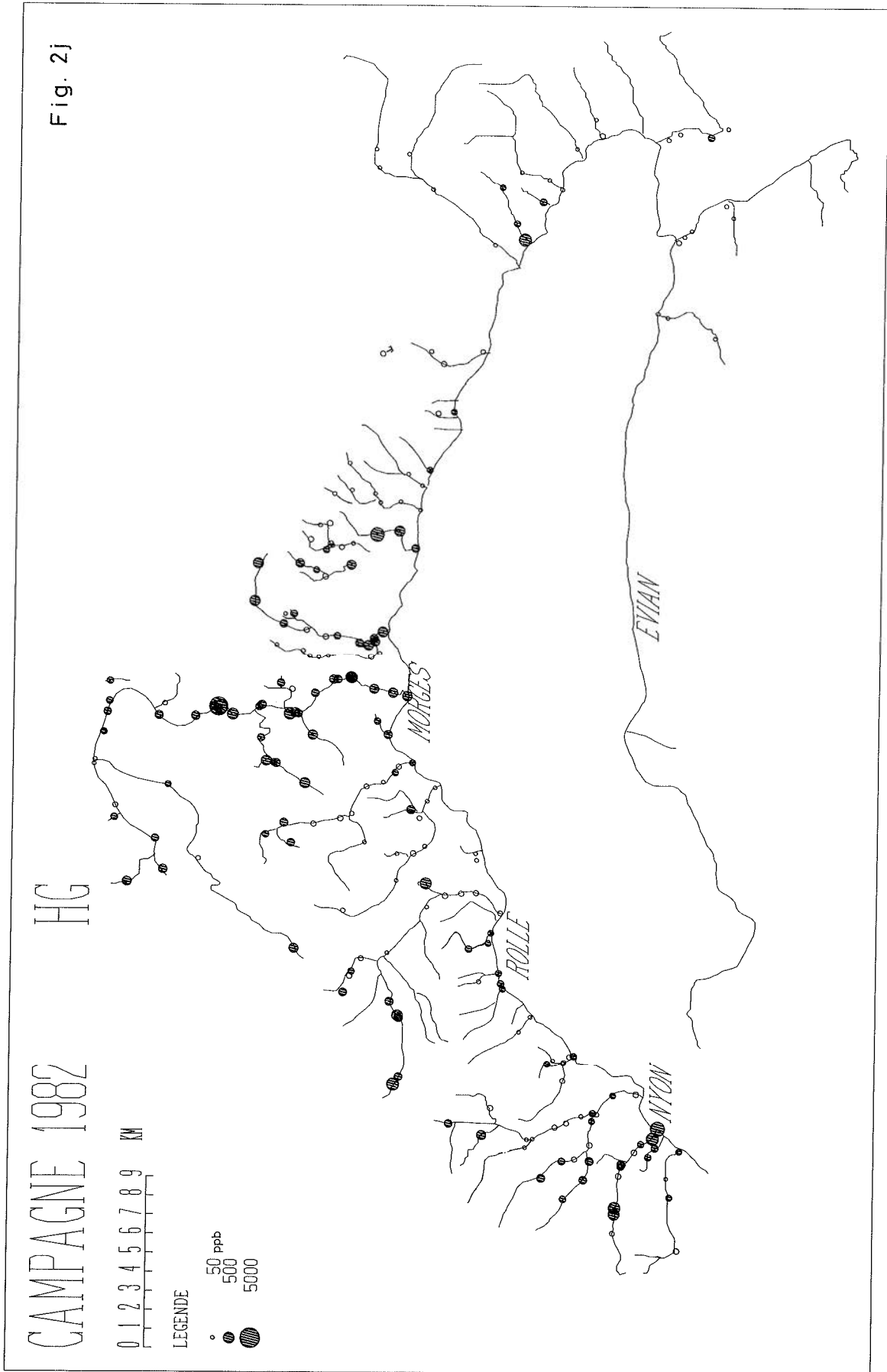


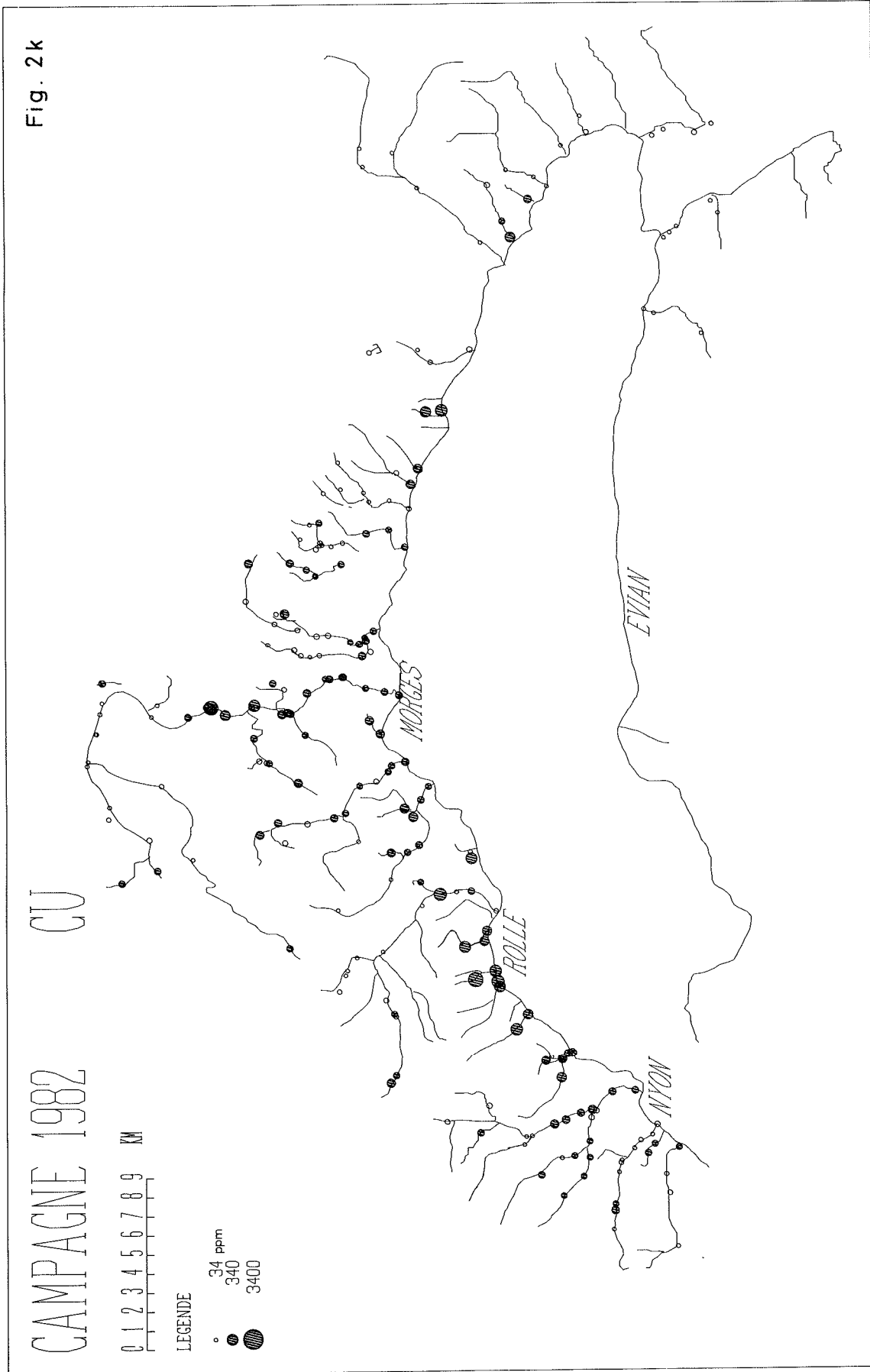












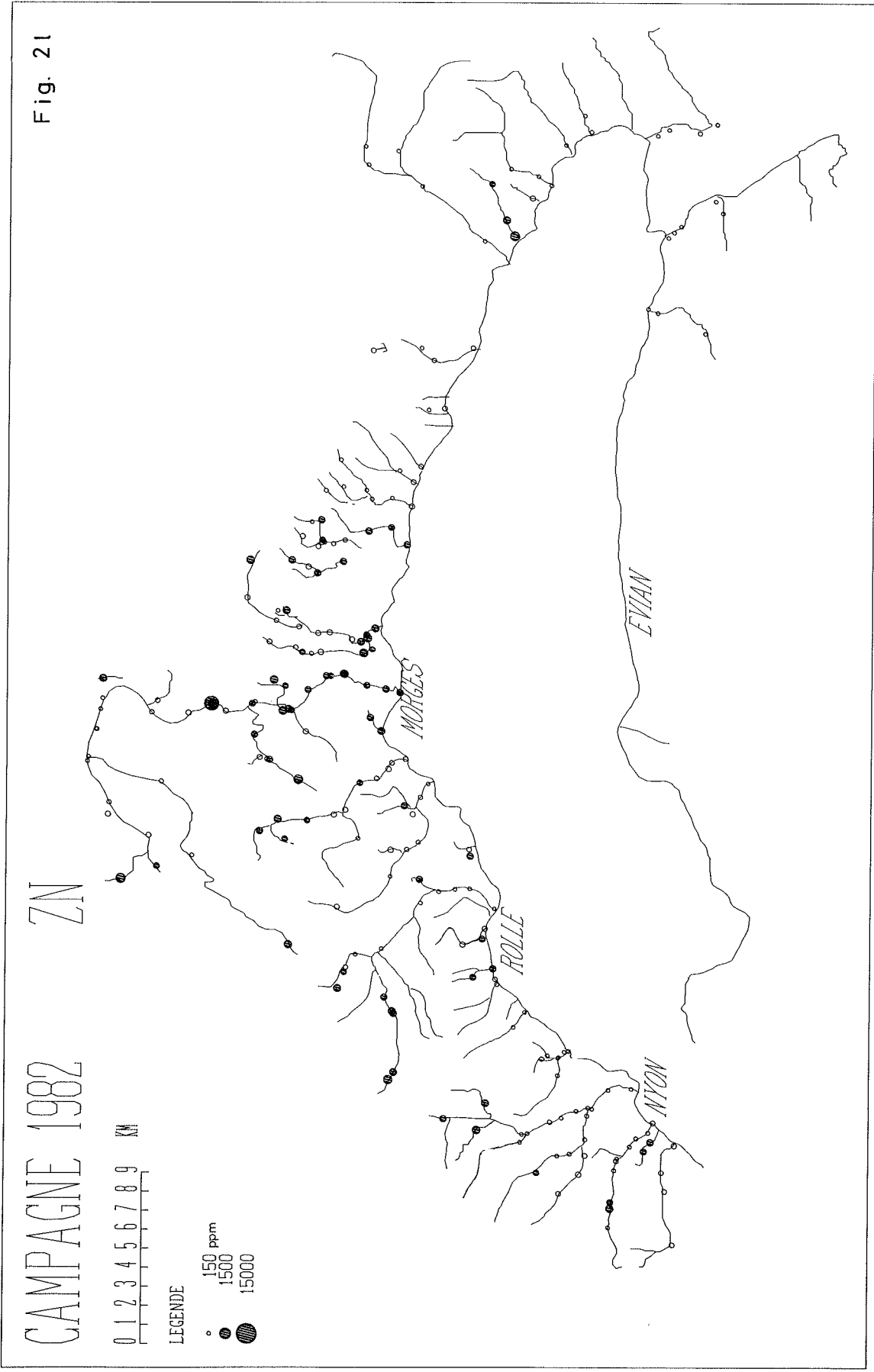
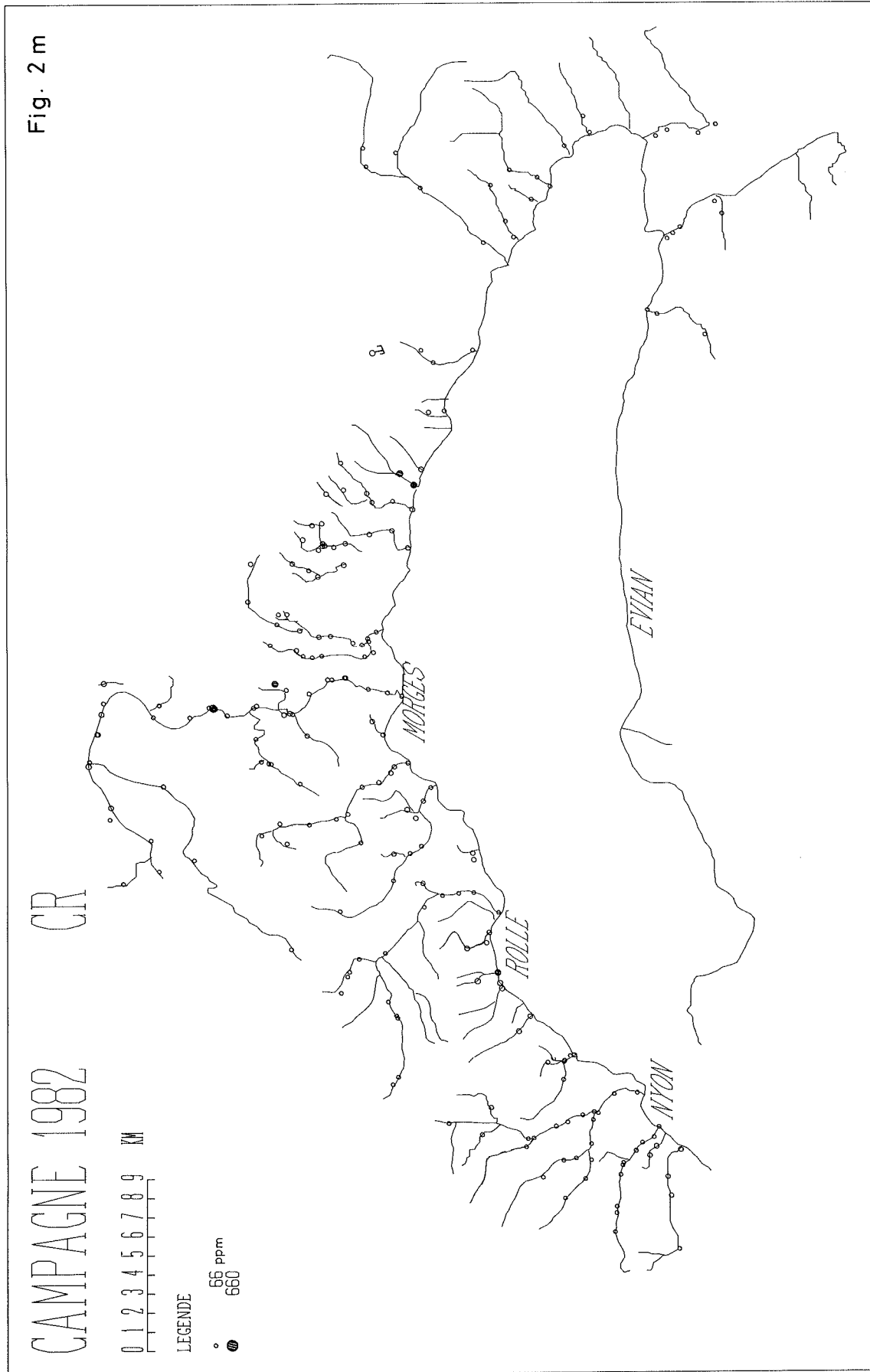
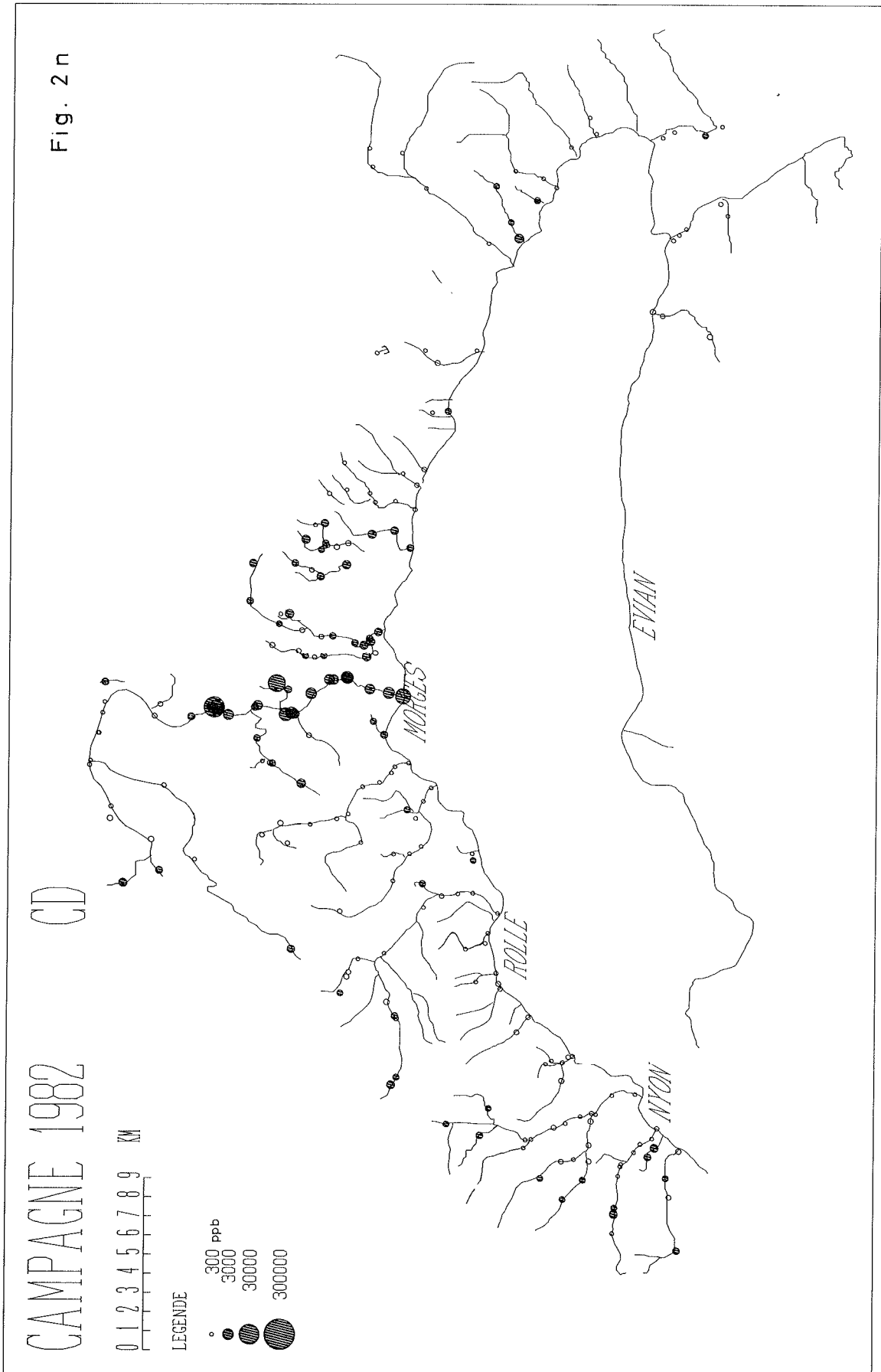


Fig. 21





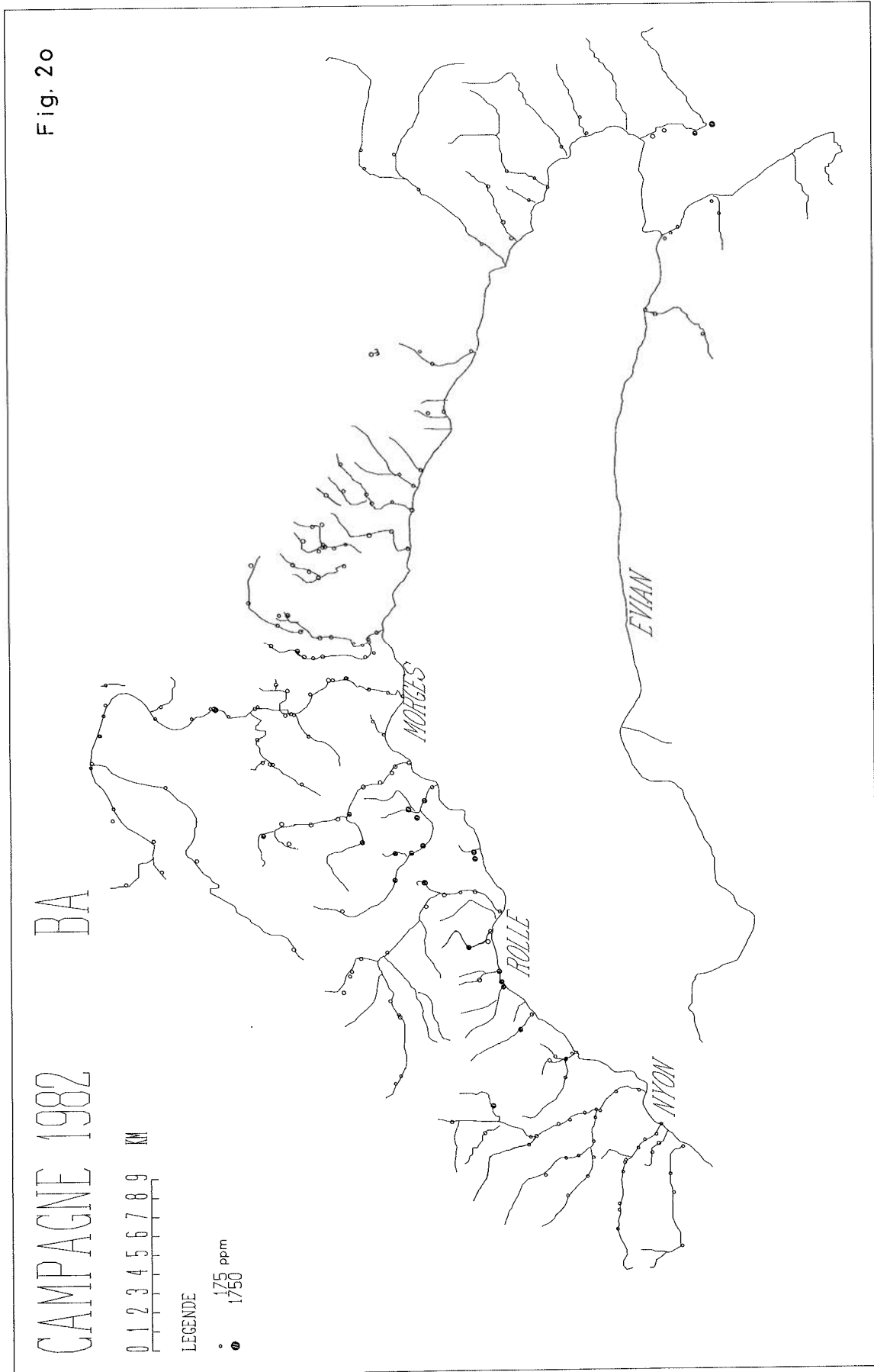
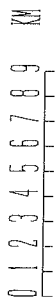
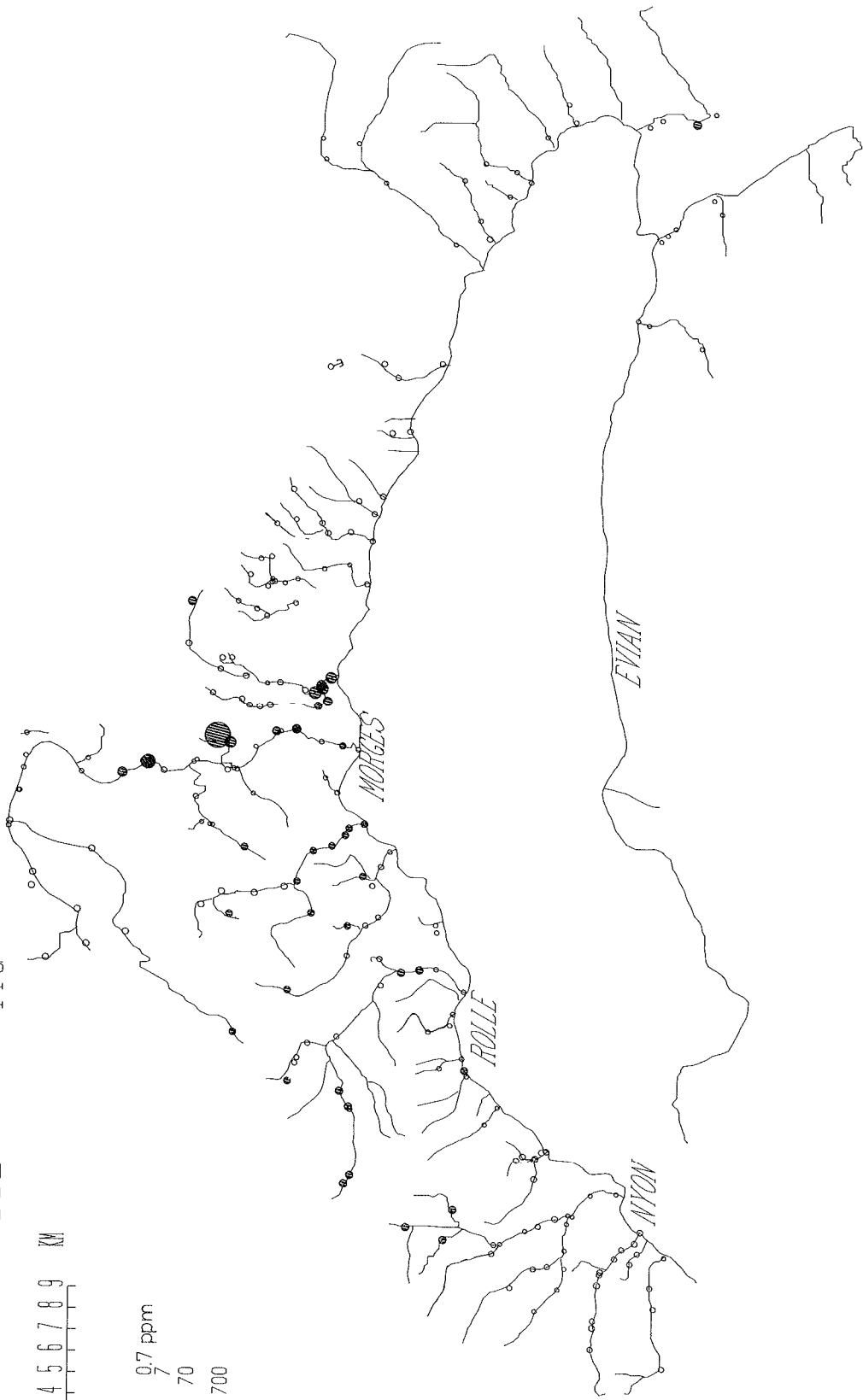
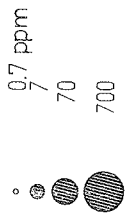


Fig. 2p

CAMPAGNE 1982 AG



LEGENDE



4. IMPACT DU REJET DE L'USINE D'INCINERATION DE PENTHAZ SUR LES SEDIMENTS DE LA VENOGÉ

La pollution extrême des sédiments de la Venogé à la hauteur de l'usine d'incinération de Penthaz, définie ces dernières années, a justifié une étude plus poussée de ce site. Le détail des points de prélèvements est donné sur la figure 3. Le site a été échantillonné à quatre reprises durant l'année 1982, deux fois en période d'étiage (mars et décembre), une fois pendant une période de plus hautes eaux (mai) et la dernière dans le courant du mois de juin.

Sur la table 3, en relation avec le plan de la figure 3, il apparaît que les teneurs les plus élevées se mesurent toujours à la sortie du bac de décantation de l'usine et qu'une dilution des teneurs s'observe très rapidement vers l'aval. Les métaux polluants sont le mercure, le cadmium, le zinc, le cuivre et le plomb, mais aussi des teneurs particulièrement élevées en manganèse (1'270 ppm - 4'320 ppm), en chrome (208 ppm - 674 ppm), en étain (396 ppm - 1'240 ppm) et en argent (11.2 ppm - 41.5 ppm) sont déterminées.

Le rejet se caractérise par des suspensions noirâtres qui recouvrent les sédiments de la rive droite de la rivière jusqu'à 200 - 300 m en aval du point de rejet. L'analyse des éléments majeurs dans les différents échantillons montre que la composition de ceux renfermant ces suspensions est très différente de celle des échantillons. Ils apparaissent très pauvres en carbonate (< 10 %) et plus riches en cobalt et en bore, leurs teneurs en matière organique ne sont pas particulièrement élevées ($\approx 4\%$).

Les teneurs mesurées au cours de ces quatre périodes sont assez différentes et les maxima sont relevés pour les prélèvements en période d'étiage des mois de mars et décembre, ce qui est normal. Quoique le débit de la rivière joue un rôle important quant à l'accumulation ou la dispersion des sédiments contaminés, dans ce cas précis les variations des taux de contamination doivent aussi être inhérentes à l'activité plus ou moins grande de l'usine.

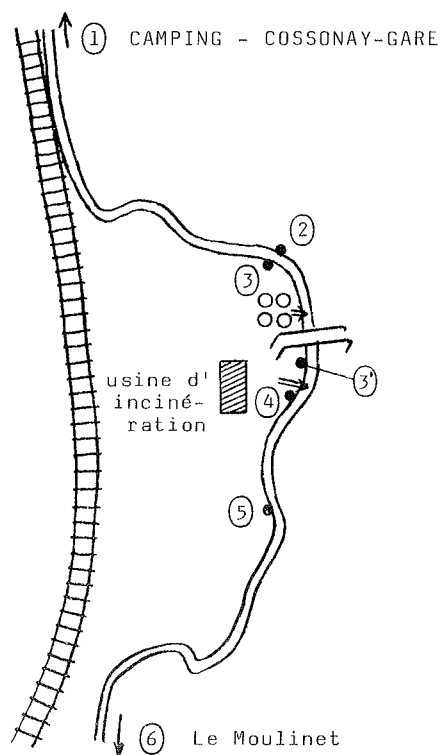


Fig. 3 Croquis de situation des échantillons au voisinage de l'usine d'incinération de Penthaz

Table 3 - Impact du rejet de l'usine d'incinération de Penthaz sur les sédiments de la Venoge

Mercure (ppm)

Site	I	II	III	IV
1	0.12	0.19	0.26	0.15
2	0.14	0.22	0.22	0.18
3	-	0.22	-	-
3'	0.34		-	0.27
4 *	21.95	7.80	3.50	15.30
5	3.80	1.30	0.96	1.10
6	0.34	0.40	0.53	0.30

Cadmium (ppm)

Site	I	II	III	IV
1	1.45	0.7	0.93	0.70
2	0.81	0.9	1.06	0.62
3	-	0.9	-	-
3'	1.62	-	-	0.83
4 *	102.40	36.3	34.40	150.00
5	21.00	7.9	8.30	9.86
6	1.88	1.6	2.04	2.11

Zinc (ppm)

Site	I	II	III	IV
1	193	185	266	195
2	162	174	216	233
3	-	169	-	-
3'	276	-	-	337
4 *	14'500	6'830	3'770	18'000
5	3'060	1'320	1'260	1'317
6	314	339	261	475

Cuivre (ppm)

Site	I	II	III	IV
1	385	138	104	128
2	159	188	131	103
3	-	207	-	-
3'	368	-	-	107
4 *	2'510	1'200	834	1'770
5	640	236	186	217
6	190	216	281	162

Plomb (ppm)

Site	I	II	III	IV
1	120	61	83	81
2	83	61	88	84
3	-	60	-	108
3'	180	-	-	-
4 *	4'700	2'180	1'550	5'343
5	860	450	400	398
6	130	70	110	144

I = 1er mars
 II = 10 mai
 III = 25 juin
 IV = 3 décembre

* = à l'aval du rejet

5. CONCLUSIONS

Au travers de l'inventaire de 1982, nous retrouvons dans les grandes lignes les mêmes problèmes que ceux décrits et analysés les années précédentes :

- . le mercure et le cadmium continuent d'être les polluants majeurs de toutes les rivières étudiées
- . l'enrichissement en cuivre des sédiments de la plupart des cours d'eau est dû principalement à des pollutions diffuses en liaison avec l'érosion des vignobles
- . la Venoge et la Chamberonne, pour le canton de Vaud, et le Vengeron, pour le canton de Genève restent les rivières les plus contaminées; quoique la contamination de la Chamberonne apparaît diminuée
- . la pollution de l'Arve aval par le cadmium est encore importante et ne peut être négligée en raison du débit important de ce cours d'eau
- . les rivières de l'extrémité orientale du Léman sont toujours caractérisées par de faibles teneurs en métaux lourds.

Il semble donc qu'au cours de ces sept années d'observation la situation de ces différents cours d'eau ait peu évolué et qu'aucune amélioration réelle ne se soit encore produite, à l'exception toutefois de quelques points (le Flumeau, la Chamberonne).

L'étude détaillée de la zone de l'usine d'incinération de Penthaz montre combien il est important de trouver une solution rapide pour éliminer, ou tout au moins diminuer fortement, un tel rejet. Des travaux sont en cours pour atteindre ce but et il est indispensable de suivre l'évolution de cette rivière dans les années à venir.

CONTROLES DES REJETS DES STATIONS D'EPURATION
CAMPAGNE 1982

PAR

LUC THELIN

CHEF DU SERVICE DES CONTROLES DE POLLUTION
DEPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS - GENEVE

RESUME

En 1982, les 168 stations d'épuration étudiées ont généralement respecté les normes de rejet concernant la pollution organique. Pour le phosphore les résultats sont beaucoup plus irréguliers.

Les rendements d'élimination se situent souvent à plus de 80 % ou même 90 %. Cependant les petites stations n'atteignent pas toujours la norme de 85 %.

Comme en 1981, les stations d'épuration ont éliminé environ 700 tonnes de phosphore. Leurs rejets sont de l'ordre de 200 tonnes (bassin lémanique).

L'étude des charges quotidiennes par habitant montre que les réseaux de canalisations doivent encore être améliorés. Ils ne recueillent pas toutes les eaux usées mais par contre reçoivent beaucoup trop d'eaux parasites.

En 1982, 168 stations d'épuration étaient en service dans le territoire soumis à la Commission internationale. 49 d'entre elles sont situées dans le bassin du Rhône en aval de Genève (Vallée de l'Arve, canton de Genève et Vallée de l'Allondon), 119 stations d'épuration sont plus ou moins tributaires du Léman. Parmi celles-ci 70 sont équipées d'installation de déphosphatation et 49, représentant 11 % de la capacité, ne le sont pas encore.

Comme dans les rapports précédents, les renseignements concernant les divers départements et cantons sont groupés.

1. NOMBRE ET FREQUENCE DES CONTROLES

Les exigences de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman, à savoir au minimum quatre contrôles avec prélèvements sur 24 heures sont respectées pour 85 stations représentant 88 % de la capacité.

Ces exigences ne sont pas satisfaites pour 55 stations et 10 % de la capacité.

Enfin, pour 2 % de la capacité aucun contrôle n'a été effectué.

Le tableau 1 donne le détail de la répartition de ces contrôles.

TABLEAU 1 - Fréquence des contrôles effectués en 1982 sur les stations d'épuration

	Stations d'épuration en service		1 à 3 contrôles sur 24 h et contrôles instantanés		contrôles sur 24 h 4 fois et plus		non contrôlées	
	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité
Haute-Savoie	38 100 %	335'750 100 %	32 84 %	145'500 43 %	2 5 %	175'000 52 %	4 11 %	15'250 5 %
Vaud	58 100 %	687'420 100 %	4 7 %	2'120 0.3 %	54 93 %	685'300 99.7 %	- -	- -
Valais	47 100 %	892'000 100 %	12 25 %	64'000 7 %	19 40 %	817'000 92 %	16 35 %	11'000 1 %
Genève	15 100 %	518'650 100 %	4 27 %	3'350 0.6 %	10 67 %	515'200 99.4 %	1 6 %	100 -
Ain	10 100 %	56'900 100 %	3 30 %	32'500 57 %	- -	- -	7 70 %	24'400 43 %
TOTAL	168 100 %	2'490'720 100 %	55 33 %	247'470 10 %	85 51 %	2'192'500 88 %	28 16 %	50'750 2 %

2. RESPECT DES NORMES DE REJET ET RENDEMENT D'ÉPURATION

- a. La grande majorité des stations d'épuration respecte les concentrations fixées pour les normes de rejet pour la demande biochimique en oxygène et la demande chimique en oxygène ainsi que pour les matières en suspension.

Cependant, un trop grand nombre de stations ne peut atteindre les rendements d'élimination désirés par suite de la faible charge des eaux à l'entrée (voir charge quotidienne par habitant).

- b. Pour l'élimination du phosphore, les résultats sont beaucoup plus irréguliers et le nombre de stations qui ne respectent pas les normes de rejet mais ne font que s'en approcher est encore important.

Heureusement pour le Léman les stations les plus importantes (spécialement dans le canton de Vaud) respectent ces normes ou s'en approchent de près.

3. FLUX DE POLLUTION ET APPORTS AU LEMAN

Comme dans le précédent rapport le flux de pollution ou charge quotidienne a été calculé pour les stations dont le débit est connu.

3.1 DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE

En ce qui concerne la pollution organique (représentée par la DBO₅) les résultats des 94 stations tributaires du Léman sont les suivants :

TABLEAU 2 - Apport en DBO₅ des stations d'épuration du bassin du Léman

	Nombre de stations considéré	kg/j			Tonnes/an		
		E	S	éliminé	E	S	éliminé
Haute-Savoie	3	2'550	635	1'915	930	231	699
Vaud	57	21'365	3'213	18'152	7'798	1'172	6'626
Valais	29	39'454	1'790	37'664	14'400	653	13'747
Genève	3	375	84	291	136	30	106
Ain	2	302	149	153	110	54	56
TOTAL	94	64'046	5'871	58'175	23'374	2'140	21'234

Rendement d'élimination total = 90.8 %

3.2 PHOSPHORE TOTAL

De la même manière que pour la demande biochimique en oxygène les apports en phosphore total sont indiqués dans le tableau 3.

TABLEAU 3 - Apport en phosphore total des stations d'épuration du bassin du Léman

	Nombre de stations considéré	kg/j			Tonnes/an		
		E	S	éliminé	E	S	éliminé
Haute-Savoie	3	101	25	76	36	9	27
Vaud	57	1'502	192	1'310	548	70	478
Valais	29	811	264	547	296	96	200
Genève	3	24	4	20	9	1.5	7.5
Ain	2	31	26	5	11	9.5	1.5
TOTAL	94	2'469	511	1'958	900	186	714

Rendement total de l'élimination = 79.3 %.

Ces tonnages sont très semblables à ceux calculés en 1981 à savoir : 910 tonnes/an à l'entrée, 224 tonnes/an à la sortie et 687 tonnes/an éliminées.

Il est intéressant de remarquer que les stations équipées de déphosphatation reçoivent 805 tonnes par an de phosphore et en rejettent 108 (élimination de 86.6 %). Alors que les stations ne pratiquant pas la déphosphatation reçoivent 95 tonnes par an et en rejettent 78 (18 % d'élimination).

3.3 APPORTS DIRECTS AU LAC DES SIX PRINCIPALES STATIONS D'EPURATION

Le plan quinquennal 1981-1985 prévoit des analyses complémentaires pour ces six stations d'épuration dont les rejets parviennent directement au lac.

Le tableau 4 donne les apports en tonnes par an.

Là encore les différences avec les apports calculés en 1981 sont minimes.

TABLEAU 4 - Apports directs au lac

	Lausanne Bio+Hydro	Vevey	Montreux	Morges	Pully	Thonon
TOC tonnes C/an	759	65	81	57	29.5	208
Phosphore total t P/an	19.5	3.4	4.2	3.9	1.2	17.8
PO ₄ ⁻⁻⁻ t P/an	11	1.4	2.7	2.5	0.25	4.3
NH ₄ ⁺ t N/an	590	58	55	48	37	110
NO ₂ ⁻ t/an	8	0.09	2.3	2.0	0.5	0.7
NO ₃ t/an	22	1.8	11.7	18.6	1.3	3.2
DCO t O ₂ /an	2'937	222	322	245	136	1'533
DBO ₅ t O ₂ /an	554	43	77	62	29	231
Cl t Cl/an	3'765	217	324	347	213	448
Débit m ³ /jour	151'287	12'900	18'900	13'798	6'958	22'628

4. CHARGE QUOTIDIENNE PAR HABITANT

Comme dans le rapport 1981, il a été possible pour les stations dont le nombre d'habitants raccordés est connu de calculer la charge quotidienne par habitant pour la DBO₅ et le phosphore total, ainsi que la charge hydraulique par habitant.

Les charges hydrauliques sont extrêmement variables, de 200 l/jour par habitant raccordé à plus de 2 m³/jour. Les fortes charges hydrauliques démontrent une fois de plus la présence d'eaux parasites permanentes qu'il serait bon d'éliminer.

De même qu'en 1981, on constate que les stations d'épuration suisses ont une charge hydraulique beaucoup plus élevée que les stations de Haute-Savoie.

Contrairement aux charges hydrauliques trop fortes les charges quotidiennes en pollution organique (DBO₅) sont, elles, souvent très faibles. La comparaison avec la valeur de l'équivalent habitant de la littérature : 54 g/j/habitant et à plus forte raison, avec celle utilisée en Suisse de 75 g/j/habitant, montre que la plupart des stations ne reçoivent pas encore la totalité des eaux usées.

Les valeurs de la charge quotidienne en phosphore total, généralement en dessous de 4 g/j/habitant, confirment cette dernière remarque.

DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

1. Stations d'épuration contrôlées sur 24 h à l'entrée et à la sortie

BASSIN DU LEMAN

Thonon-les-Bains		Effluent dans la Dranse près du lac
Vacheresse +		Effluent dans la Dranse
Veigy-Foncenex		Effluent dans l'Hermance près du lac

BASSIN DU RHÔNE

Annemasse	}	
Samoens	}	
Les Gets	}	Bassin de l'Arve
Taninges	}	
Cordon	}	
Neydens		Effluent dans l'Aire
Valleiry		Effluent dans le Rhône
Saint-Julien		Effluent dans l'Aire

2. Stations d'épuration contrôlées uniquement à la sortie par prélèvements instantanés :

BASSIN DU LEMAN

Le Biot +	}	
Bons-en-Chablais +	}	
Cervens +	}	Effluent indirectement au lac
St-Paul-en-Chablais +	}	

La station d'épuration d'Avoriaz est mise hors service et sera raccordée sur Morzine.

+ = non équipées de déphosphatation

BASSIN DU RHÔNE

Araches
 Bellecombe
 Boège
 Bonneville
 Collonge-sous-Salève
 Combloux
 Entrebière
 Flaine
 Le Grand Bornand-Chinailon
 Le Grand Bornand
 Les Houches
 Magland
 Onnion
 Saint-Pierre-en-Faucigny
 Sallanches

La Roche sur Foron
 Taninges (Praz-de-Lys)
 Le Thy

Ces stations d'épuration se trouvent dans le bassin de l'Arve.

3. Les stations d'épuration suivantes n'ont pas été contrôlées :

Douvaine *	2'800 équivalents-habitants	bassin du Léman
Cranves Sales	10'000 équivalents-habitants	}
Mieussy	2'000 équivalents-habitants	} bassin de l'Arve
Viuz-en-Sales	450 équivalents-habitants	}

* = cette station est mise hors service et est en voie de raccordement sur la station de Thonon.

Voir tableaux 5 à 8

HAUTE-SAVOIE

TABLEAU 5

CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982

Stations	Capacité habitants	Nombre de prélèvements entrée-sortie	Durée prélèvement	DBO ₅			Mat. susp.			DOC			phosphore total		
				mg/l	% élimination	E	mg/l	% élimination	E	mg/l	% élimination	E	mg/l	% élimination	E
Thonon-les-Bains	115'000	4 E + 4 S 7 S	24 h	111	28	75	225	43	81	409	128	69	4.4	1.1	75
Annenasse	60'000	4 E + 4 S	24 h	-	-	-	-	111	-	-	224	-	-	2.8	-
Samoens	15'000	1 E + 1 S	24 h	190	16	91	267	19	93	680	86	87	-	-	-
Les Gets	7'500	1 E + 1 S	24 h	130	5	96	99	13	86	221	24	89	-	-	-
Saint-Julien	7'400	1 E + 1 S	24 h	95	20	80	110	10	91	235	60	75	-	0.5	-
Taninges	5'700	1 E + 1 S	24 h	80	19	76	296	23	93	331	54	84	-	1.5	-
Neydens	5'300	1 E + 1 S	24 h	27	10	64	39	42	0	73	36	51	-	-	-
Valleiry	3'000	1 E + 1 S	24 h	410	15	96	480	30	93	870	45	95	-	-	-
Vacheresse	2'500	1 E + 1 S	24 h	81	15	82	133	7	94	196	28	86	-	-	-
Veigy-Foncenex	2'500	1 E + 1 S	24 h	190	28	85	196	108	45	510	134	74	-	-	-
Cordon	1'800	1 E + 1 S	24 h	170	35	97	220	5	98	430	30	93	12.0	1.5	88
				212	99	54	241	107	56	521	246	53	-	-	-

TABLEAU 6
 HAUTE-SAVOIE
 CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982 (contrôles instantanés de sortie)

Stations	Capacité habitants	Nombre de prélèvements entrée-sortie	Durée prélèvement	DBO ₅			Mat. susp.			DCO			Phosphore total		
				mg/l	E	%	mg/l	E	%	mg/l	E	%	mg/l	E	%
La Roche s/Foron	17'000	4 S	instantané	20			28			90					
Samoens	15'000	3 S	instantané	25			30			84					
Bonneville	15'000	6 S	instantané	40			30			160					
Les Gets	7'500	3 S	instantané	75			45			160					
Saint-Julien	7'400	5 S	instantané	27			30			60					
Flaine	7'000	5 S	instantané	60			37			180					
Sallanches	6'500	3 S	instantané	50			55			157					
Taninges	5'700	4 S	instantané	28			30			95					
Bellecambes	5'400	5 S	instantané	12			30			48					
Le Thy	5'400	4 S	instantané	11			13			36					
Neydens	5'300	3 S	instantané	35			42			82					
Collonge s/Salève	4'000	4 S	instantané	20			15			30					
Grand-Bornand	3'400	4 S	instantané	35			30			75					
Taninges (Praz-de-Lys)	3'000	3 S	instantané	80			70			170					
Valleiry	3'000	3 S	instantané	13			8			22					
Combloux	3'000	3 S	instantané	120			170			220					
Bons-en-Chablais	2'700	3 S	instantané	5			10			12					
Vacheresse	2'500	3 S	instantané	9			15			86					

TABLEAU 6 (suite)
 HAUTE-SAVOIE
 CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982 (contrôles instantanés de sortie)

Stations	Capacité habitants	Nombre de prélèvements entrée-sortie	Durée prélèvement	DBO ₅ mg/l		Mat. susp. mg/l		DCO mg/l		Phosphore total mg/l	
				E	S	E	S	E	S	E	S
Veigy-Foncenex Les Houches	2'500	5 S	instantané		6		11		24		
	2'500	4 S	instantané		13		8		45		
St-Pierre-en-Faucigny	2'500	4 S	instantané		30		25		130		-
	1'800	4 S	instantané		22		55		120		4.2
Cervens	1'800	3 S	instantané		80		70		180		-
	1'800	4 E + 4 S	instantané	205	140	32	200	320	505	37	-
Boège	1'500	4 S	instantané		27		46		93		-
	1'500	3 S	instantané		10		30		35		-
St-Paul-en-Chablais	1'500	3 S	instantané		30		25		87		-
	700	2 S	instantané		200		180		380		-
Le Biot	600	2 S	instantané		5		10		12		-
	500	3 S	instantané		25		60		75		-

TABLEAU 7 - CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982
ESTIMATION DE LA CHARGE QUOTIDIENNE

HAUTE-SAVOIE

Stations	Débit m ³ /j	DBO ₅ kg/j			Mat. susp. kg/j			Phosphore total kg/j		
		entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé
Thonon-les-Bains	22'630	2511	633	1878	5091	973	4118	98.6	24.6	74
Annemasse	13'018	2473	214	2259	3475	247	3228	-	-	-
Samoens	400	52	2	50	39	5	34	-	-	-
Les Gets	1'642	156	33	123	180	16	164	-	-	-
Saint-Julien	2'920	233	55	178	864	67	797	-	-	-
Taninges	914	25	9	16	36	38	-	-	-	-
Neydens	316	129	5	124	151	9	142	-	-	-
Valleiry	540	44	8	36	72	4	68	-	-	-
Vacheresse	50	9.5	1.4	8.1	9.8	5.4	4.4	-	-	-
Veigy-Foncenex	197	33	0.7	32.3	43	1	42	2.3	0.3	2

TABLEAU 8 - ESTIMATION DE LA CHARGE QUOTIDIENNE

HAUTE-SAVOIE

Stations	Capacité habitant	Habitants raccordés	Charge DBO ₅	Charge hydraulique	Charge phosphore total
			g/hab/jour	l/hab/jour	g/hab/jour
Thonon-les-Bains	115'000	82'000	30	275	1.2
Annemasse	60'000	50'000	49	260	-
Veigy-Foncenex	2'500	1'700	19	115	1.3

CANTON DE VAUD

BASSIN DU RHÔNE

Aigle	Ormont-Dessous
Leysin	Gryon
Lavey-St-Maurice	Ormont-Dessus

BASSIN DU LEMAN

Lausanne	}	
Vevey	}	
Montreux	}	
Morges	}	
Pully	}	
Gland	}	
Cully	}	
Nyon	}	
Lutry	}	
Rolle +	}	
Villeneuve	}	
Saint-Prex	}	
Prangins	}	
Coppet	}	
Founex	}	
Mies-Tannay	}	
Crans	}	
Allaman +	}	
Buchillon +	}	
Penthaz	}	
Bussigny	}	
Bière	}	
La Sarraz	}	
Aubonne	}	
Eclépens +	}	
Chavannes-de-Bogis	}	
La Claise-aux-Moines	}	
Gimel +	}	
Gingins	}	
Montricher +	}	
Sullens	}	
Cugy +	}	
L'Isle	}	
Crassier-la-Rippe +	}	
Ollon	}	
Roche	}	
Yverne	}	
Rennaz	}	
Lully	}	
Saint-George +	}	
Colombier +	}	
Gilly	}	

stations dont l'effluent se rejette
directement au lac ou à proximité
immédiate

stations dont l'effluent se rejette
dans un cours d'eau

Mont-la-Ville +	}	
Apples	}	
Senarclens	}	
Vullierens +	}	
Reverolle	}	
Moiry +	}	stations dont l'effluent se rejette
Chavannes-des-Bois	}	dans un cours d'eau
Burtigny	}	
Dizy +	}	
Marchissy +	}	

+ = sations d'épuration non équipées de déphosphatation

Voir tableaux 9 à 11

VAUD

TABLEAU 9

CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982

Stations	Capacité habitants	Nombre de prélèvements entrée-srotie	Durée prélèvement	DBO ₅ mg/l		Mat. susp. mg/l		DOO mg/l		Phosphore total mg/l		%
				E	S	E	S	E	S	E	S	
Lausanne	220'000	12 E + 12 S	24 h	81	10	6	86	244	54	5.1	0.4	93
Lausanne (Hydro)	110'000	12 E + 12 S	24 h	81	9	6	86	244	49	5.1	0.3	94
Vevey	60'000	12 E + 12 S	24 h	83	10	10	87	209	51	6.3	0.7	88
Montreux	45'000	12 E + 12 S	24 h	58	12	8	79	176	48	5.5	0.7	88
Morges	36'150	12 E + 12 S	24 h	80	13	9	83	215	48	6.2	0.8	87
Pully	30'000	12 E + 12 S	24 h	75	12	9	83	213	55	8.6	0.4	93
Aigle	15'000	6 E + 6 S	24 h	84	11	10	87	207	54	6.1	1.1	80
Gland	14'000	6 E + 6 S	24 h	30	4	5	84	90	29	4.2	0.4	91
Nyon	12'000	6 E + 6 S	24 h	109	26	30	73	280	95	7.5	1.7	76
Lutry	12'000	6 E + 6 S	24 h	43	11	9	69	96	27	3.5	0.7	79
Ollon	11'000	6 E + 6 S	24 h	53	4	6	91	137	19	4.7	1.5	73
Leysin	10'000	6 E + 6 S	24 h	64	6	8	92	140	22	4.4	0.7	87
Penthaz	8'500	6 E + 6 S	24 h	41	6	5	84	87	29	3.3	0.3	88
Lavey-St-Maurice	8'000	5 E + 5 S	24 h	53	4	5	92	142	19	4.4	0.7	82
Bussigny	8'000	6 E + 6 S	24 h	77	8	8	89	242	50	5.4	0.3	94
Ormont-Dessous	7'770	4 E + 4 S	24 h	45	10	8	80	156	37	4.9	0.3	92
Rolle	7'500	6 E + 6 S	24 h	43	44	39	-	116	113	2.0	2.2	-
Villeneuve	6'100	6 E + 6 S	24 h	180	9	8	94	334	45	7.0	0.9	88
Gryon	5'000	4 E + 4 S	24 h	49	11	18	78	141	41	3.8	2.5	37

VAUD

TABLEAU 9 (suite)
 CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982

Stations	Capacité habitants	Nombre de prélèvements entrée-sortie	Durée prélèvement	DBO ₅ mg/l		Mat. susp. mg/l		DCO mg/l		Phosphore total mg/l		
				E	S	% élimination	E	S	% élimination	E	S	% élimination
Cully	5'000	6 E + 6 S	24 h	50	5	88	5	122	27	4.1	0.9	75
Bière	4'900	6 E + 6 S	24 h	195	3	95	5	528	23	9.5	0.4	90
La Sarraz	4'000	4 E + 4 S	24 h	34	7	78	8	167	39	3.5	2.8	22
Aubonne	3'800	10 E + 10 S	24 h	80	16	74	10	197	31	5.1	1.0	78
Ormont-Dessus	3'500	4 E + 4 S	24 h	52	7	81	23	144	49	4.3	2.0	47
St-Prex	3'500	6 E + 6 S	24 h	45	6	86	6	132	24	3.8	0.4	92
Prangins	3'000	4 E + 4 S	24 h	74	6	90	10	205	47	7.7	0.9	83
Coppet	3'000	5 E + 5 S	24 h	31	7	72	7	98	41	3.0	0.5	85
Founex	2'300	4 E + 4 S	24 h	37	7	81	14	116	35	5.0	0.6	88
Mies-Tannay	2'200	4 E + 4 S	24 h	64	8	86	14	207	49	8.8	1.7	82
Eclépens	1'600	4 E + 4 S	24 h	28	6	76	10	110	40	1.5	1.2	16
Chavannes-de-Bogis	1'600	5 E + 5 S	24 h	44	9	80	9	127	35	3.9	0.4	91
La Claise-aux-Moines	1'500	5 E + 5 S	24 h	39	16	59	21	132	48	4.1	2.8	35
Roche	1'500	4 E + 4 S	24 h	164	10	86	25	320	60	5.7	0.7	87
Gimel	1'500	4 E + 4 S	24 h	82	33	59	28	191	106	4.9	6.1	-
Yvorne	1'300	4 E + 4 S	24 h	47	21	35	45	147	68	4.5	1.2	60
Gingins	1'300	4 E + 4 S	24 h	47	11	77	16	152	42	4.7	1.0	79
Montricher	1'135	4 E + 4 S	24 h	60	11	76	13	148	40	5.8	4.1	15
Sullens	1'000	4 E + 4 S	24 h	37	10	74	10	130	38	4.3	0.6	84

VAUD

TABLEAU 9 (suite)

CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982

Stations	Capacité habitants	Nombre de prélèvements entrée-sortie	Durée prélèvement	DBO ₅ mg/l		Mat. susp. mg/l		DCO mg/l		Phosphore total mg/l		% élimination	
				E	S	%	E	S	%	E	S	%	E
Cugy	1'000	4 E + 4 S	24 h	24	9	15	15	73	36	2.5	2.0	47	22
I'Isle	970	4 E + 4 S	24 h	19	3	7	7	69	19	2.1	0.5	71	74
Crassier-la-Rippe	920	5 E + 5 S	24 h	42	12	13	13	135	54	5.4	4.6	53	15
Lully	900	4 E + 4 S	24 h	76	15	17	17	211	65	9.0	1.1	62	87
Saint-George	860	4 E + 4 S	24 h	36	19	21	21	127	94	4.0	4.2	24	-
Colombier	850	4 E + 4 S	24 h	42	29	22	22	269	50	8.1	1.1	77	85
Gilly	825	4 E + 4 S	24 h	99	10	17	17	143	46	4.7	3.7	61	15
Mont-la-Ville	800	4 E + 4 S	24 h	39	10	11	11	207	32	6.8	0.4	78	90
Apples	800	4 E + 4 S	24 h	83	8	12	12	113	89	5.5	5.1	29	12
Crans	750	4 E + 4 S	24 h	37	39	51	51	135	57	2.8	0.8	42	66
Senarclens	715	4 E + 4 S	24 h	47	11	18	18	40	26	1.4	1.3	37	12
Vullierens	630	3 E + 3 S	24 h	12	6	9	9	140	37	5.1	0.7	68	83
Remaz	600	4 E + 4 S	24 h	51	7	15	15	182	47	7.9	0.5	64	93
Reverolle	580	4 E + 4 S	24 h	68	8	12	12	79	40	2.7	2.2	46	35
Moiry	580	4 E + 4 S	24 h	31	10	13	13	336	53	14.3	11.2	85	19
Chavannes-des-Bois	500	3 E + 4 S	24 h	78	7	12	12	227	366	9.0	12.4	-	-
Allaman	500	3 E + 3 S	24 h	100	126	201	201	256	147	5.9	3.0	39	48
Burtigny	400	3 E + 3 S	24 h	100	67	45	45	202	50	5.7	2.5	75	54
Dizy	315	4 E + 4 S	24 h	67	11	17	17	40	18	1.3	1.1	53	10
Marchissy	200	4 E + 4 S	24 h	14	6	6	6	457	457	1.3	6.1	18	10
Buchillon	85	4 S	24 h	96	96	117	117						

TABLEAU 10 - CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982
ESTIMATION DE LA CHARGE QUOTIDIENNE

VAUD

Stations	Débit m ³ /j	DBO ₅ kg/j			Mat. susp. kg/j			Phosphore total kg/j		
		entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé
Lausanne	110'061	8842	1105	7738		660		558.7	41.4	517.3
Lausanne (Hydro)	41'226	3259	409	2850		247		204.5	11.8	192.7
Vevey	12'900	956	118	838		129		73.7	9.3	64.5
Montreux	18'900	1013	212	801		151		96.3	11.5	84.8
Morges	13'798	1041	170	870		124		82.0	10.7	71.3
Pully	6'958	502	80	422		63		55.7	3.2	52.5
Aigle	5'009	417	52	365		50		31.3	5.7	25.6
Gland	7'472	217	29	188		37		28.5	2.5	26.0
Nyon	10'370	1087	257	830		311		71.2	15.0	56.2
Lutry	4'583	171	47	124		41		14.6	3.1	11.5
Ollon	4'223	217	16	201		25		19.8	5.3	14.5
Leysin	3'750	242	21	221		30		17.0	2.5	14.6
Penthaz	4'356	178	26	153		22		14.6	1.3	13.3
Lavey-St-Maurice	5'416	281	24	258		27		23.6	4.1	19.5
Bussigny	4'310	284	30	254		34		20.6	1.2	19.4
Omont-Dessous	533	22	4	18		4		2.3	0.1	2.1
Rolle	4'812	201	215	-		188		9.3	9.1	0.2
Saint-Prex	3'523	189	21	168		21		15.4	1.2	14.2
Villeneuve	1'834	312	16	296		15		12.1	1.4	10.6
Gryon	1'182	57	13	45		21		4.7	3.1	1.5
Cully	1'631	68	7	60		8		5.8	1.4	4.3
Bière	2'833	448	9	439		14		21.6	1.0	20.6
La Sarraz	2'075	72	15	57		17		7.3	6.0	1.3
Aubonne	2'370	172	39	133		24		11.4	2.4	9.0
Omont-Dessus	1'487	67	12	55		34		5.7	3.2	2.5
Prangins	1'015	106	7	99		10		10.7	1.0	9.7
Coppet	1'741	43	11	32		12		4.1	0.6	3.4
Founex	1'383	49	10	39		19		6.5	0.8	5.6
Mies-Tannay	559	35	5	31		8		4.8	0.9	4.0
Eclépens	1'080	32	6	26		11		1.5	1.3	0.2
Chavannes de Bogis	164	7	1	6		1		0.6	0.0	0.6
La Claise-aux-Moines	370	16	5	11		8		1.7	1.1	0.6
Roche	1'090	175	11	164		27		6.2	0.8	5.4
Gimel	561	43	16	27		16		2.8	3.5	-
Yverne	877	37	27	10		39		3.7	1.3	2.4
Gingins	1'619	77	16	60		26		8.4	1.9	6.5
Montricher	834	48	10	38		11		4.6	3.4	1.2
Sullens	1'028	35	9	26		10		3.9	0.6	3.3
Cugy	778	17	6	11		12		1.8	1.4	0.4
L'Isle	1'242	22	3	19		9		2.6	0.7	1.9
Crassier-la-Rippe	494	17	5	12		6		2.3	1.7	0.6
Lully	611	43	8	35		10		4.9	0.6	4.3

TABLEAU 10 (suite) - CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982
ESTIMATION DE LA CHARGE QUOTIDIENNE

VAUD

Stations	Débit m ³ /j	DBO ₅ kg/j			Mat. susp. kg/j			Phosphore total kg/j		
		entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé
Saint-George	280	11	5	6		6		0.7	1.0	-
Colombier	324	14	11	3		7		1.2	1.3	-
Gilly	244	28	3	25		4		2.4	0.3	2.1
Mont-la-Ville	393	11	4	7		4		1.5	1.2	0.3
Apples	550	34	4	30		7		2.8	0.2	2.6
Crans	518	19	20	-		26		2.8	2.6	0.2
Senarclens	359	17	4	13		6		1.0	0.3	0.7
Vullierens	288	3	2	1		3		0.4	0.4	-
Rennaz	392	20	3	17		6		2.0	0.3	1.7
Reverolle	249	17	2	15		3		2.2	0.1	2.1
Moiry	572	16	5	11		7		1.5	1.1	0.4
Chavannes-des-Bois	60	6	0	6		1		0.9	0.6	0.3
Allaman	223	20	30	-		45		1.9	2.8	-
Burtigny	187	18	12	6		8		1.1	0.6	0.5
Dizy	83	5	1	4		1		0.5	0.2	0.3
Marchissy	692	9	4	5		4		0.7	0.6	0.1

TABLEAU 11 - ESTIMATION DE LA CHARGE QUOTIDIENNE PAR HABITANT

VAUD

Stations	Capacité habitant	Habitants raccordés	Charge DBO ₅	Charge hydraulique	Charge phosphore total
			g/hab/jour	l/hab/jour	g/hab/jour
Lausanne + Hydro	330'000	191'206	63	710	4.0
Vevey	60'000	28'786	33	466	2.6
Montreux	45'000	23'164	44	883	4.2
Morges	36'150	2'951	47	632	3.7
Pully	30'000	16'045	31	448	3.5
Aigle	15'000	5'989	70	767	5.2
Gland	14'000	5'423	40	1303	5.3
Nyon	12'000	12'940	84	793	5.5
Lutry	12'000	5'500	31	833	2.7
Ollon	11'000	3'850	56	1237	5.1
Leysin	10'000	2'080	116	1803	8.2
Penthaz	8'500	4'440	40	1156	3.3
Lavey-St-Maurice	8'000	3'919	72	1433	6.0
Bussigny	8'000	6'600	43	597	3.1

TABLEAU 11 (suite) - ESTIMATION DE LA CHARGE QUOTIDIENNE PAR HABITANT

VAUD

Stations	Capacité habitant	Habitants raccordés	Charge	Charge	Charge
			DBO ₅ g/hab/jour	hydraulique l/hab/jour	phosphore total g/hab/jour
Ormont-Dessous	7'770	200	111	2170	11.4
Rolle	7'500	4'600	44	979	2.0
Saint-Prex			50	928	4.1
Villeneuve	6'100	3'000	104	591	4.0
Gryon	5'000	790	73	1946	5.9
Cully	5'000	2'866	24	634	2.0
Bière	4'900	1'227	365	1948	17.6
La Sarraz	4'000	1'583	46	1320	4.6
Aubonne	3'800	2'602	66	812	4.4
Ormont-Dessus	3'500	800	84	1858	7.1
Prangins	3'000	1'624	65	542	6.6
Coppet	3'000	3'125	14	477	1.3
Founex	2'300	1'516	32	1032	4.3
Mies-Tannay	2'200	1'599	22	640	3.0
Eclépens	1'600	640	50	1737	2.4
Chavannes-de-Bogis	1'600	419	16	391	1.5
La Claise-aux-Moines	1'500	600	26	853	2.8
Roche	1'500	727	240	1516	8.5
Gimel	1'500	1'024	42	548	2.7
Yvorne	1'300	914	41	829	4.0
Gingins	1'300	1'079	71	1672	7.8
Montricher	1'135	581	83	1436	7.9
Sullens	1'000	800	44	1285	4.8
Cugy	1'000	1'405	12	553	1.3
L'Isle	970	585	38	2362	4.5
Crassier-la-Rippe	920	877	19	564	2.7
Lully	900	685	62	892	7.2
Saint-George	860	300	35	934	2.4
Colombier	850	513	28	1099	2.3
Gilly	825	575	48	353	4.2
Mont-la-Ville	800	324	35	1211	4.5
Apples	800	711	48	549	3.9
Crans	750	1'213	16	463	2.3
Senarclens	715	418	40	858	2.4
Vullierens	630	286	12	1007	1.5
Rennaz	600	180	108	2322	11.0
Reverolle	580	285	60	873	7.7
Moiry	580	290	54	2234	5.0
Chavannes-des-Bois	500	223	26	327	3.9
Allaman	500	292	70	765	6.5
Burtigny	400	230	79	1030	4.8
Dizy	315	96	56	865	4.8
Marchissy	200	168	53	4524	4.4

CANTON DU VALAIS

STATIONS D'EPURATION CONTROLEES

Châteauneuf	Leytron
Saint-Léonard	Chandoline
Monthey-Ciba	Saint-Martin
Saint-Gingolph	Leukerbad
Martigny	Brunni-Lax
Vétroz-Conthey	Briggmatte-Randa
Uvrier-Sion	Verbier +
Viège-Lonza	Bieudron-Nendaz +
Chamoson	Erde-Conthey +
Charrat	Champéry +
Saxon	Sierre-Noës +
Granges	Isérables +
Riddes	Torgon-Vionnaz +
Collombey-Muraz	Zermatt +
Port-Valais	Vouvry +
Icogne	

Les effluents des stations valaisannes se rejettent dans le Rhône ou ses affluents, sauf à Saint-Gingolph et Port-Valais.

+ non équipées de déphosphatation

STATIONS D'EPURATION NON CONTROLEES

Unterbach	Goppisbergalp
Anzère	Rosswald-Termen
Aproz-Nendaz	Chemin-Vollèges
Davioz-Massongex	Grand Saint-Bernard
Hochtenn	Guttet
Mex	Bister
Siviez-Nendaz	Goppisberg
Riederalp	Greich

Les stations ci-dessus ne sont pas équipées de déphosphatation.

Voir tableaux 12 à 14

VALAIS

TABLEAU 12
 CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982

Stations	Capacité habitants	Nombre de prélèvements entrée-sortie	Durée prélèvement	DBO ₅ mg/l		Mat. susp. mg/l		DCO mg/l		Phosphore total mg/l		%
				E	S	E	S	E	S	E	S	
Viège-Lonza	24'833	4 E + 4 S	24 h	74	26		37			6.4	1.0	84
Lonza	286'240	4 E + 4 S	24 h	1635	26		37			3.1	0.4	89
Monthey-Ciba	20'000	4 E + 4 S	24 h	129	15		33			7.6	1.1	85
Ciba	260'000	4 E + 4 S	24 h	1205	15		33			5.0	1.1	78
Sion-Châteauneuf	50'000	4 E + 4 S	24 h	210	20		8	366	53	9.2	1.1	88
Sierre-Noës	50'000	4 E + 4 S	24 h	57	5		4	141	37	5.2	3.8	27
Sion-Chandoline	26'000	4 E + 4 S	24 h	131	7		15	395	44	7.8	0.8	90
Martigny	24'000	4 E + 4 S	24 h	140	10		18	264	76	7.4	1.5	79
Granges	22'000	4 E + 4 S	24 h	46	7		7	125	32	3.5	1.0	72
Zermatt	22'000	2 E + 2 S	24 h	106	8		7	202	50	6.1	3.0	52
Bieudron-Nendaz	20'000	2 E + 2 S	24 h	31	5		5	72	31	2.9	2.6	11
Verbier	15'000	3 E + 3 S	24 h	59	10		8	139	52	4.0	3.2	19
Brunni-Lax	14'100	4 E + 4 S	24 h	88	5		6	166	35	4.3	1.1	75
Leukerbad	11'000	4 E + 4 S	24 h	158	25		19	247	81	5.1	3.3	35
Vétroz-Conthey	6'500	4 E + 4 S	24 h	93	13		10	194	49	6.0	2.9	52
Collombey	6'000	4 E + 4 S	24 h	87	12		11	187	39	5.6	0.6	89
Chamoson	4'000	3 E + 3 S	24 h	84	14		17	178	45	6.0	1.0	84
Brigatte-Randa	4'000	2 E + 2 S	24 h	78	10		13	106	39	3.2	0.9	73
Saxon	3'500	4 E + 4 S	24 h	91	7		7	214	33	3.7	0.6	83

VALAIS

TABLEAU 12 (suite)
 CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982

Stations	Capacité habitants	Nombre de prélèvements entrée-sortie	Durée prélèvement	DBO ₅ mg/l		Mat. susp. mg/l		DCO mg/l		Phosphore total mg/l		% élimination	
				E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
Vouvry	3'500	3 E + 3 S	24 h	53	13		13	153	42	4.5	2.2	72	50
Champéry	3'000	4 E + 4 S	24 h	40	12		10	109	46	2.4	2.2	58	10
Riddes	2'800	3 E + 3 S	24 h	147	17		19	264	65	7.0	0.9	75	87
Port-Valais	2'500	4 E + 4 S	24 h	61	12		16	178	73	4.8	1.0	59	79
Leytron	2'250	3 E + 3 S	24 h	117	12		13	219	47	6.3	1.8	79	71
Saint-Léonard	2'000	3 E + 3 S	24 h	153	7		4	314	47	7.6	1.9	85	74
Isérables	2'000	1 E + 1 S	24 h	34	7		12	140	48	2.4	1.6	66	35
Torgon-Vionnaz	2'000	4 E + 4 S	24 h	92	6		7	168	37	5.7	2.3	78	59
Saint-Martin	1'800	4 E + 4 S	24 h	81	16		4	212	34	3.2	1.7	84	49
Charrat	1'700	4 E + 4 S	24 h	74	6		19	171	35	3.3	0.7	80	78
Erde-Conthey	1'600	3 E + 3 S	24 h	48	7		5	157	33	3.3	1.8	79	46
Uvrier-Sion	1'500	4 E + 4 S	24 h	181	6		11	403	38	10.4	1.3	91	88
Saint-Gingolph	1'000	4 E + 4 S	24 h	36	7		5	90	29	2.6	0.2	68	91
Icoigne	850	3 E + 3 S	24 h	38	5		3	156	33	2.1	0.6	79	74

TABLEAU 13 - CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982
ESTIMATION DE LA CHARGE QUOTIDIENNE

VALAIS

Stations	Débit m ³ /j	DBO ₅ kg/j			Mat. susp. kg/j			Phosphore total kg/j		
		entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé
Viège-Lonza }	4'378	270.7	124.3	146.3	-	158.0	-	25.5	4.4	21.1
Lonza }	7'635	11877.4	193.6	11683.8	-	273.6	-	21.4	2.6	18.8
Monthey-Ciba }	9'975	1155.5	143.5	1012.0	-	300.5	-	70.3	10.5	59.7
Ciba }	11'580	14545.2	177.8	14367.3	-	352.9	-	54.8	12.5	42.3
Sion-Châteauneuf	21'351	4277.2	388.0	3889.2	-	166.4	-	190.5	25.5	165.0
Sierre-Noës	26'881	1524.5	145.5	1379.0	-	109.2	-	131.3	100.5	30.8
Sion-Chandoline	7'053	783.7	53.1	730.6	-	119.3	-	47.2	5.6	41.6
Martigny	6'628	921.7	63.7	858.0	-	120.3	-	48.2	9.7	38.5
Granges	9'600	425.7	72.8	352.8	-	69.3	-	33.4	9.7	23.6
Zermatt	6'650	855.4	58.8	796.6	-	55.4	-	49.9	22.3	27.6
Bieudron-Nendaz	2'605	80.8	13.1	67.7	-	11.7	-	7.6	6.8	0.8
Verbier	3'479	203.4	32.7	170.7	-	27.4	-	13.5	10.8	2.7
Brunni-Lax	2'010	178.9	10.6	168.2	-	12.3	-	8.4	2.0	6.4
Leukerbad	4'662	816.5	120.3	696.2	-	95.4	-	22.9	13.8	9.1
Vétroz-Conthey	3'541	321.3	38.9	282.4	-	32.5	-	20.9	10.2	10.7
Collombey	1'745	123.9	18.5	105.4	-	21.9	-	8.6	1.1	7.5
Chamoson	1'531	130.7	21.2	109.5	-	25.6	-	9.3	1.5	7.8
Brigmatte-Randa	1'315	103.6	12.9	90.7	-	16.7	-	4.3	1.1	3.2
Saxon	3'388	221.7	21.5	200.2	-	26.8	-	10.1	2.5	7.5
Riddes	701	103.2	11.6	91.6	-	13.4	-	4.9	0.7	4.3
Champéry	1'380	51.7	16.3	35.4	-	15.4	-	3.0	2.7	0.3
Port-Valais	443	23.1	4.7	18.5	-	6.7	-	1.8	0.4	1.4
Leytron	830	98.8	9.9	88.9	-	11.3	-	5.3	1.5	3.8
Saint-Léonard	784	94.2	7.0	87.2	-	2.8	-	4.8	1.7	3.1
Torgon-Vionnaz	182	15.4	1.1	14.3	-	1.3	-	1.1	0.4	0.7
Saint-Martin	545	45.2	8.2	37.0	-	1.9	-	1.7	0.9	0.8
Charrat	773	57.9	4.7	53.3	-	14.6	-	2.6	0.6	2.0
Erde-Conthey	744	34.6	5.1	29.5	-	3.4	-	2.4	1.3	1.1
Uvrier-Sion	283	49.2	1.6	47.6	-	2.8	-	2.9	0.4	2.5
Saint-Gingolph	638	22.4	4.1	18.3	-	3.0	-	1.5	0.1	1.4
Icogne	1'076	40.1	5.0	35.1	-	3.0	-	2.3	0.6	1.7

TABLEAU 14 - ESTIMATION DE LA CHARGE QUOTIDIENNE PAR HABITANT

VALAIS

Stations	Capacité habitant	Habitants raccordés	Charge	Charge	Charge
			DBO ₅ g/hab/jour	hydraulique l/hab/jour	phosphore total g/hab/jour
Viège-Lonza	} 311'073	8'000	33.8	547.2	3.2
Lonza		250'000	47.5	30.5	0.1
Monthey-Ciba		10'000	115.5	997.5	7.0
Ciba	} 280'000	142'000	102.4	81.5	0.4
Sion-Châteauneuf		50'000	32'000	133.7	667.2
Sierre-Noës	50'000	44'500	34.3	604.1	3.0
Sion-Chandoline	26'000	6'500	120.6	1085.1	7.3
Martigny	24'000	16'000	57.6	414.2	3.0
Granges	22'000	9'500	44.8	1010.6	3.5
Zermatt	22'000	18'500	46.2	359.5	2.7
Brigmatte-Randa	4'000	2'300	45.0	571.7	1.9
Verbier	15'000	15'000	13.6	231.9	0.9
Brunni-Lax	14'100	4'500	39.7	446.6	1.9
Leukerbad	11'000	4'800	170.1	971.3	4.8
Vétroz-Conthey	6'500	6'500	49.4	544.7	3.2
Collombey	6'000	4'500	27.5	387.8	1.9
Chamoson	4'000	2'800	46.7	546.9	3.3
Bieudron-Nendaz	20'000	6'500	12.4	400.8	1.2
Saxon	3'500	2'800	79.2	1209.8	3.6
Riddes	2'800	2'430	42.5	288.3	2.0
Champéry	3'000	2'900	17.8	475.9	1.0
Port-Valais	2'500	1'800	12.9	245.8	1.0
Leytron	2'250	1'600	61.8	518.8	3.3
Saint-Léonard	2'000	1'600	58.9	490.0	3.0
Torgon-Viomaz	2'000	1'000	15.4	181.7	1.1
Saint-Martin	1'800	1'300	34.8	419.2	1.3
Charrat	1'700	1'300	44.6	594.4	2.0
Erde-Conthey	1'600	1'050	33.0	708.9	2.3
Uvrier-Sion	1'500	800	61.5	354.1	3.6
Saint-Gingolph	1'000	1'000	22.4	638.0	1.5
Icogne	850	350	114.4	3074.3	6.4

CANTON DE GENEVE

BASSIN DU LEMAN

Stations équipées de déphosphatation

Grand-Saconnex	Effluent dans le Vengeron
Nant d'Aisy	Effluent dans le Nant d'Aisy, près du lac
Hermance	Effluent dans l'Hermance, près du lac

BASSIN DU RHONE

Stations sans déphosphatation

Aïre	Effluent dans le Rhône
Villette	Effluent dans l'Arve
Nant d'Avril	Effluent dans le Rhône
Plaine de l'Aire	Effluent dans l'Aire
Chancy	Effluent dans le Rhône
Avully-Gennecy	Effluent dans le Rhône
Laconnex	Effluent dans l'Eau Morte
Soral	Effluent dans l'Eau Morte
Dardagny	Effluent dans le Rhône
Camping Allondon	Effluent dans l'Allondon

Stations non contrôlées

La Louvière	Effluent dans le Foron (Arve)
Loëx	(hors service en 1982)

Stations mixtes industrielles-communales

La Plaine mise en service fin 1981	Effluent dans le Rhône
Vernier-Ouest mise en service fin 1982	Effluent dans le Rhône

Voir tableaux 15 à 17

GENEVE

TABLEAU 15

CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982

Stations	Capacité habitants	Nombre de prélèvements entrée-sortie	Durée prélèvement	DBO ₅ mg/l		Mat. susp. mg/l		DCO mg/l		Phosphore total mg/l		% élimination
				E	S	E	S	E	S	E	S	
Aire	400'000	42 E + 42 S	24 h	139	17	88						-
Villette	50'000	14 E + 14 S	24 h	93	20	79	27	201	63			-
Nant d'Avril	30'000	8 E + 8 S	24 h	206	6	97	12	425	80			-
Nant d'Aisy	6'000	21 E + 21 S	24 h	63	15	76	10	140	37	5.5	0.8	85
Plaine de l'Aire	5'000	4 E + 4 S	24 h	88	9	90	18	192	71			-
Chancy	5'000	4 E + 4 S	24 h	181	13	93	14	327	57			-
Grand-Saconnex	3'500	9 E + 9 S	24 h	139	30	79	34	249	62	6.3	1.6	75
Avully-Genève	1'800	3 E + 3 S	24 h	200	18	91	30	384	109			-
Hermance	800	10 E + 10 S	24 h	113	24	79	20	218	60	5.2	1.6	70
Lacconnex	600	1 E + 1 S	24 h	73	1	98	3	147	40			-
Soral	500	2 E + 2 S	24 h	125	26	79	35	261	102			-
Dardagny	450	2 E + 2 S	24 h	58	12	80	24	149	73			-
Camping Allondon	500	4 E + 4 S	24 h	91	22	76	13	559	94			-
La Plaine (Firmenich)	1'500 } 13'000 }	4 E + 4 S	24 h	325	5	98	30	445	85			-

TABLEAU 16 - CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982
ESTIMATION DE LA CHARGE QUOTIDIENNE

GENEVE

Stations	Débit m ³ /j	DBO ₅ kg/j			Mat. susp. kg/j			Phosphore total kg/j		
		entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé
Aïre	221'600	30800	3760	27040						
Villette	20'256	1883	405	1478	1924	546	1378	-	-	-
Nant d'Avril	8'694	1790	52	1738	1817	104	1713	-	-	-
Nant d'Aisy	2'758	173	41	132	170	27	143	15.2	2.3	12.9
Plaine de l'Aire	2'865	252	26	226	243	51	192	-	-	-
Chancy	480	87	6	81	67	7	60	-	-	-
Grand-Savonnex	1'070	149	32	117	104	36	68	6.7	1.7	5.0
Avully Gennecey	782	156	14	142	124	23	101	-	-	-
Hermance	474	53	11	42	50	9	41	2.5	0.7	1.8
Laconnex	403	29	0.4	28.6	25	1.2	23.8	-	-	-
Dardagny	139	8	1.6	6.4	5.2	3.3	1.9	-	-	-

TABLEAU 17 - ESTIMATION DE LA CHARGE QUOTIDIENNE PAR HABITANT

GENEVE

Stations	Capacité habitant	Habitants raccordés	Charge DBO ₅	Charge hydraulique	Charge phosphore total
			g/hab/jour	l/hab/jour	g/hab/jour
Aïre	400'000	275'000	112	805	-
Villette	50'000	33'200	57	610	-
Nant d'Avril	30'000	21'000	85	414	-
Nant d'Aisy	6'000	3'840	45	718	3.9
Plaine de l'Aire	5'000	7'140	35	401	-
Chancy	5'000	1'200	72	400	-
Grand-Savonnex	3'500	2'600	57	411	2.6
Avully Gennecey	1'800	1'600	97	488	-
Hermance	800	580	91	817	4.3
Laconnex	600	420	69	960	-
Dardagny	450	330	24	421	-

DEPARTEMENT DE L'AIN

Stations d'épuration contrôlées

BASSIN DU LEMAN

Divonne-les-Bains	Effluent dans la Versoix
Ferney-Voltaire	Effluent dans le Vengeron
Sauverny-Versonnex	Effluent dans l'Oudar (Versoix)
Vesancy	Effluent dans un marais

Aucune de ces stations d'épuration n'est équipée de déphosphatation en 1982.

Stations d'épuration non contrôlées

BASSIN DU RHONE

Saint-Genis	Effluent dans l'Allondon
Chalex	Effluent dans le Rhône
Farges	Effluent dans le Rhône
Peron	Effluent dans le Rhône
Pouigny	Effluent dans le Rhône
Saint-Jean-de-Gonville	Effluent dans l'Allondon

Voir tableaux 18 et 19

AIN

TABLEAU 18
 CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982

Stations	Capacité habitants	Nombre de prélèvements entrée-sortie	Durée prélèvement	DBO ₅ mg/l		% élimination		Mat. susp. mg/l		% élimination		DCO mg/l		% élimination		Phosphore total mg/l		% élimination	
				E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
Divonne-les-Bains	15'000	2 E + 2 S	24 h	14	4	72	4	21	4	83	61	9	1.8	1.3	29				
		10 E + 10 S	2 h	19	7	63	7	26	7	73	52	15	1.9	1.6	12				
Fereny-Voltaire	14'000	2 E + 2 S	24 h	50	26	48	26	74	16	79	222	27	4.8	4.3	11				
		10 E + 10 S	2 h	92	31	65	31	118	32	73	196	67	6.9	4.0	42				
Sauverny-Versomex	3'500	1 S	instantané	-	15	-	15	-	6	-	-	34	-	7.4	-				

TABLEAU 19 - CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS D'EPURATION EN 1982
ESTIMATION DE LA CHARGE QUOTIDIENNE

AIN

Stations	Débit m ³ /j	DBO ₅ kg/j			Mat. susp. kg/j			Phosphore total kg/j		
		entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé	entrée	sortie	éliminé
Divonne-les-Bains	4'534	64	20	44	98	17	81	8.2	5.7	2.5
Ferney-Voltaire	4'897	237	129	108	353	80	273	23	20.5	2.5

ANALYSES COMPARATIVES INTERLABORATOIRES

CAMPAGNE 1982

PAR

PAUL BLANC

STATION D'HYDROBIOLOGIE LACUSTRE (INRA) THONON

RESUME

Au cours de l'année 1982 deux séries d'analyses comparatives interlaboratoires ont été effectuées par sept laboratoires. Les résultats obtenus permettent de conclure que les laboratoires donnent des résultats comparables pour la majorité des déterminations analytiques.

Il subsiste toujours les problèmes liés aux dosages près des limites de détection des méthodes pour l'azote ammoniacal et nitreux.

L'interférence possible de traces de composés organiques sur le dosage de l'azote nitrique a été mise en évidence pour certaines méthodes.

LABORATOIRES AYANT PARTICIPE AUX ANALYSES CIRCULAIRES

- . Laboratoire des Services Industriels, Genève
- . Laboratoire Cantonal de Chimie, Genève
- . Institut d'Hygiène, Service d'Hydrobiologie, Genève
- . Office cantonal pour la protection des eaux (OCPE), Epalinges (VD)
- . Laboratoire cantonal de chimie, Sion (VS)
- . Centre de Recherches Géodynamiques, Thonon
- . Station d'Hydrobiologie Lacustre (INRA), Thonon

Comme les années passées la participation des laboratoires non engagés dans le programme quinquennal en cours a été motivée par :

- . la nécessité de disposer d'un nombre de laboratoires suffisants pour permettre une exploitation statistique des résultats
- . la possibilité ainsi offerte aux laboratoires travaillant sur le Léman et son bassin versant de confronter leurs résultats et par là d'aider à l'amélioration globale des techniques analytiques.

DEROULEMENT DES ANALYSES

ECHANTILLONS

Chaque laboratoire a reçu le jour fixé trois échantillons de deux litres d'eau du Léman prélevés au pompage de la pisciculture de la Station d'Hydrobiologie Lacustre à Thonon. La crépine de pompage se situe face à la station à une profondeur de 38 m.

Les échantillons ont été prélevés et placés en chambre froide à 4°C le matin du jour de la distribution.

De plus le 29 mars une distribution d'une solution étalon de nitrates et d'une solution de même concentration en nitrate avec ajout d'un composé organique azoté a eu lieu. Ces solutions ont été préparées au Laboratoire Cantonal de Chimie de Genève.

ANALYSES

Elles ont débuté le jour même ou le lendemain de la distribution des échantillons.

Elles ont porté sur les éléments et composés donnés dans les tableaux 1, 2 et 3.

RESULTATS

Les laboratoires ont donné trois valeurs pour chaque élément dosé.

Les figures 1 à 18 donnent une représentation graphique de l'ensemble des résultats :

- . les valeurs extrêmes de chaque laboratoire sont reliées par un segment vertical
- . la moyenne des trois résultats de chaque laboratoire est figurée par un segment horizontal en regard de son numéro d'ordre
- . la moyenne générale \bar{M} et la médiane \bar{m} sont repérées sur l'axe des concentrations.

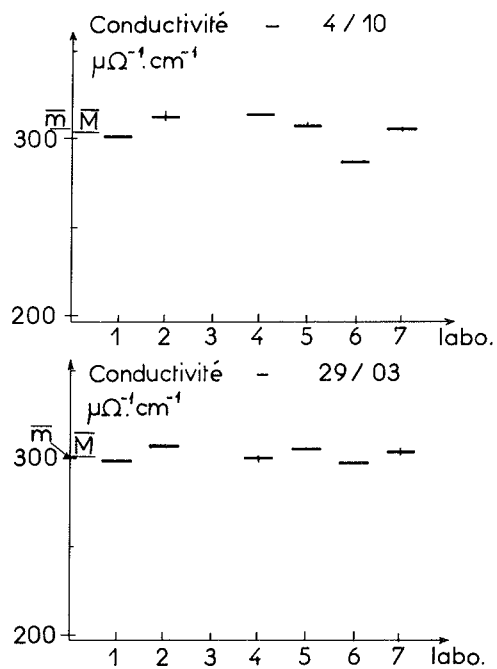
Les tableaux 1, 2 et 3 donnent pour chaque élément les résultats de l'exploitation statistique des moyennes de tous les laboratoires.

INTERPRETATION DES RESULTATS

L'examen des figures et tableaux nous permet pour chaque détermination de faire les observations suivantes :

CONDUCTIVITE (figure 1)

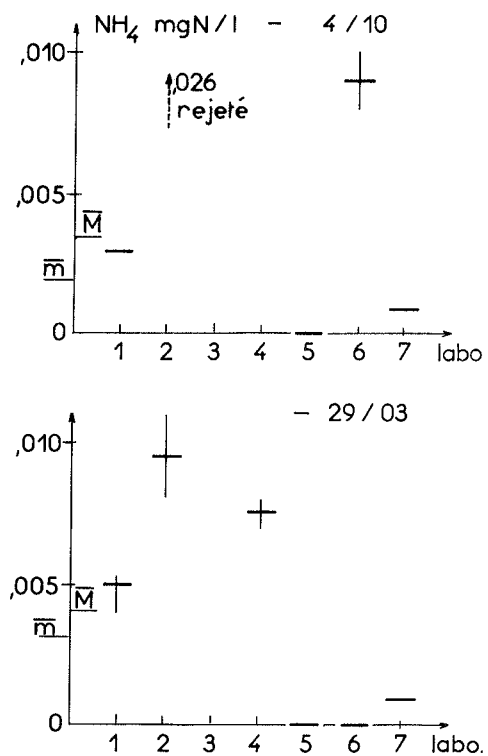
Mis à part la valeur un peu faible du laboratoire 6 en octobre les résultats sont tout à fait corrects.



FORMES DE L'AZOTE

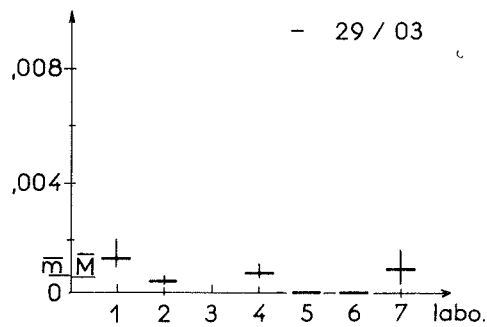
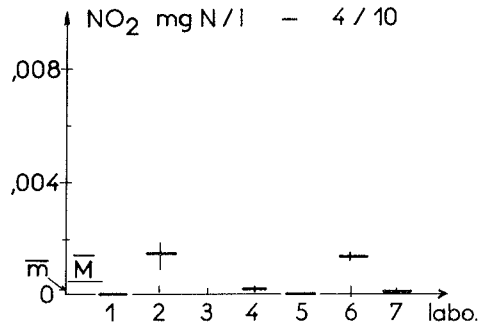
- Azote ammoniacal (figure 2)

Les concentrations rencontrées sont à la limite de détection des méthodes et les risques de contamination des échantillons sont grands, ce qui conduit à une mauvaise précision.



- Azote nitreux (figure 3)

Comme pour l'azote ammoniacal les concentrations rencontrées sont à la limite des méthodes de dosage. Il faut toutefois remarquer que comme l'année précédente il n'y a pas de valeurs très élevées ce qui confirme notre observation de 1981 relative au faible taux de contamination rencontré lors de ce dosage.

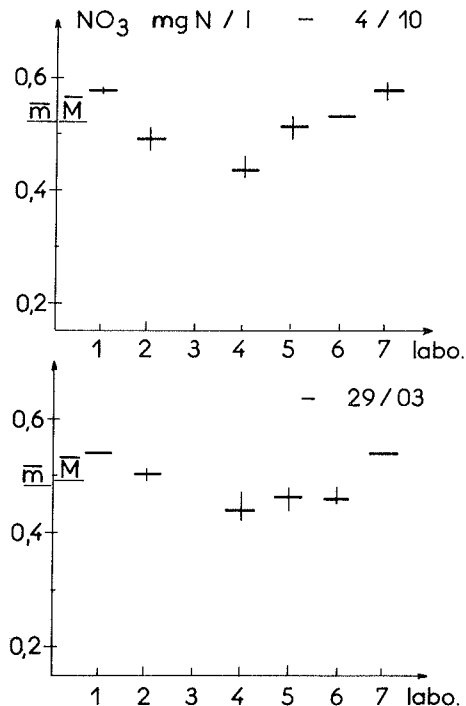


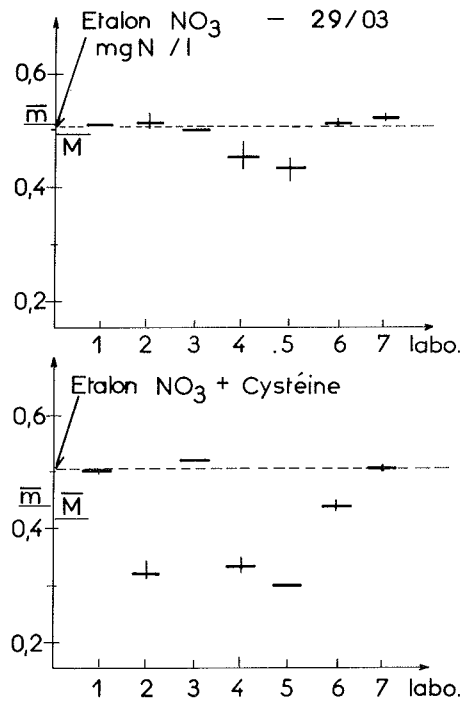
- Azote nitrique (figures 4 et 5)

Nous avons observé l'année passée des divergences persistantes entre les laboratoires, divergences pouvant faire penser à des erreurs systématiques.

Nous retrouvons cette année le même type de variation. Les analyses des solutions étalons pures et additionnées de composé organique (cystéine) montrent (figure 5) que sur la solution de nitrate pure les résultats sont dans l'ensemble acceptables; par contre sur la solution avec ajout de cystéine les résultats montrent une dispersion accrue dans le sens d'une interférence négative.

D'autres essais ont été programmés et seront discutés l'an prochain.

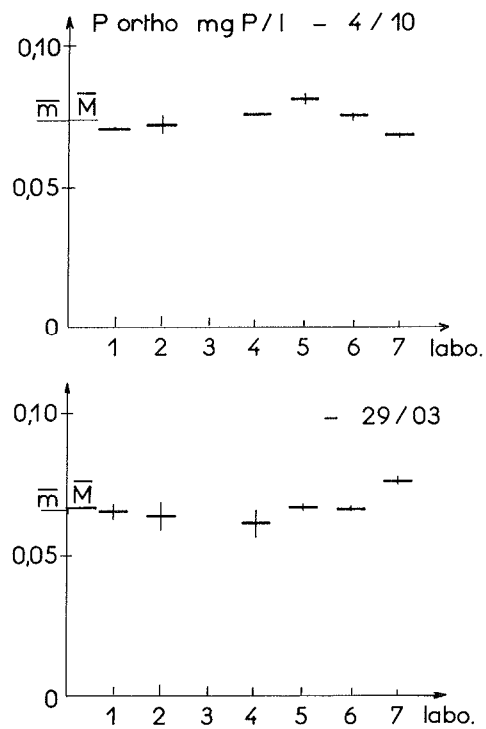




FORMES DU PHOSPHORE

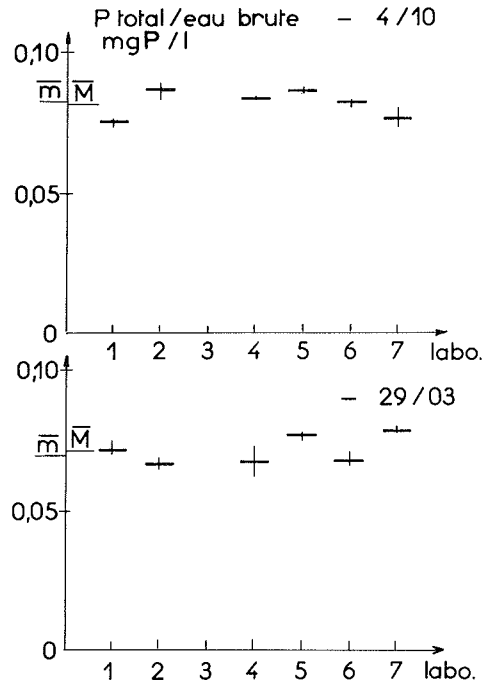
- P orthophosphates (figure 6)

Ces résultats conservent la même variabilité que ceux de l'année précédente, variabilité que l'on aura de la difficulté à atténuer car les concentrations rencontrées sont encore relativement faibles pour les techniques d'analyses utilisées.



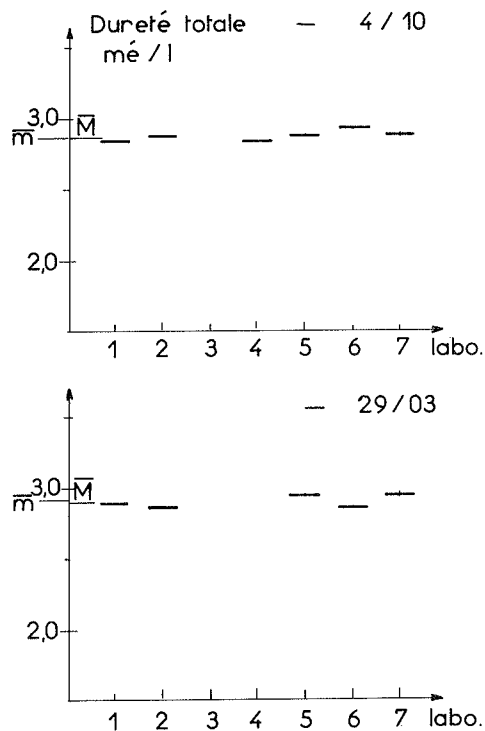
- Phosphore total (figure 7)

La variabilité est identique à celle observée pour les orthophosphates. On peut comme l'an passé observer un parallélisme des figures P ortho/P total pour la même série, ce qui semblerait indiquer des variations dues à des causes propres à chaque laboratoire lors du dosage des orthophosphates directement ou après minéralisation. Peut-être y-a-t-il des variations de la pente des courbes d'étalonnage.



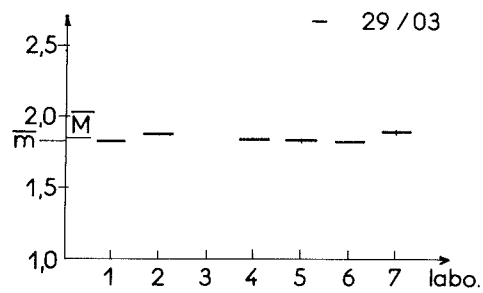
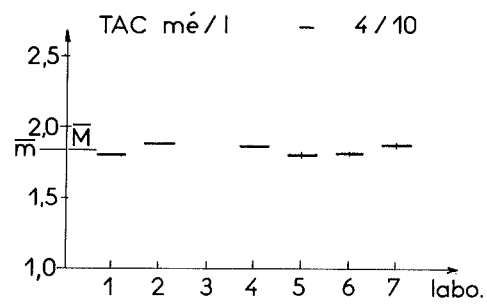
DURETE TOTALE (figure 8)

Résultats très bons.



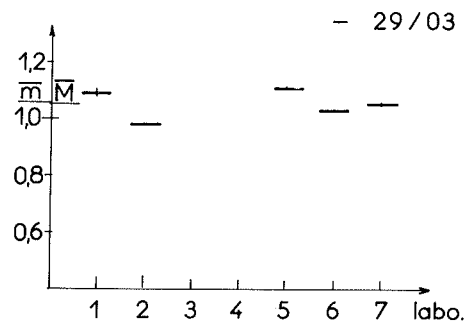
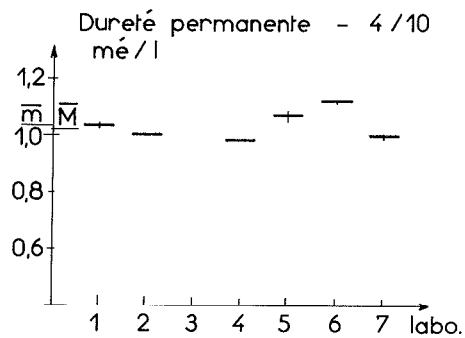
ALCALINITE (TAC) (figure 9)

Résultats excellents.



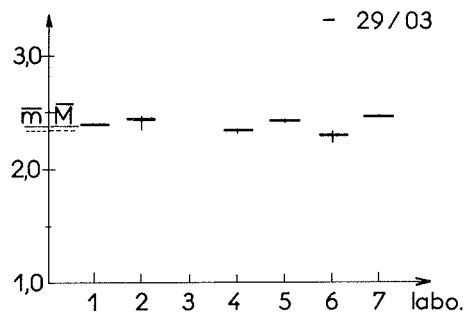
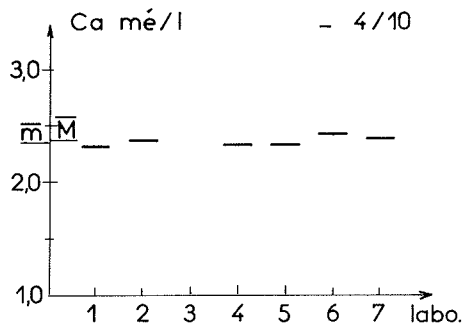
DURETE PERMANENTE (figure 10)

Ce paramètre est calculé par différence (Dureté totale - Alcalinité); il conduit aussi à des résultats tout à fait convenables.



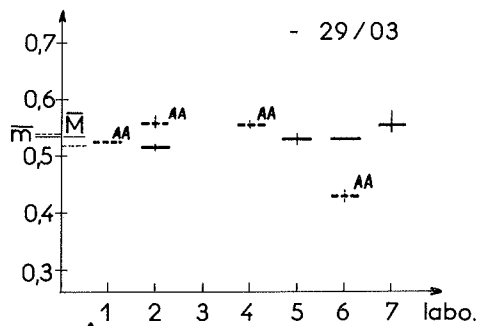
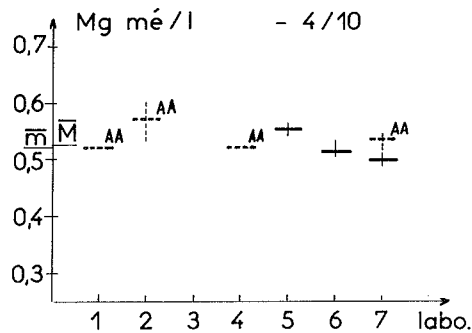
CALCIUM (figure 11)

Résultats corrects.



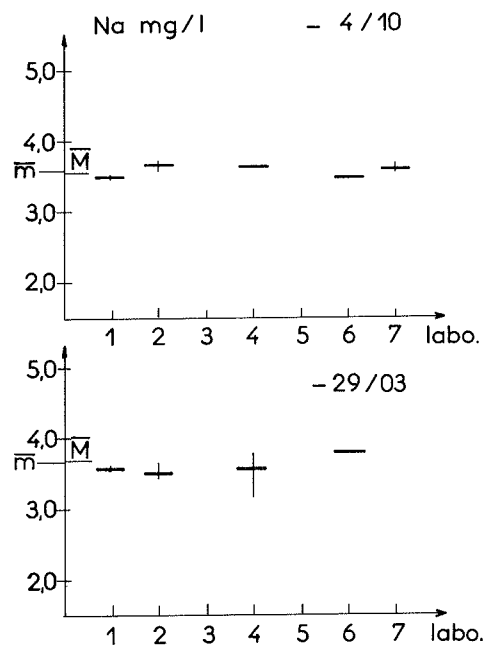
MAGNESIUM (figure 12)

Mis à part le résultat un peu faible du laboratoire 6 en absorption atomique (AA), les résultats sont semblables à ceux de l'an passé. Les résultats par absorption atomique sont paradoxalement plus divergents que ceux obtenus par complexométrie, il y a là peut-être un problème de maîtrise d'une technique très performante mais plus exigeante vis-à-vis des paramètres de fonctionnement.



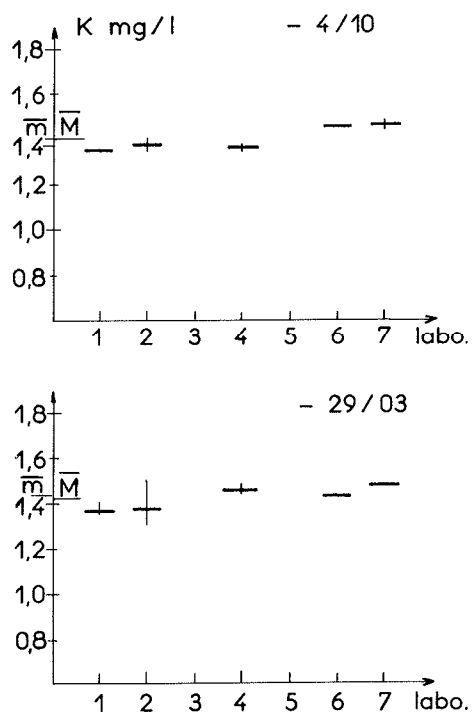
SODIUM (figure 13)

Les résultats se sont nettement améliorés depuis 1981 puisque le coefficient de variation est passé de plus de 6 % à moins de 3 % et ceci pour les deux séries d'analyses.



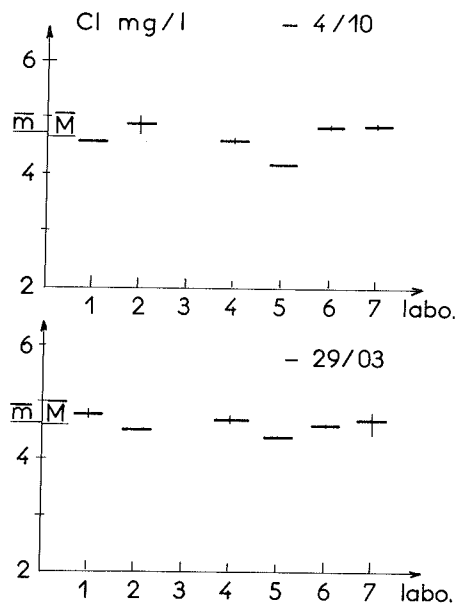
POTASSIUM (figure 14)

Les résultats sont là aussi très bons et meilleurs que l'an passé.



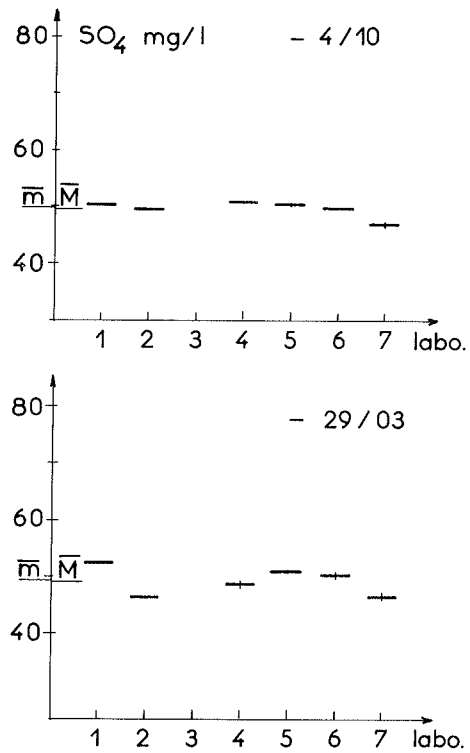
CHLORURES (figure 15)

Les résultats sont convenables.



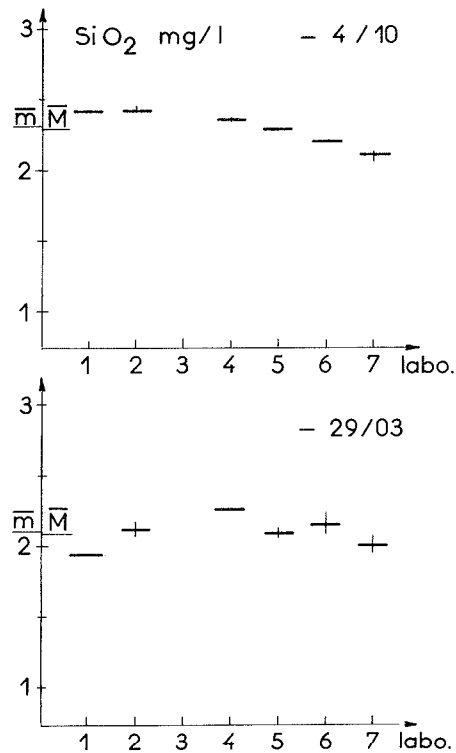
SULFATES (figure 16)

Les résultats sont bons dans l'ensemble mais avec une variabilité un peu plus élevée pour la série de mars.



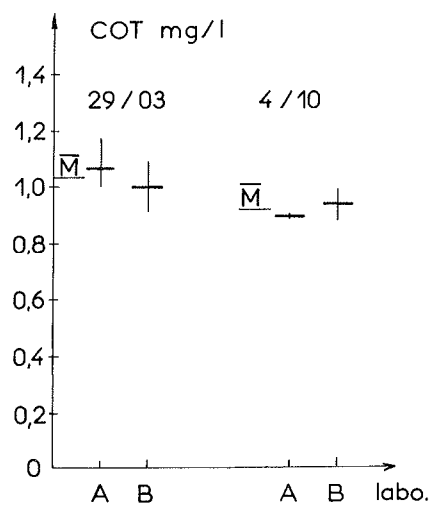
SILICE (figure 17)

Les résultats sont en légère amélioration sur ceux de 1981. On ne détecte plus d'écarts systématiques.



CARBONE ORGANIQUE TOTAL (figure 18)

Compte tenu de la très faible teneur en carbone organique des échantillons les résultats peuvent être qualifiés de très bons.



CONCLUSIONS

Cette année encore les résultats des analyses comparatives interlaboratoires montrent que les laboratoires travaillant au sein de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman obtiennent des résultats tout à fait convenables.

Quelques points délicats subsistent concernant les formes de l'azote mais ces difficultés sont inhérentes aux concentrations très faibles rencontrées pour l'azote ammoniacal et l'azote nitreux et à la dispersion encore trop grande dans les résultats de l'azote nitrique.

TABLEAU 1 - Analyses du 29 mars 1982
Exploitation des moyennes des laboratoires

Paramètres analysés	Nombre de laboratoires	Médiane \bar{m}	Moyenne \bar{M}	Ecart-type estimé	Coefficient de variation %
				$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{M})^2}{n - 1}}$	$\frac{100 \sigma}{\bar{M}}$
Conductivité $\mu\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ à 25°C	6	301.3	301.5	3.6	1.2
NH ₄ ⁺ mg N/l	6	0.003	0.004	0.004	98
NO ₂ ⁻ mg N/l	6	0.0007	0.0006	0.0005	89
NO ₃ ⁻ mg N/l	6	0.48	0.49	0.043	8.8
P ortho mg P/l	6	0.066	0.067	0.005	7.6
P total mg P/l	6	0.070	0.072	0.005	7.0
Dureté totale mē/l	5	2.91	2.90	0.045	1.5
Alcalinité TAC mē/l	6	1.83	1.85	0.031	1.7
Dureté permanente mē/l	5	1.06	1.05	0.05	4.7
Ca ⁺⁺ mē/l Complex. Ab. atom	4 4	2.38 2.35	2.38 2.34	0.06 0.10	2.5 4.1
Mg ⁺⁺ mē/l Complex. Ab. atom.	4 4	0.53 0.54	0.53 0.52	0.017 0.06	3.1 11.6
Na ⁺ mē/l	5	3.65	3.66	0.10	2.8
K ⁺ mē/l	5	1.43	1.42	0.05	3.5
Cl ⁻ mg/l	6	4.62	4.59	0.14	3.1
SO ₄ ⁻⁻ mg/l	6	49.3	49.1	2.6	5.2
SiO ₂ mg/l	6	2.10	2.09	0.11	5.4
COT mg C/l	2		1.03	0.045	4.3

TABLEAU 2 - Analyses du 4 octobre 1982
Exploitation des moyennes des laboratoires

Paramètres analysés	Nombre de laboratoires	Médiane \bar{m}	Moyenne \bar{M}	Ecart-type estimé	Coefficient de variation %
				$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{M})^2}{n - 1}}$	$\frac{100 \sigma}{\bar{M}}$
Conductivité $\mu\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ à 25°C	6	306.0	304.2	9.8	3.2
NH ₄ ⁺ mg N/l	5 (4)	0.003 (0.002)	0.008 (0.0035)	0.011 (0.004)	132 (108)
NO ₂ ⁻ mg N/l	6	0.0002	0.0005	0.0007	130
NO ₃ ⁻ mg N/l	6	0.52	0.52	0.054	10.3
P Ortho mg P/l	6	0.074	0.074	0.0045	6.1
P total mg P/l	6	0.083	0.082	0.005	6.0
Dureté totale mē/l	6	2.87	2.87	0.032	1.1
Alcalinité TAC mē/l	6	1.84	1.84	0.33	1.8
Dureté permanente mē/l	6	1.02	1.03	0.05	5.0
Ca ⁺⁺ mē/l	6	2.34	2.35	0.04	1.7
Mg ⁺⁺ mē/l	7	0.52	0.53	0.024	4.5
Na ⁺ mē/l	5	3.58	3.56	0.09	2.5
K ⁺ mē/l	5	1.37	1.40	0.05	3.7
Cl ⁻ mg/l	6	4.70	4.64	0.27	5.7
SO ₄ ⁻⁻ mg/l	6	49.9	49.4	1.4	2.8
SiO ₂ mg/l	6	2.32	2.29	0.13	5.5
COT mg C/l	2		0.91	0.030	3.3

Les chiffres entre parenthèses sont ceux obtenus après élimination des résultats aberrants suivant le test de Fischer pour une probabilité de 95 %.

TABLEAU 3 - Analyse du 29 mars 1982
Etalons de nitrates purs et avec ajout de cystéine

Echantillon	NO ₃ mg N/l valeur théorique	Nombre de laboratoires	Médiane \bar{m}	Moyenne \bar{M}	Ecart-type estimé $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{M})^2}{n - 1}}$	Coefficient de variation % $\frac{100 \sigma}{\bar{M}}$
Etalon	0.504	7	0.51	0.492	0.035	7.1
Etalon NO ₃ + cystéine (0.15 mg N/l)	0.504	7	0.44	0.417	0.097	23