

S O M M A I R E

PREAMBULE	p. 7
1. RAPPORTS SUR L'EVOLUTION DU LEMAN	9
Carte des stations de prélèvements au lac et aux affluents	10
1.1. EVOLUTION PHYSICO-CHIMIQUE DU LEMAN	11
1. Introduction	11
2. Conditions de prélèvement des échantillons Météorologie, etc.	12
3. La transparence de l'eau	14
4. La thermique du lac	18
5. Le pH de l'eau	21
6. L'oxygène dissous et son taux de saturation	23
6.1. L'oxygène	23
6.2. Le taux de saturation en oxygène	28
7. Evolution de l'azote	31
7.1. L'azote minéral total	31
7.2. L'azote ammoniacal	32
7.3. L'azote nitreux	36
7.4. L'azote nitrique	39
7.5. L'azote organique	42
7.6. L'azote total	43
8. Evolution du phosphore	43
8.1. Les orthophosphates	43
8.2. Le phosphore organique	47
8.3. Le phosphore total	49
9. Tableaux généraux	54
1.2. EXAMENS BIOLOGIQUES DES EAUX DU LEMAN	69
A. ETUDE DU PHYTOPLANCTON DES EAUX VAUDOISES DU LEMAN	69
1. Introduction	69
2. Résultats	69
3. Tableaux récapitulatifs	71
B. DIVERSITE SPECIFIQUE DU PHYTOPLANCTON DES EAUX VAUDOISES DU LEMAN	75
1. Introduction	75
2. Tableaux récapitulatifs	78
C. LE PLANCTON RECOLTE AU FILET DANS LA REGION SUD DU GRAND LAC	83
1. Evaluation des quantités globales de plancton	83
2. Transparences	84
3. Variations qualitatives du phytoplancton	85
4. Les rotifères	87
5. Tableaux récapitulatifs	88

D.	EXAMENS BIOLOGIQUES DES EAUX DU PETIT LAC	p.	91
1.	Phytoplancton du point GE 4 en 1973		91
2.	Nannoplancton		93
3.	Succession annuelle des espèces		93
4.	Prolifération d'Aphanizomenon dans la rade de Genève et au point GE 4		95
5.	Nouvelles espèces signalées au Léman en 1973		96
6.	Conclusions		98
7.	Tableaux généraux		100
1.3.	EXAMENS BACTERIOLOGIQUES DES EAUX DU LEMAN		107
1.	Introduction, Avertissement		107
2.	Nombre d'analyses et germes recherchés en 1973		109
3.	Les germes totaux		110
4.	Les coliformes		113
5.	Les entérocoques		114
6.	Les clostridiiums sulfito-réducteurs		116
7.	Les bactériophages fécaux		116
8.	Bactériologie des eaux des stations de pompage		116
9.	Tableaux généraux		117
1.4.	CONCLUSIONS GENERALES SUR L'EVOLUTION DU LEMAN		125
1.	Examens physicochimiques		125
2.	Examens biologiques		128
3.	Examens bactériologiques		130
2.	ETUDE DES AFFLUENTS DU LAC LEMAN ET DU RHONE ENTRE GENEVE ET CHANCY		131
1.	Généralités		131
1.1.	Programme		131
1.2.	Météorologie et débitmétrie		131
2.	Résultats des analyses physicochimiques et études des apports		134
2.1.	Paramètres physiques, température, pH, conductivité		134
2.2.	Paramètres chimiques,		135
	Oxygène dissous et demande en oxygène		135
	Azote minéral et organique		137
	Phosphore		141
	Détergents		144
	Hydrocarbures		144
	Autres éléments		145
	Bactériologie		145
3.	Evolution de la qualité de l'eau le long du cours de quelques affluents		146
	La Dranse		146
	La Versoix		147
	Le Vengeron		148
	L'Arve		149
4.	Conclusions		149
5.	Tableaux généraux		152

3. ORIGINE DU PHOSPHORE DANS LE RHONE	p. 209
1. Introduction	209
2. Points de prélèvement et leur situation géographique	209
3. Analyses	211
4. Résultats analytiques	211
5. Comparaison entre les années 1971, 1972 et 1973	211
6. Conclusions	213
7. Tableaux généraux	214
4. INFLUENCE DES REJETS DES STATIONS D'EPURATION SUR LA QUALITE DE L'EAU DES RECEPTEURS	229
1. Introduction	229
2. Marche des stations du Grand Saconnex et de Vidy	231
3. Efficacité des stations d'épuration	231
4. Respect des exigences officielles	232
5. Conclusions	233
6. Tableaux généraux	234
5. ETUDE BIOLOGIQUE PROSPECTIVE	245
1. Tests de fertilité potentielle	245
2. Essais d'enrichissement "in situ"	249
3. Tableaux récapitulatifs des essais	250
4. Résultats graphiques des essais	257
6. ETUDE DES APPORTS ATMOSPHERIQUES AU LAC LEMAN	263
1. Introduction	263
2. Conclusions	264
3. Tableaux récapitulatifs	265
7. INFLUENCE DES REJETS DE LA STATION D'EPURATION DE VIDY SUR LA FAUNE BENTHIQUE DU LEMAN	287
1. Introduction	287
2. Station étudiée	288
3. Méthodes	288
4. Résultats biologiques	289
5. Discussion	292
6. Bibliographie	294
7. Tableaux généraux	295
8. BIBLIOGRAPHIE	301
9. ADRESSES DES AUTEURS DES RAPPORTS	303

## P R E A M B U L E

Le présent rapport est publié par les soins de la Commission internationale.

Il rend compte d'une partie des travaux effectués en 1973 par la Sous-Commission technique de la Commission internationale, en application du programme quinquennal des travaux et recherches 1971-1975 de mai 1970, auquel il a été largement fait allusion dans les rapports précédents.

S'attachant à faire de la recherche appliquée - la recherche de base étant réservée aux Instituts scientifiques spécialisés : Universités, boursiers, etc. -, les auteurs qui ont été chargés d'établir les rapports de synthèse ont cherché à mettre en évidence, selon diverses méthodes, l'évolution du lac Léman et de ses affluents et, si faire se peut, une évaluation des effets de mesures d'assainissement appliquées jusqu'à présent.

Les travaux effectués en 1973 forment sept chapitres de dimensions variées.

### 1. Etude sanitaire du Léman

Le rapport physico-chimique est plus modeste que celui de l'année dernière. Il se borne aux faits essentiels. D'autres données d'un grand intérêt seront reprises ces années prochaines.

Le rapport biologique concerne cette année les diverses régions du lac; sur la rive nord du lac (eaux vaudoises), le travail englobant les années 1971-1973 est complété d'une étude statistique de la diversité spécifique du phyto-plancton. Dans la région sud du Grand Lac est faite une synthèse notamment sur le plancton récolté au filet. Pour le Petit Lac, il s'agit à la fois de plancton récolté au filet et de nanoplancton, ces deux techniques étant appliquées conjointement.

Le rapport bactériologique concerne l'ensemble du Léman.

Comme l'année passée, les conclusions de ces trois rapports sont réunies dans un chapitre particulier, qui débute en page 125 du présent volume.

### 2. Etude des affluents du lac Léman et du Rhône entre Genève et Chancy

La présentation de cette étude a été modifiée. Il a été accordé plus d'attention encore aux moyennes pondérées (représentées précédemment uniquement par les tonnages). Comme par le passé, les tableaux récapitulatifs ont été conservés. De par la modification de quelques modes de calculs, certaines moyennes, qui seront précisées ultérieurement, sont mises entre parenthèses.

### 3. Origine du phosphore dans le Rhône

Comme l'année dernière, l'auteur a cherché à préciser la cause des apports en phosphore. Sont mis en évidence certaines causes inattendues.

### 4. Etude de l'influence des stations d'épuration sur la qualité de l'eau des récepteurs

L'échantillonnage des stations d'épuration choisies est réduit, suffisant

cependant pour attirer à nouveau l'attention sur la nécessité du contrôle du fonctionnement des stations et l'observation des directives en matière de rejets.

#### 5. Etude biologique prospective

Cette étude met l'accent sur la fertilité potentielle des eaux du lac et de quelques affluents et sur les questions importantes de production primaire du Léman.

#### 6. Etude des apports atmosphériques

Le travail esquissé l'an dernier est plus développé; il précise et corrige certaines données. Il ouvre la porte à des recherches étendues qui mériteraient d'être faites, sur le ruissellement notamment.

#### 7. Influence des rejets de la station d'épuration de Vidy sur la faune benthique du Léman

Ce premier rapport biologique sur le benthos est une des faces du problème général posé : comment les rejets épurés d'une station d'épuration se dispersent-ils dans la masse lacustre et dans quelle mesure l'influencent-ils.

---

Parmi d'autres travaux, signalons le rapport sur la répartition des macrophytes au Léman, qui fera l'objet d'une édition séparée.

---

La bibliographie de travaux récents sur le Léman donnée en fin de volume n'a pas la prétention d'être exhaustive. Son but est d'attirer l'attention sur certains travaux importants. Une notice bibliographique consacrée au Léman est envisagée.

A toutes fins utiles, la liste et l'adresse des auteurs ayant participé à l'élaboration des textes se trouve également en fin de volume.

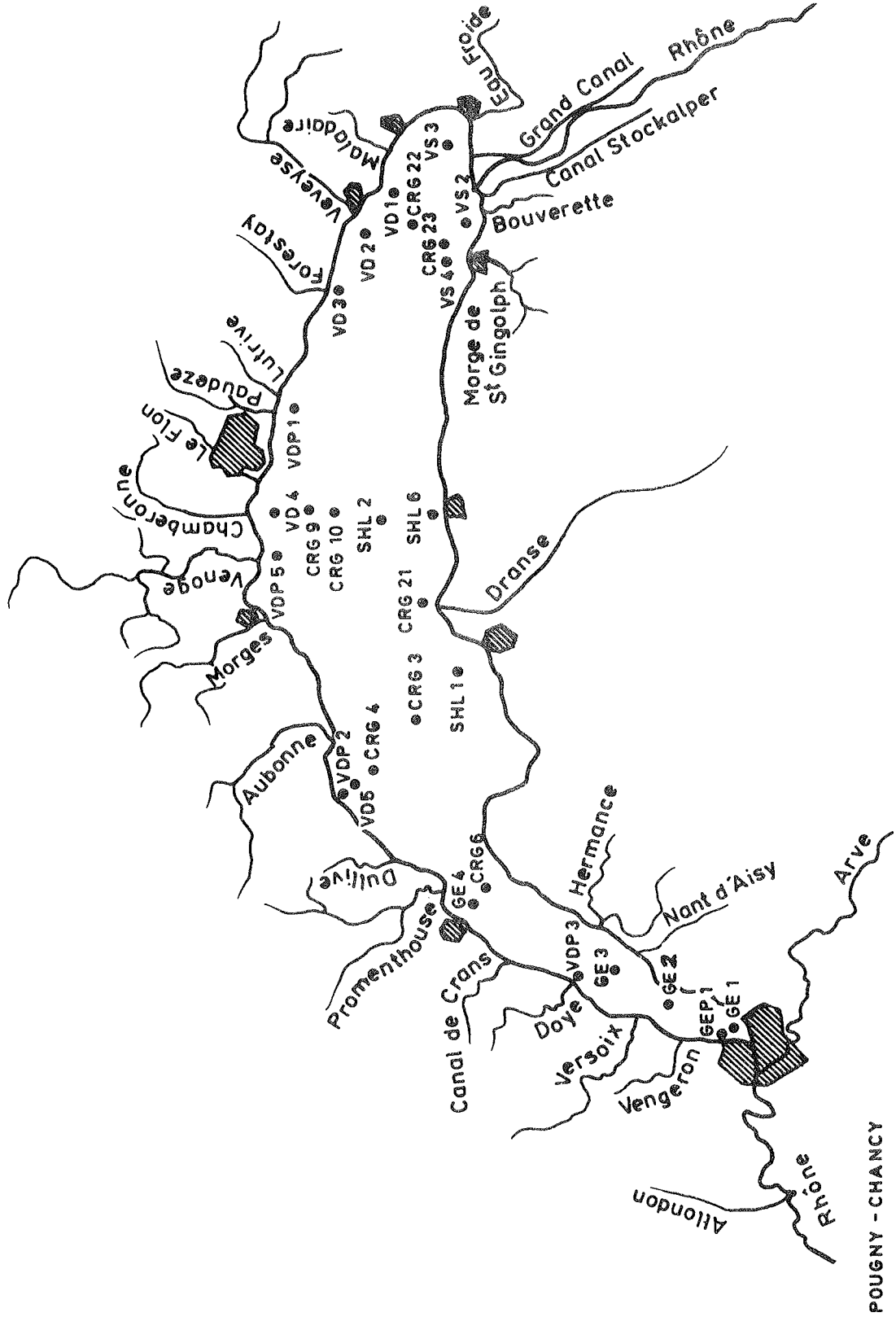
Le Secrétariat de la Commission internationale est à disposition des lecteurs pour leur apporter tous éclaircissements qu'ils souhaiteraient.

René Monod

Dr ès Sciences

ETUDE SANITAIRE DU LAC LEMAN - ETUDE DES AFFLUENTS

Situation des Stations de Prélèvement



POUGNY - CHANCY

## EVOLUTION PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DU LEMAN

Campagne 1973

par R. Monod

Secrétaire de la  
Commission internationale  
Lausanne

INTRODUCTION

Le présent rapport fait suite à ceux parus précédemment concernant les travaux entrepris en 1971 et 1972.

Les buts de ces travaux ont été clairement définis les années précédentes. Le programme n'a pas été modifié; d'une manière générale, il a pu être réalisé. Seul le mauvais temps a retenu quelques laboratoires en octobre, novembre ou décembre.

Comme l'année passée, les résultats analytiques physico-chimiques et bactériologiques ont été mis sur cartes perforées et traités sur ordinateur CDC Cyber 7326 de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

Pour l'année 1973, les résultats des observations se trouvent sur 7052 cartes perforées, qui contiennent les renseignements suivants :

3'748 données sur les conditions de prélèvements, la météorologie et l'état de l'eau

144 données sur les volumes de plancton prélevé dans des conditions standard

2'235 mesures de températures de l'eau

32'270 mesures physico-chimiques représentant 44 déterminations différentes

5'626 résultats d'analyses bactériologiques.

Soit au total plus de 44'000 données récoltées par les cinq laboratoires associés pour la réalisation de ce programme.

Le nombre de stations d'observation reste de 28. Pour ce qui est des observations au sujet de la répartition géographique des résultats, nous renvoyons le lecteur aux observations faites aux pages 12 et 13 du précédent rapport (année 1972).

## 2. CONDITIONS DE PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

### METEOROLOGIE

### ETAT DU LAC

En 1973, 105 journées de navigation ont été consacrées aux prélèvements par les cinq laboratoires. Le nombre de journées par mois varie de 7 à 11 suivant les conditions atmosphériques.

En principe, les campagnes mensuelles devraient être échelonnées sur trois jours. Pratiquement, en fonction des conditions atmosphériques, ou de la disponibilité des laboratoires, cette durée peut s'étendre sur 8 ou 10 jours.

Les heures de prélèvements sont variables, s'échelonnant entre 0700 h. et 1745 h. suivant les saisons. Les stations ne sont pas nécessairement visitées toujours dans le même ordre.

La nébulosité au moment des prélèvements a été inférieure à celle de l'année précédente :

	<u>1972</u>	<u>1973</u>
Ciel sans nuages	13 %	19 %
Nébulosité inférieure à 50 %	22 %	21 %
Nébulosité égale à 50 %	10 %	13 %
Nébulosité comprise entre 50 et 100 %	15 %	19 %
Ciel entièrement nuageux	40 %	28 %

Le ciel fut particulièrement nuageux aux mois de janvier, février et septembre. Il fut très clair en juin et août.

Dans 48 % des cas, les prélèvements ont eu lieu à l'ombre.

Quant au temps qu'il a fait, il a été meilleur en 1973 qu'en 1972, on a noté la présence de brouillard dans 8 % des cas, (5 % en 1972), notamment en janvier. Le brouillard est fréquent sur la rive sud-orientale du Grand Lac.

Il y a eu moins de brume en 1973 qu'en 1972 (38,5 % des cas contre 50 %), mais on en trouve chaque mois de l'année: brume d'hiver surtout en janvier, mars et décembre, brume estivale de beau temps en juin et août.

Les observateurs ont rencontré de la pluie huit mois sur douze, dans 9,5 % des cas (moins qu'en 1972 : 12 % des cas).

Il a neigé en mars, avril et décembre (1,5 % des cas).

Dans 42,5 % des cas, le temps a été qualifié de clair (31 % en 1972).



Les observations relatives aux vents sont résumées dans le tableau suivant :

	<u>1972</u>	<u>1973</u>
Calme plat	29,8 %	35,1 %
Vent du secteur N	22,2 %	10,2 %
NE	8,5 %	9,9 %
E	2,3 %	3,5 %
SE	5,6 %	5,1 %
S	7,8 %	4,2 %
SW	4,2 %	5,4 %
W	10,1 %	21,8 %
NW	9,5 %	4,8 %

Il y a eu plus de "calme" en 1973, moins de vent du secteur N et NW, plus de vent du secteur W et SW.

La force du vent, estimée selon l'échelle Beaufort, a été la suivante :

Force 0	24,6 % (non mesurable)
1	32,5 %
2	18,2 %
3	10,8 %
4	10,4 %
5	3,0 %
6	0,5 %

On a rencontré moins de vents très faibles en 1973 qu'en 1972, et plus de vents moyens.

Le lac a été un peu plus agité qu'en 1972 :

	<u>1972</u>	<u>1973</u>
Lac plat	33,5 %	26,9 %
Lac un peu ridé	22,5 %	22,0 %
Vaguelettes	21,0 %	25,5 %
Petites vagues	13,5 %	16,7 %
Vagues plates	4,0 %	2,8 %
Vagues déferlantes	1,0 %	2,1 %
Houle courte	2,5 %	2,5 %
Houle longue	2,0 %	1,4 %

Quant à la propreté du lac, elle semble meilleure que l'année précédente. Le lac a été signalé comme propre dans 86 % des cas en 1973 contre 77,5 % en 1972. On trouve la même fréquence de branchage et troncs (2,2 %), moins de feuilles (0,7 % contre 3,3 %), moins de pollen (6,2 % contre 9,6 %), un peu plus d'amas d'algues (1,8 % contre 1,5 %), moins de détritits divers (3,2 % contre 5,9 %).

Les observations relatives à la couleur de l'eau observée au-dessus du disque de Secchi, toutes subjectives qu'elles soient, offrent cependant quelque intérêt.

On obtient les pourcentages suivants :

	<u>1972</u>	<u>1973</u>
Vert	57,1 %	53,8 % des cas
Vert-jaune ou jaune-vert	24,2 %	26,4 %
Bleu-vert ou vert-bleu	11,2 %	10,8 %
Vert-gris	5,6 %	5,8 %
Jaune-brun	1,5 %	0,4 %
Jaune	0,4 %	1,1 %
Gris-bleu et bleu	0 %	1,7 %

Les teintes vert-bleu ou bleu-vert diminuent encore. Mais réapparaît la teinte bleue, aux stations SHL 1, 2 et 6. La fréquence des teintes jaunes ne varie guère depuis l'année précédente .

La température de l'air, mesurée au moment du prélèvement, a varié de  $-1,0^{\circ}\text{C}$  en janvier à  $28^{\circ}\text{C}$  en août. Le tableau No 1 indique les moyennes observées dans les diverses régions du lac. En 1973, la température moyenne de l'air a été supérieure à celle mesurée en 1972 ( $11^{\circ}\text{C}$  contre  $10^{\circ}\text{C}$ ), pratiquement sur tout le lac.

Il faut noter que le début de saison (février à avril) a été fortement déficitaire. L'excédent thermique s'est manifesté notamment en mai et juin et d'août à novembre. (voir rapport précédent, page 79)

### 3. LA TRANSPARENCE DE L'EAU

Les tableaux récapitulatifs No 2 et 3 donnent l'ensemble des mesures effectuées en 1973 et les moyennes calculées dans les différentes régions.

La mesure de la transparence de l'eau demeure encore d'actualité. Ses relations étroites avec la quantité de plancton présent dans le Léman ont été particulièrement bien mises en évidence par Pelletier.

#### 3.1. Le Léman pris dans son ensemble

En moyenne, la situation s'est améliorée au Léman de 0,5 m en 1973 par rapport à 1972, ce qui représente une augmentation de 0,8 m depuis 1971. (1971 : 6,7 m; 1972 : 7,03 m; 1973 : 7,57 m). Il faut cependant se montrer prudent quant aux conclusions que l'on pourrait tirer. La transparence de l'eau reste très basse en saison de poussée algale, (mois de mai) où elle est le second minimum mensuel observé en quinze ans avec une moyenne de 2,57 m. Les mois de juin et juillet restent encore dans les valeurs basses.

Le tableau du haut de la page suivante donne les moyennes mensuelles pour les trois dernières années et la norme mensuelle moyennes multiannuelles.

Il est aisé de constater que la transparence demeure en dessous de la moyenne annuelle six mois de l'année : janvier, mai, juin, juillet, septembre et novembre.

Transparence moyenne en m

Mois	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>	<u>Norme</u>
Janvier	13,47	10,71	12,07	12,21
Février	11,39	9,56	11,25	11,03
Mars	11,50	5,88	11,72	9,12
Avril	2,56	4,68	5,17	4,78
Mai	2,41	3,31	2,57	4,57
Juin	7,88	8,44	6,39	7,58
Juillet	4,15	4,54	5,23	6,05
Août	5,30	4,52	6,68	5,73
Septembre	4,50	8,43	5,60	5,74
Octobre	5,69	7,89	7,48	6,00
Novembre	6,77	7,65	7,56	8,43
Décembre	8,78	10,28	9,32	9,17

3.2. Maxima et minima

Ils figurent dans le tableau ci-dessous.

Mois	Maxima		Minima	
	1972	1973	1972	1973
Janvier	15,1	17,8	7,6	9,8
Février	14,5	16,6	5,0	8,5
Mars	12,2	16,7	2,6	7,0
Avril	7,9	8,0	1,3	2,1
Mai	5,0	4,1	1,7	1,7
Juin	11,8	9,4	4,6	3,5
Juillet	7,0	7,7	2,9	3,2
Août	10,0	9,5	1,7	3,9
Septembre	11,6	7,3	4,9	3,6
Octobre	10,6	9,9	5,5	6,2
Novembre	11,3	9,4	4,3	5,4
Décembre	13,3	13,3	8,5	6,1

Six mois de l'année, les maxima de 1973 sont inférieurs à ceux de 1972. Pour quelques stations seulement, les maxima dépassent les valeurs absolues du tableau pour l'année 1971 (p. 19). Les minima moyens sont en général supérieurs en 1973 à ceux de 1972, sauf en juillet, septembre et décembre. Ce sont surtout les fortes transparences des trois premiers mois de l'année qui ont influencé fortement la moyenne.

3.3. Grand Lac - Petit Lac

En 1973, il n'y a guère de différence entre les deux régions par rapport à 1972, le Grand Lac s'est éclairci, passant de 6,81 m à 7,57 m. alors que le Petit Lac est devenu plus trouble, la transparence passant de 8,03 m à 7,55 m. Il faut se souvenir que, dans le Petit Lac, la situation de 1972 avait été exceptionnellement favorable. Une diminution subséquente de la transparence en 1973 y est dans l'ordre naturel des choses.

On observe depuis quelques années déjà ces mouvements de bascule, dont l'origine doit être recherchée à la fois dans des conditions atmosphériques particulières et dans des variations particulièrement spectaculaires, qualitatives et quantitatives du plancton.

### 3.4. Le Grand Lac

Les observations faites ces trois dernières années sont consignées dans le tableau suivant :

Mois	1971	1972	1973
Janvier	14,0	10,7	12,4
Février	11,9	9,6	11,6
Mars	12,3	5,7	12,25
Avril	2,4	4,3	5,16
Mai	2,4	3,3	2,45
Juin	7,6	8,3	5,9
Juillet	3,9	4,4	5,2
Août	5,1	3,5	6,5
Septembre	4,4	8,2	5,6
Octobre	5,6	7,8	7,4
Novembre	6,6	7,5	7,3
Décembre	9,1	10,3	9,5
Moyenne	6,71	6,81	7,57

L'amélioration effective des trois années se marque en avril, juillet et août de 1973. Juin est déficitaire.

3.4.1. Sur la rive sud-orientale, la situation s'améliore et retrouve des valeurs semblables à la moyenne de 1971. L'amélioration se marque surtout en février, mars, avril et août, mais les mois de mai, juin, septembre et novembre sont en déficit. En moyenne, il n'y a guère de différence entre les deux stations de cette région : VS 2 et VS 4.

Les valeurs moyennes de cette région ont oscillé de 7,23 m en 1971 à 6,69 m en 1972 puis à 7,27 m en 1973.

3.4.2. La rive nord orientale est, comme toujours, la plus mauvaise. Mais là aussi, on constate une amélioration moyenne en 1973, effective huit mois de l'année. Mais en juin, septembre, novembre et décembre, il y a au contraire aggravation. Comme à l'ordinaire, la situation s'améliore au fur et à mesure que l'on se déplace vers l'ouest, sauf à Rivaz (VD 3), où les choses s'aggravent. Les valeurs moyennes des trois dernières années figurent dans le tableau suivant :

Année	VS 3	VD 1	VD 2	VD 3	Moyenne
1971	5,64	5,31	5,85	6,56	5,84
1972	4,31	4,53	5,15	7,51	5,38
1973	5,67	6,08	6,49	6,36	6,14

Il est prématuré de dire si l'amélioration constatée aux stations VD 1 et VD 2 est due à la mise en service de la station d'épuration du Pierrier de Clarens.

3.4.3. Sur l'axe Vevey-St-Gingolph, la transparence s'améliore en 1973 en chacune des quatre stations qui le concernent.

3.4.4. Sur l'axe Duchy-Evian, l'amélioration est assez nette.

Les valeurs moyennes mesurées ces trois dernières années sont données dans le tableau du haut de la page suivante.

<u>Station</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>
VD 4	7,30	7,14	7,89
VDP 5	7,38	7,12	8,27
CRG 9	5,21	5,96	8,18
CRG 10	5,26	5,90	8,52
SHL 2	9,49	8,45	9,32
SHL 6	9,19	8,69	9,28
Moyenne	7,37	7,25	8,59

La transparence augmente sur la zone nord du lac, dépassant les valeurs de 1971. Ce n'est pas encore tout à fait le cas dans les régions pélagiques et sud (SHL 2 et SHL 6), bien que le sud soit encore favorisé par rapport au nord.

3.4.5. L'axe Rolle-Thunon a perdu sa première place dans le Grand Lac. En effet, la transparence moyenne n'y est plus que de 8,00 m, alors que nous avons 8,59 m entre Ouchy et Evian.

Les moyennes des mesures figurent dans le tableau suivant :

<u>Station</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>
VD 5	7,06	7,60	7,00
CRG 3	5,57	7,61	7,97
CRG 4	5,79	7,41	7,84
SHL 1	9,53	9,52	9,18
Moyenne	7,05	8,08	8,00

La situation s'est dégradée au sud et au nord de cet axe. (stations VD 5 et SHL 1). Pour les stations intermédiaires, il faut se montrer prudent dans les appréciations, le nombre de mesure ayant servi à l'établissement des moyennes n'étant pas toujours le même. Tout au plus peut-on dire que, dans cette région, la situation est stationnaire.

### 3.5. Le Petit Lac

L'année 1972 avait marqué un net progrès par rapport à 1971. L'année 1973, par contre, montre, en moyenne, une rétrogradation, mais pas à toutes les stations.

Les moyennes annuelles aux diverses stations ont évolué comme suit :

<u>Station</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>
CRG 6	5,06	8,02	7,14
GE 4	7,48	8,58	7,81
GE 3	6,50	8,33	7,76
GE 2	7,21	7,19	7,51
Moyenne	6,66	8,03	7,55

Pour les stations CRG 6 et GE 4, voisines l'une de l'autre à l'entrée du Petit Lac, ainsi que GE 3, les moyennes de 1973 se situent entre celles de 1971 et 1972. Celle de GE 2 est meilleure que les deux années précédentes, tout en restant relativement basse.

### 3.6. Conclusions

Numériquement parlant, la transparence moyenne de l'eau du lac est de 0,5 m supérieure à celle de l'année 1972, avec 7,57 m. La cause en est non pas une diminution de la pollution, mais un déficit dans la croissance des algues en 1973, déficit qu'il faut attribuer avant tout à des causes climatiques.

Le Grand Lac s'est éclairci, passant de 6,81 m en 1972 à 7,57 m en 1973.

Le Petit Lac, par contre, a vu sa turbidité s'accroître nettement.

L'amélioration dans le Grand Lac concerne presque toutes les régions, sauf les deux rives de la partie occidentale (axe Rolle-Thonon).

Cependant, le mouvement de bascule observé des dernières années en ce qui concerne la transparence de l'eau ne permet pas de conclure nettement en faveur d'une amélioration réelle. Les conditions atmosphériques favorables ont joué un grand rôle. Les faibles transparences des mois de mai et septembre à presque toutes les stations restent toujours inquiétantes.

## 4. LA THERMIQUE DU LAC

Nous disposons de 2'235 mesures réparties sur les douze mois de l'année. Les valeurs moyennes pour l'ensemble du Léman figurent au tableau No 4.

### 4.1. Température moyenne de l'eau

En début d'année, le lac a été relativement moins froid que les deux années précédentes. Sauf dans le Petit Lac, les températures superficielles ne sont pas descendues en-dessous de 5°C. Dans le Grand Lac, les mesures ne sont inférieures à 5°C que dans le voisinage de l'embouchure du Rhône. L'hiver 1972-1973 n'a guère été plus rigoureux que le précédent, pas plus d'ailleurs que le suivant (1973-1974). Le réchauffement réel de l'eau n'a débuté cependant qu'en mai. Dans les couches profondes, l'eau est restée froide, un peu moins cependant que l'année précédente.

En été, les températures superficielles ont été assez élevées, plus que l'an précédent. Le maximum moyen a été de 24°15 en août, encadré par des moyennes de 20°85 en juillet et 20°65 en septembre (maximum moyen de 19°62 en août 1972 et de 23°45 en août 1971). En moyenne, et pour des profondeurs d'eau équivalentes (0-50m), la température de l'eau a été plus élevée dans le Grand Lac (9°09 que dans le Petit Lac (8°16), et ceci toute l'année.

Il est intéressant de comparer les moyennes mensuelles des trois dernières années, exprimées en moyenne pondérée.

<u>Mois</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>
Janvier	5,30	5,38	5,79
Février	5,08	5,18	5,50
Mars	4,84	5,32	5,32
Avril	5,49	5,60	5,44
Mai	6,08	6,11	6,10
Juin	6,26	6,80	6,79
Juillet	7,03	7,22	7,11
Août	7,40	7,30	7,37
Septembre	6,93	7,32	7,56
Octobre	6,75	6,96	6,80
Novembre	6,31	6,71	6,56
Décembre	5,91	6,36	5,84
Moyenne	6,11	6,37	6,36

La moyenne des deux dernières années est quasi identique. Pour le reste, il faut noter un réchauffement, fort en janvier et février, et moins accentué en septembre, et un début de saison hivernale plus froid, mais qui ne fait que s'annoncer pour s'estomper en début de l'année 1974.

#### 4.2. Température à la surface du lac

Le tableau ci-dessous indique les variations des trois dernières années :

Mois	1971	1972	1973
Janvier	5,39	6,02	6,33
Février	4,96	5,46	5,61
Mars	5,05	6,19	5,46
Avril	11,61	7,43	6,16
Mai	15,28	9,91	13,33
Juin	15,76	14,96	18,17
Juillet	21,29	19,62	20,85
Août	23,45	18,01	24,15
Septembre	17,41	15,12	20,65
Octobre	13,33	12,51	12,01
Novembre	9,45	9,46	9,94
Décembre	7,16	8,21	6,65
Moyenne	13,14	11,25	12,59

Le réchauffement des couches superficielles à la fin de l'hiver est manifeste, caractéristique des hivers doux. A noter également les gains de l'été, de juin à septembre.

Si l'on considère les couches superficielles de 0 à 50 m de profondeur, on note les variations suivantes :

Prof.	1971	1972	1973
Surface	13,14	11,25	12,59
0 m	12,39	10,73	11,73
10 m	11,01	10,26	10,68
20 m	8,74	8,98	8,29
30 m	7,15	7,71	7,01
40 m	6,18	6,85	6,29
50 m	5,69	6,44	5,92
Moyenne	9,15	8,88	8,91

Les moyennes 1973 se situent entre celles de 1971 et 1972, sauf dans le métalimnion (20 et 30 m), où elles sont inférieures. Par rapport à 1972, les couches superficielles se sont réchauffées.

Les variations régionales sont données dans le tableau du haut de la page suivante (moyennes de 0 à 50 m).

Le réchauffement de 1973 affecte surtout la partie orientale et centrale du Grand Lac. La partie occidentale du Grand Lac (axe Rolle-Thonon) ne s'est pas réchauffée. Le Petit Lac s'est fortement refroidi, en moyenne de 1°C en deux ans.

Régions	1971	1972	1973
Rive SE	9,13	8,39	9,25
Rive NE	8,91	8,96	9,27
Axe Vevey-St-Gingolph	9,53	8,86	9,24
Axe Ouchy-Evian	8,83	8,89	8,97
Axe Rolle-Thonon	9,31	9,03	9,02
Grand Lac	9,14	8,91	9,09
Axe Nyon-Messery	9,47	8,84	8,70
Petit Lac	9,18	8,74	8,16
Léman	9,15	8,88	8,91

#### 4.3. Température au fond du lac

Les variations des trois dernières années sont symptomatiques :

Prof.	1971	1972	1973
100 m	5,08	5,59	5,65
150 m	4,94	5,10	5,32
200 m	4,90	4,96	5,16
250 m	4,88	4,89	5,00
300 m	4,84	4,87	4,97

Incontestablement, la masse du lac se réchauffe. Si le minimum observé n'a été que de 4°8 au point CRG 10 en novembre à 250 m et 300 m, le maximum lui, a atteint 5°3, supérieur de deux dixièmes à celui des années antérieures.

#### 4.4. Bilan thermique

Il se présente comme suit :

Date	Température °C	Gain de l'été ou perte de l'hiver °C	Gain de l'été ou perte de l'hiver cal/cm <sup>2</sup>
1971 Mars	4,84		
Août	7,40	+ 2,56	+ 39'100
1972 Février	5,18	- 2,22	- 33'900
Sept.	7,32	+ 2,14	+ 32'700
1973 Mars	5,32	- 2,00	- 30'500
Sept.	7,56	+ 2,24	+ 34'200

Il apparaît clairement que les pertes de calories hivernales sont largement compensées par les gains estivaux. En d'autres termes, le lac se réchauffe en 1973. Nous savons du reste que cette évolution se poursuit encore en 1974.

#### 4.5. Conclusions

Du point de vue thermique, à l'hiver froid (relativement) de 1970-1971 succède une série d'hivers chauds, recommençant un cycle que nous avons déjà observé deux fois depuis le début des études. Le réchauffement - ou plus exactement le défaut de refroidissement hivernal - général périodique du lac n'est pas sans influencer défavorablement le ravitaillement en oxygène du lac.



## 5. LE pH DE L'EAU

Nous disposons de 2'109 mesures déterminées "in situ".

### 5.1. Valeurs annuelles moyennes

Les moyennes pour l'ensemble du lac en 1973 sont rassemblées dans le tableau No 5.

La moyenne annuelle est un peu plus élevée que les deux années précédentes, ainsi que cela ressort du tableau comparatif ci-dessous.

Prof.	1971	1972	1973
Surface	8,09	7,98	8,03
5 m	8,02	7,95	8,00
10 m	7,87	7,90	7,90
20 m	7,74	7,81	7,78
30 m	7,67	7,73	7,72
40 m	7,65	7,71	7,71
50 m	7,64	7,67	7,69
0 - 50 m	7,80	7,81	7,83
100 m	7,57	7,58	7,64
150 m	7,55	7,54	7,59
200 m	7,52	7,50	7,51
250 m	7,50	7,40	7,50
300 m	7,44	7,37	7,40
0 - 300 m	7,76	7,77	7,79
Moyenne pondérée	7,63	7,62	7,66

Il n'y a pas aggravation dans l'équilibre physicochimique du lac exprimé par le pH. La plupart des moyennes de 1973 se situent dans l'enveloppe 1971-1972. Font seules exception les moyennes de 50 à 150 m, qui sont plus élevées en 1973.

En profondeur, (300 m), le minimum moyen est de 7,30 unités de pH, alors qu'il avait été de 7,25 l'année précédente. Nonobstant une diminution de la concentration en oxygène, comme nous le verrons plus loin, la valeur du pH reste tout juste stationnaire.

### 5.2. Evolution dans le Grand Lac

Les moyennes dans les couches superficielles allant jusqu'à 50 m de profondeur sont les suivantes :

Prof.	1971	1972	1973
Surface	8,07	7,96	7,99
5 m	7,98	7,92	7,94
10 m	7,83	7,88	7,87
20 m	7,71	7,79	7,74
30 m	7,64	7,71	7,69
40 m	7,62	7,67	7,66
50 m	7,61	7,65	7,65
Moyenne	7,77	7,79	7,78

Les mêmes remarques faites précédemment à propos de l'ensemble du lac sont valables pour le Grand Lac.

Les moyennes mensuelles pour les trois dernières années sont données ci-dessous :

Mois	1971	1972	1973
Janvier	7,68	7,66	7,66
Février	7,65	7,67	7,70
Mars	7,67	7,73	7,69
Avril	7,95	7,86	7,77
Mai	7,92	7,95	7,96
Juin	7,76	7,81	7,97
Juillet	7,84	7,94	7,84
Août	7,78	7,84	7,79
Septembre	7,80	7,75	7,83
Octobre	7,74	7,79	7,77
Novembre	7,71	7,71	7,70
Décembre	7,69	7,69	7,67

A noter une augmentation progressive du pH aux mois de février, mai, juin, et septembre. Les autres variations ne sont pas significatives.

### 5.3. Evolution dans le Petit Lac

Les moyennes pour le Petit Lac sont données dans les deux tableaux suivants :

Prof.	1971	1972	1973
Surface	8,19	8,05	8,20
5 m	8,14	8,06	8,19
10 m	8,02	7,99	8,04
20 m	7,88	7,92	7,94
30 m	7,77	7,81	7,84
40 m	7,79	7,84	7,93
50 m	7,76	7,79	7,92

Mois	1971	1972	1973
Janvier	7,84	7,78	7,81
Février	7,79	7,80	7,99
Mars	7,90	7,96	8,02
Avril	8,12	7,92	8,05
Mai	8,02	7,91	8,24
Juin	7,90	8,08	8,13
Juillet	7,99	8,02	8,01
Août	8,08	8,01	8,03
Septembre	7,98	7,89	8,10
Octobre	7,86	7,95	7,79
Novembre	7,84	7,85	7,98
Décembre	7,93	7,85	7,89
Moyenne	7,93	7,92	8,00

De manière tout à fait générale, le pH moyen de 1973 est supérieur à celui des deux années précédentes à toute profondeur. Si l'on considère les moyennes, il faut noter une amélioration sept mois sur douze (février, mars, mai, juin, septembre, novembre et décembre), une aggravation en octobre. Cependant, en prenant les six dernières années, la valeur moyenne du pH est loin d'atteindre les chiffres de 1968, 1969 ou 1970. Faut-il donc parler d'amélioration!

#### 5.4. Evolution dans les couches profondes du lac

Le tableau suivant donne les valeurs mesurées ces trois dernières années à 300 m de profondeur. L'amélioration de 1973 par rapport à 1972 n'est guère significative et n'est pas constante tous les mois.

Mois	1971	1972	1973
Janvier	7,40	7,35	7,30
Février	7,70	7,35	7,48
Mars	7,55	7,25	7,50
Avril	7,60	7,35	7,40
Mai	7,55	7,30	7,40
Juin	7,45	7,45	7,50
Juillet	7,40	7,45	7,40
Août	7,35	7,45	7,30
Septembre	7,40	7,40	7,45
Octobre	7,33	7,35	7,40
Novembre	7,40	7,30	7,30
Décembre	7,30	7,40	7,35
Moyenne	7,44	7,37	7,40

#### 5.5. Valeurs extrêmes

Les remarques faites l'année précédente à ce sujet restent valables. Le maximum de l'année a été observé en mai aux stations CRG 23 (amont du Grand Lac) et GE 2 (centre du Petit Lac), avec 8,70 unités. Il a été constaté à maintes reprises des valeurs de 8,60 m. Comme l'an passé, le minimum annuel a été observé au fond du lac, à la station CRG 10, où l'on a enregistré 7,2 unités de pH en août et novembre. Ces minima absolus avaient déjà été observés en 1972 et 1969.

#### 5.6. Conclusions

Bien qu'une amélioration faible puisse être observée en 1973 par rapport à l'année précédente dans l'ensemble du lac (un peu plus marquée dans le Petit Lac), les mesures effectuées restent encore peu élevées, et moins bonnes que celles de 1968 à 1971. Le minimum absolu de 7,20 unités de pH a été rencontré deux fois encore en 1973, ce qui n'est pas encore encourageant.

### 6. L'OXYGENE ET SON TAUX DE SATURATION

#### 6.1. L'oxygène

Nous disposons de 2098 résultats analytiques en 1973. Les moyennes pour l'ensemble du lac sont rassemblées dans le tableau No 6.

##### 6.1.1. Concentration moyenne du Léman

Si l'on compare les tableaux récapitulatifs publiés d'année en année, on ne

peut manquer d'être surpris par le peu de réactivité du lac dans les périodes d'hivers chauds et d'étés ternes que nous vivons, du point de vue de l'oxygène tout au moins. Le tableau ci-dessous, qui récapitule les événements des trois dernières années, en est un exemple.

Concentrations mensuelles moyennes, mg O<sub>2</sub>/l

Moyennes pondérées

Mois	1971	1972	1973
Janvier	9,77	9,35	8,98
Février	9,81	9,75	9,49
Mars	10,40	9,67	10,22
Avril	10,60	9,68	10,04
Mai	10,28	9,73	9,89
Juin	9,72	9,39	9,57
Juillet	9,56	9,17	8,95
Août	9,19	8,66	8,84
Septembre	8,84	8,45	8,59
Octobre	8,91	8,50	8,58
Novembre	9,20	8,82	8,74
Décembre	9,54	8,74	9,01
Moyenne	9,65	9,18	9,26

Si la moyenne pondérée de 1973 est très légèrement supérieure à celle de 1972 - et fortement en dessous de celle de 1971 -, on constate une désagrégation cinq mois sur douze (janvier, février, juillet, août et novembre). Pour les sept autres mois, jamais la moyenne n'a atteint celle de 1971, pourtant déjà peu élevée.

Nous donnons ci-dessous les gains hivernaux des six derniers hivers :

hiver 1967-1968 :	gain 1,69 mg O <sub>2</sub> /l
1968-1969	1,44
1969-1970	1,82
1970-1971	1,70
1971-1972	0,91
1972-1973	1,77

Le gain hivernal de 1972-1973 est supérieur à celui de l'année précédente, surtout à cause d'un hiver précoce - mais qui n'a pas tenu ensuite ses promesses -, et aussi à celle de trois des années précédentes. Le minimum moyen de septembre 1972 était de 8,45 mg/l, et le maximum moyen de mars 1973 de 10,22 mg/l.

Cependant, la perte estivale d'été a été relativement plus élevée que l'année précédente, par le fait d'un plus grand réchauffement des couches superficielles de l'eau concordant avec une faible activité planctonique d'une part, et une diminution des concentrations en profondeur d'autre part.

La perte estivale d'oxygène ces six dernières années a été de :

1,83 mg O <sub>2</sub> /l	en 1968
1,53	1969
1,76	1970
1,69	1971
1,30	1972
1,64	1973

Les pertes de l'été 1973 ont été compensées par les gains de l'hiver précédent. Cependant, en tenant compte des six dernières années, on constate que le gain hivernal moyen est de 1,55 mg/l, alors que la perte estivale, accusant un léger excédent, est de 1,62 mg/l.

#### 6.1.2. Tonnages mensuels moyens

Les valeurs calculées pour les trois dernières années sont les suivantes

Mois	1971	1972	1973
Janvier	869'000	832'000	790'000
Février	872'000	867'000	844'000
Mars	925'000	860'000	909'000
Avril	943'000	861'000	893'000
Mai	914'000	865'000	879'000
Juin	864'000	835'000	854'000
Juillet	850'000	816'000	796'000
Août	817'000	770'000	786'000
Septembre	786'000	751'000	763'000
Octobre	793'000	756'000	763'000
Novembre	818'000	784'000	777'000
Décembre	848'000	777'000	801'000
Moyenne	858'000	816'000	823'000

Le lac a récupéré	151'000 tonnes pendant l'hiver	1967-1968
	119'000	1968-1969
	162'000	1969-1970
	152'000	1970-1971
	81'000	1971-1972
	158'000	1972-1973

Par contre,

il perdait	163'000 tonnes pendant l'été	1968
	136'000	1969
	157'000	1970
	157'000	1971
	116'000	1972
	146'000	1973

Les mêmes observations faites sous chiffre 6.1.1. sont ici, bien entendu valables, le tonnage étant obtenu par multiplication de la moyenne pondérée de la concentration en oxygène par le volume du lac.

Relevons simplement le gain faible par rapport à l'année précédente (7000 tonnes) soit à peine 1 %, ce qui n'est guère significatif.

Pour ce qui est du bilan été-hiver, il a été équilibré la dernière année. Mais la moyenne des six dernières années montre un gain moyen hivernal de 137'000 tonnes et une perte estivale de 146'000 tonnes.

Il n'est pas inutile de rappeler que nous nous trouvons encore, du point de vue de la provision annuelle moyenne d'oxygène, dans les années très déficitaires.

#### 6.1.3. Evolution en fonction de la profondeur

Le tableau suivant met à nouveau en évidence certains phénomènes inquiétants :

Prof.	1971	1972	1973
0 m	11,34	10,71	10,86
5 m	11,10	10,65	10,71
10 m	10,23	10,41	10,27
20 m	9,86	10,17	10,09
30 m	9,91	10,10	10,20
40 m	9,87	9,96	10,19
50 m	9,87	9,92	10,18
0-50 m	10,27	10,25	10,34
100 m	9,75	9,35	9,95
150 m	9,51	8,82	9,07
200 m	9,09	8,06	7,68
250 m	9,02	7,62	6,86
300 m	7,30	5,49	4,48
0-300 m	10,13	10,00	10,08

La moyenne (arithmétique) de l'année 1973 se situe entre celle des deux années précédentes. Ceci est valable aussi pour les profondeurs de 0 à 20 mètres et à 150 mètres. De 30 mètres à 100 mètres, les concentrations se sont élevées. Par contre, le déficit de la moitié inférieure du lac est flagrant, et va, comme nous le disions déjà précédemment, croissant avec la profondeur. La moyenne annuelle à 300 mètres de profondeur (4,48 mg/l) tend vers les minima absolus de 4,07 mg/l de 1968 ou de 3,19 de 1969. Nous ne serions pas étonné qu'ils soient atteints l'un ou l'autre ou l'un et l'autre en 1974.

Le déséquilibre entre les couches superficielles (0-10 m) et celle du fond est de 6,13 mg/l, ce qui le classe parmi les trois plus mauvaises de ces dix dernières années. (voir page 36 du rapport sur la campagne 1971).

#### 6.1.4. Evolution dans le fond du lac

Le tableau qui se trouve à la page suivante, qui se rapporte aux trois dernières années, parle de lui-même.

Pratiquement dix mois sur douze, les concentrations en oxygène au fond du lac ont été inférieures à celles des années précédentes. Le maximum observé n'a été que 6,55 mg/l en février 1973 à la station CRG 10. Quant au minimum, il ne fut que de 1,64 mg/l en novembre 1973 à la station SHL 2, contre 4,02 en 1970, 5,15 en 1971, 3,27 en 1972.

Mois	1971	1972	1973
Janvier	6,21	5,45	4,16
Février	5,57	7,41	5,57
Mars	8,72	5,34	5,47
Avril	9,23	5,57	5,86
Mai	8,96	6,55	5,48
Juin	8,54	5,86	5,19
Juillet	7,27	6,05	4,16
Août	6,66	5,39	3,25
Septembre	7,32	4,78	4,52
Octobre	5,78	4,12	2,57
Novembre	5,15	4,63	2,36
Décembre	6,50	4,02	4,26
Moyenne	7,30	5,49	4,48

La qualité d'oxygène actuellement présente dans le fond du lac est de loin inférieur à la concentration de 4 à 5 mg/l considérée comme concentration minima.

#### 6.1.5. Les diverses régions du lac

Les concentrations pour les différentes profondeurs (moyennes de douze mois), ainsi que les concentrations mensuelles moyennes (de la surface à 50 m de profondeur), pour les diverses régions du lac, figurent dans les deux tableaux suivants.

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
0 m	11,01	10,73	10,89	10,58	10,78	11,15	10,86
5 m	10,85	10,60	10,65	10,46	10,63	10,97	10,71
10 m	10,44	10,25	10,21	10,21	10,23	10,47	10,27
20 m	10,20	9,96	10,02	9,87	10,00	10,46	10,09
30 m	10,20	9,96	10,11	10,24	10,12	10,51	10,20
40 m	10,25	10,07	10,10	10,23	10,13	10,38	10,19
50 m	10,30	10,00	10,15	10,21	10,14	10,38	10,18
Moyenne	10,46	10,22	10,29	10,24	10,27	10,62	10,34

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	10,19	9,96	9,90	10,41	10,09	11,12	10,28
Février	10,76	10,20	10,49	10,62	10,45	11,40	10,64
Mars	10,78	10,49	10,64	10,78	10,70	11,86	10,93
Avril	11,86	11,60	11,20	11,48	11,41	11,71	11,47
Mai	11,97	11,47	11,97	12,06	11,85	11,42	11,77
Juin	11,11	10,81	10,74	10,57	10,77	10,74	10,76
Juillet	10,13	9,91	10,22	9,67	9,96	9,43	9,86
Août	9,65	9,80	9,63	9,32	9,57	9,95	9,64
Septembre	8,64	9,16	8,95	8,44	8,83	8,54	8,77
Octobre	9,43	9,05	9,25	9,33	9,30	9,49	9,34
Novembre	10,59	9,77	9,87	9,86	9,89	10,68	10,06
Décembre	---	10,02	10,16	10,36	10,17	11,11	10,36

Comme souvent déjà, le Petit Lac est plus riche en oxygène que le Grand Lac, et plus en 1973 qu'en 1972.

La comparaison avec l'année précédente montre une légère amélioration dans toutes les régions et à presque toutes profondeurs, sauf sur la rive nord-orientale, dont la situation est la plus compromise.

Pour toutes les régions, la situation a été déficitaire les trois premiers mois de l'année, en tous cas.

En fait, la situation est très confuse, et seule une étude très détaillée de chaque station permettrait peut-être d'obtenir une image plus claire de l'évolution des diverses régions du lac. L'élévation moyenne de concentration de 1973 atteint à peine un dixième de milligramme d'oxygène, soit 1 % à peine, ce qui n'est guère significatif.

## 6.2. Le taux de saturation en oxygène

Il y a eu 2084 mesures calculées, dont la synthèse est donnée dans le tableau No 7.

### 6.2.1. Le Léman pris dans son ensemble

Le taux de saturation, exprimé en %, pour les trois dernières années, est donné dans le tableau suivant :

Mois	1971	1972	1973
Janvier	83,6	80,2	77,5
Février	83,2	82,6	81,2
Mars	87,6	82,4	86,8
Avril	91,0	83,2	85,8
Mai	89,8	84,6	86,3
Juin	84,6	83,2	84,9
Juillet	85,2	82,5	80,1
Août	82,8	77,8	79,8
Septembre	76,1	75,7	77,3
Octobre	79,8	75,8	76,0
Novembre	80,4	78,0	77,1
Décembre	82,3	76,7	77,9
Moyenne	83,9	80,4	81,0

L'amélioration de 1973 n'est pas significative. On constate même une aggravation en janvier, février, juillet et novembre. En réalité, l'année 1973 reste la plus mauvaise observée depuis 1957, après l'année 1972.

### 6.2.2. Evolution selon la profondeur

Le tableau de la page suivante donne les valeurs annuelles moyennes des trois dernières années.

Les observations faites au sujet de l'oxygène sont complètement confirmées. Là aussi, l'abaissement du taux de saturation du dernier tiers du lac est inquiétant, surtout la valeur de 37,8 % à 300 mètres de profondeur, qui se trouve au troisième rang des années mauvaises depuis 17 ans.

1968 : 34,3 %  
 1969 : 27,0 %  
 1973 : 37,8 %



Nos prévisions pessimistes faites lors de l'année précédentes se sont réalisées pleinement.

Profondeur	1971	1972	1973
Surface	116,2	105,0	109,2
5 m	109,9	102,5	105,1
10 m	99,0	99,3	98,5
20 m	90,6	94,1	91,7
30 m	87,7	90,9	90,3
40 m	85,8	87,9	88,8
50 m	84,8	86,8	87,9
100 m	82,3	80,0	85,3
150 m	80,1	74,7	77,2
200 m	77,3	67,9	65,1
250 m	75,8	64,2	57,9
300 m	61,3	46,1	37,8

#### 6.2.3. Evolution dans le fond du lac

Les moyennes des trois dernières années sont condensées dans le tableau suivant :

Mois	1971	1972	1973
Janvier	56,0 %	45,7 %	35,0 %
Février	47,2	62,1	47,0
Mars	73,0	44,8	46,1
Avril	77,3	46,7	49,3
Mai	75,1	55,0	46,2
Juin	71,7	49,4	43,7
Juillet	60,9	50,9	35,0
Août	55,8	45,4	27,4
Septembre	61,8	40,4	38,2
Octobre	48,4	34,6	21,7
Novembre	43,3	38,9	19,9
Décembre	54,7	33,8	36,2
Moyenne	61,3	46,1	37,8

Le tableau parle de lui-même. Jamais en 1973, les taux de saturation n'ont dépassé 50 %, et le minimum individuel observé n'a été que de 13,9 % en novembre, laissant augurer un début d'année 1974 difficile.

#### 6.2.4. Les diverses régions du lac

La comparaison du tableau du haut de la page suivante avec celui de l'année précédente (rapport 1972, page 39) permet de voir que la différence entre Grand Lac et Petit Lac s'est amenuisée. Le Petit Lac, tout en étant encore plus saturé en oxygène que le Grand Lac, est la seule région où la situation se soit quelque peu aggravée.

Pour le reste, les constatations faites au sujet de l'ensemble du lac restent valables. Dans le Grand Lac, les taux de saturation ont été plus faibles en 1973 qu'en 1972 pendant les périodes froides, (janvier à mars et novembre - décembre), et plus élevés pendant la période estivale, à quelques différences

locales près. Cela semble être l'inverse dans le Petit Lac. Il faut dire que les taux moyens de saturation près de la surface ont été plus élevés en 1973.

Taux moyen en fonction de la profondeur

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Surface	111,5	109,4	110,4	106,5	109,2	109,5	109,2
5 m	109,0	106,2	104,2	102,1	105,3	104,2	105,1
10 m	101,0	100,1	97,8	98,3	98,8	97,4	98,5
20 m	93,6	92,2	90,8	89,8	91,4	93,0	91,7
30 m	91,4	88,9	89,2	90,9	89,9	91,8	90,3
40 m	89,1	88,6	87,9	89,4	88,6	89,7	88,8
50 m	88,8	87,0	87,8	88,7	87,9	87,8	87,9
Moyenne	97,8	95,8	95,1	94,5	95,3	96,3	95,5

Taux mensuel moyen ( 0 - 50 m )

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	88,5	88,0	86,0	91,5	88,4	95,4	89,8
Février	90,7	87,7	90,3	91,7	89,8	96,8	81,2
Mars	91,4	90,3	90,9	92,7	91,6	99,7	93,0
Avril	102,1	101,1	96,5	99,0	98,7	100,6	99,0
Mai	110,4	106,3	110,5	110,7	109,3	103,2	108,1
Juin	109,3	105,8	103,0	101,7	104,1	103,2	104,0
Juillet	101,5	101,6	103,5	94,7	99,7	90,7	98,0
Août	99,6	101,3	96,8	93,5	96,9	101,5	97,8
Septembre	89,2	94,5	90,1	85,2	89,8	86,3	89,1
Octobre	92,5	88,4	90,0	89,2	90,2	84,8	89,0
Novembre	100,4	91,2	90,6	92,5	92,1	98,4	93,5
Décembre	-	88,5	89,9	91,2	89,7	95,3	90,9

Le taux maximum observé a été de 149,9 % en août à la station GE 1 en 1973 dans le Petit Lac, et de 173,8 % en mai à la station CRG 10 dans le Grand Lac, où les taux supérieurs à 150 % ont été fréquemment rencontrés. Dans ces couches de 0 à 50 m de profondeur, les minima n'ont pas été très marqués; les points d'inflexions du métalimnion notamment ont été moins nets que l'année précédente.

### 6.3. Conclusions

On ne peut guère parler d'amélioration de la situation en 1973, tout au plus d'une stabilisation d'un état qui avait été un des plus mauvais depuis le début des recherches. A la suite d'un nouvel hiver peu rigoureux, la provision en oxygène des couches profondes s'est encore amenuisée, les quelques gains d'oxygène intéressant surtout les couches susjacentes, qui en ont moins besoin.

En 1973, la concentration, exprimée en moyenne pondérée est de 9,26 mg O<sub>2</sub>/l, avec un taux de saturation de 81 % (respectivement 9,18 mg/l et 80,4 % en 1973), soit une amélioration inférieure à 1 %.

Les seules améliorations constatées intéressent surtout les couches superficielles, et intermédiaires, surtout pendant la période estivale, alors que les périodes hivernales (en gros janvier à mars et novembre-décembre), sont encore plus déficitaires que l'année précédente.

En hiver, le lac a gagné 1,77 mg/l en moyenne, soit 11,1 % en taux de saturation. En été, il a perdu 1,64 mg/l, soit 10,8 % en taux de saturation. Cet équilibre apparent cette année-là apparaît moins évident si l'on sait qu'en moyenne des six dernières années, le lac a perdu environ 0,07 mg/l par an, soit 0,4 mg/l en six ans.

Bien entendu, l'année 1973 a été équilibrée du point de vue de la provision annuelle d'oxygène, avec un insignifiant bénéfice hivernal de 9'000 tonnes. Il n'en reste pas moins que la provision annuelle moyenne de 823'000 tonnes de 1973, est la plus basse des seize ans d'études, après celle de 1972, et que l'on est loin de la provision optima, qui devrait se situer entre 900'000 et 950'000 tonnes.

Le déficit des couches profondes augmente. En 1973, on n'a plus qu'une concentration moyenne de 4,48 mg/l - 37,8 % du taux de saturation - avec un minimum de 1,64 mg/l (13,9 %). Nous avons encore en 1972 une moyenne de 5,49 mg/l - 46,1 % du taux de saturation - avec un minimum de 3,27 mg/l (27,6 %).

Certains indices laissent supposer que l'année 1974 sera encore plus déficitaire.

Pour le reste, nous ne pouvons que répéter les conclusions de l'année précédente : *Le Léman ne vit actuellement que sur ses réserves. Du point de vue de l'oxygène, il n'y a pour le moment aucun signe quelconque que le pouvoir auto-épurateur du lac soit amélioré par l'installation de stations d'épuration, mises du reste en service depuis des dates trop récentes.*

## 7. EVOLUTION DE L'AZOTE

Nous disposons cette année d'une série complète de mesures d'azote organique effectuées dans le Grand Lac au point objectif SHL 2. Nous serons donc en mesure de tenter une première estimation de l'azote total dans le Léman, ce qui étayera les conclusions que nous serons amenés à émettre.

### 7.1. L'azote minéral total

Le tableau ci-dessous indique les tonnages mensuels moyens pour les trois dernières années.

Mois	1971	1972	1973
Janvier	37'300	36'800	39'400
Février	37'400	36'500	38'300
Mars	34'300	36'200	36'200
Avril	36'600	34'300	36'400
Mai	33'100	35'800	35'500
Juin	34'700	36'800	37'100
Juillet	33'200	37'200	34'900
Août	33'400	35'800	39'500
Septembre	33'100	36'700	36'300
Octobre	32'300	35'400	37'700
Novembre	30'000	35'500	35'600
Décembre	34'800	37'300	36'500
Moyenne	34'200	36'100	36'900

La provision d'azote minéral est en hausse. Nous verrons à propos de ses diverses formes quelle est l'origine de cette augmentation. Une des premières causes est certainement la diminution de l'activité planctonique, relevée dans d'autres rapports.

## 7.2. L'azote ammoniacal

2099 analyses ont été effectuées en 1973 (voir tableau No 8).

La concentration en azote ammoniacal continue à augmenter d'année en année, de même que sa fréquence et sa généralisation en tout point et à toute profondeur.

### 7.2.1. Fréquence de l'ammoniaque

Le nombre de cas où toute la colonne d'eau contient de l'ammoniaque, exprimé en %, est en augmentation. Le pourcentage a passé de 53 % en 1971 à 64 % en 1972, puis à 83 % en 1973, nouveau record. Le pourcentage actuel est de 85,5 % dans le Grand Lac et de 73 % dans le Petit Lac (respectivement 70 et 38 % en 1972).

Dans le Grand Lac, l'absence d'ammoniaque dans toute la colonne d'eau n'a été constatée que 10 fois seulement dans l'année sur 207 (4,8 % des cas).

Dans le Petit Lac, la situation exceptionnelle de 1972 s'est à nouveau fortement aggravée au point qu'il n'y a eu que 5 fois dans l'année où la colonne d'eau a été libre d'ammoniaque.

Les pourcentages de présence d'ammoniaque dans les deux parties du lac figurent ci-dessous :

	Grand Lac	Petit Lac	Léman
1971	61 %	98 %	68 %
1972	80 %	69 %	78 %
1973	91 %	83 %	89 %

Il y a aggravation progressive dans le Grand Lac, alors que la régression du Petit Lac est stoppée, mais n'a pas encore atteint le maximum de 1971.

Pour les quatre dernières années, les pourcentages de présence d'ammoniaque dans les diverses régions du Grand Lac ont été :

Région	1970	1971	1972	1973
Rive sud-orientale	39 %	62 %	75 %	57,8 %
Rive nord-orientale	14 %	38 %	96 %	94,3 %
Axe Duchy-Evian	17 %	55 %	63 %	88,8 %
Axe Rolle-Thonon	24 %	58 %	73 %	97,7 %

Les fréquences mensuelles calculées pour l'ensemble du lac se trouvent dans le tableau de la page suivante.

Nous constatons que l'augmentation affecte tous les mois et qu'en moyenne, dans neuf échantillons d'eau sur dix on a des chances de trouver de l'ammoniaque.

Mois	1971	1972	1973
Janvier	23 %	70 %	90 %
Février	36 %	75 %	94 %
Mars	56 %	86 %	87 %
Avril	82 %	78 %	85 %
Mai	85 %	89 %	85 %
Juin	78 %	86 %	91 %
Juillet	69 %	76 %	90 %
Août	73 %	80 %	90 %
Septembre	68 %	80 %	88 %
Octobre	63 %	80 %	96 %
Novembre	64 %	75 %	99 %
Décembre	78 %	39 %	98 %
Moyenne	68 %	78 %	91 %

### 7.2.2. Concentration moyenne de l'azote ammoniacal dans le Léman

Le tableau suivant donne les moyennes mensuelles pour les trois dernières années :

Mois	Moyennes arithmétiques			Moyennes pondérées		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
Janvier	0,013	0,015	0,027	0,005	0,013	0,022
Février	0,022	0,016	0,016	0,009	0,015	0,012
Mars	0,010	0,023	0,011	0,009	0,015	0,010
Avril	0,014	0,017	0,012	0,023	0,010	0,009
Mai	0,046	0,032	0,034	0,023	0,017	0,018
Juin	0,034	0,035	0,040	0,016	0,022	0,026
Juillet	0,019	0,023	0,024	0,011	0,020	0,018
Août	0,015	0,030	0,030	0,009	0,022	0,018
Septembre	0,014	0,026	0,025	0,008	0,020	0,016
Octobre	0,019	0,028	0,039	0,011	0,018	0,021
Novembre	0,012	0,016	0,035	0,010	0,012	0,021
Décembre	0,020	0,014	0,019	0,016	0,007	0,014
Moyenne	0,022	0,023	0,026	0,012	0,016	0,017

En moyenne arithmétique, la concentration est en hausse de 13 % (0,026 mg N/l en 1973 contre 0,023 en 1972). Les plus fortes concentrations se situent comme d'ordinaire en mai-juin, août, octobre, et cette année-là, en novembre.

La moyenne pondérée a moins varié, du fait d'une répartition plus uniforme de l'ammoniaque, elle a été constante en juin (record!) et en octobre-novembre.

### 7.2.3. Tonnages mensuels d'ammoniaque

Les données se trouvent dans le tableau du haut de la page suivante :

A noter la forte provision inhabituelle de janvier 1973, également élevée en fin d'année (octobre et novembre). Le record de l'année, 2299 tonnes au mois de juin est le second maximum mensuel absolu, après les 2860 tonnes de 1970.

Mois	1971	1972	1973
Janvier	475	1'113	1'955
Février	828	1'326	1'072
Mars	791	1'318	890
Avril	2'053	854	794
Mai	2'067	1'516	1'633
Juin	1'433	1'985	2'299
Juillet	1'016	1'772	1'586
Août	816	1'995	1'629
Septembre	716	1'821	1'463
Octobre	959	1'585	1'835
Novembre	871	1'049	1'885
Décembre	1'437	650	1'232
Moyenne	1'121	1'463	1'521

Il y a donc une légère augmentation de 58 tonnes par rapport à l'année précédente, soit 4 %, mais rappelons-le, de 1500 % par rapport à 1957 ou de 192 % par rapport à 1967.

#### 7.2.4. Evolution en fonction de la profondeur

Le tableau ci-dessous mentionne les moyennes de ces trois dernières années.

Prof.	1971	1972	1973
Surface	0,025	0,029	0,029
5 m	0,043	0,038	0,037
10 m	0,030	0,032	0,037
20 m	0,026	0,025	0,032
30 m	0,022	0,020	0,025
40 m	0,017	0,019	0,021
50 m	0,020	0,019	0,022
100 m	0,005	0,012	0,011
150 m	0,005	0,010	0,010
200 m	0,009	0,015	0,012
250 m	0,004	0,008	0,008
300 m	0,004	0,011	0,011

L'augmentation moyenne de la concentration affecte les couches allant de 10 à 50 m. Il y a peu de variation à la surface de l'eau et tout au fond du lac, où la situation est stationnaire depuis 1972.

#### 7.2.5. Les diverses régions du lac

Le Petit Lac est responsable de l'augmentation moyenne de la concentration du Léman. En moyenne annuelle, toujours plus riche en ammoniacque à toutes profondeurs que le Grand Lac, il a augmenté fortement sa concentration, qui a doublé par rapport à 1972, et s'est accrue de 60 % par rapport à 1971 - 0,035 mg/l en 1971, 0,028 mg N/l en 1972, 0,055 mg N/l en 1973 -. L'augmentation a affecté toutes les profondeurs.

La répartition entre les mois est moins régulière.

A noter le minimum de 0,004 mg/l en mars, et les concentrations particulièrement élevées d'août - 0,109 mg N/l - , octobre - 0,106 mg/l - et novembre - 0,113 mg N/l -.

Quant au Grand Lac, il semble que la situation, exprimée en concentration, ne se soit pas aggravée en 1973, et qu'il y ait une certaine stabilisation depuis trois ans.

Notons une amélioration sur la rive sud-orientale qui perd son premier rang en concentration en faveur de la région nord-orientale. L'amélioration concerne toutes les profondeurs. En réalité, cette région a été très pauvre en ammoniac pendant toute la période estivale, et riche de janvier à mars, et en novembre-décembre.

Amélioration notable sur la rive nord-orientale du lac, toujours cependant particulièrement obérée.

Par contre, la situation continue à se désagréger plus à l'ouest.

Sur l'axe Uchy-Evian, la concentration moyenne a passé de 0,011 mg/l en 1971 à 0,015 mg/l en 1972 et 0,017 mg/l en 1973. Même phénomène sur l'axe Rolle-Thonon : 0,015 mg/l en 1971 et 0,018 mg/l en 1972 et 1973.

C'est en réalité la grande masse du Grand Lac qui se détériore.

Concentration en fonction de la profondeur, mg N/l Moyenne de 12 mois

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Uchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
0 m	0,034	0,023	0,015	0,018	0,020	0,060	0,029
5 m	0,027	0,034	0,020	0,026	0,028	0,069	0,037
10 m	0,027	0,039	0,026	0,025	0,029	0,070	0,037
20 m	0,027	0,037	0,023	0,021	0,027	0,053	0,032
30 m	0,025	0,029	0,012	0,018	0,020	0,043	0,025
40 m	0,025	0,021	0,011	0,013	0,016	0,040	0,021
50 m	0,022	0,022	0,014	0,011	0,016	0,061	0,022
Moyenne	0,025	0,029	0,017	0,018	0,022	0,055	0,028

Concentrations mensuelles. Moyennes de 0 à 50 m

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Uchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,075	0,014	0,010	0,023	0,024	0,045	0,028
Février	0,044	0,013	0,013	0,012	0,016	0,024	0,017
Mars	0,047	0,009	0,010	0,008	0,014	0,004	0,012
Avril	0,004	0,016	0,010	0,013	0,011	0,020	0,013
Mai	0,009	0,073	0,033	0,040	0,043	0,022	0,039
Juin	0,001	0,067	0,052	0,047	0,047	0,031	0,044
Juillet	0	0,035	0,017	0,015	0,018	0,054	0,025
Août	0,003	0,026	0,014	0,013	0,015	0,109	0,033
Septembre	0	0,026	0,010	0,015	0,016	0,076	0,027
Octobre	0,039	0,030	0,016	0,015	0,024	0,106	0,043
Novembre	0,072	0,016	0,007	0,009	0,020	0,113	0,040
Décembre	—	0,015	0,010	0,009	0,012	0,055	0,021

### 7.2.6. Conclusions

La situation très mauvaise de 1972 ne s'est pas améliorée. L'ammoniaque est de plus en plus fréquente un peu partout et en toute saison, sa concentration, son tonnage augmentent. Le Petit Lac s'est à nouveau détérioré. Dans le Grand Lac, seule la partie orientale (sud et nord) a marqué quelques progrès. Pour la grande masse du Grand Lac, la situation a empiré : par une aggravation sur l'axe Ouchy-Evian et un maintien à une concentration élevée entre Rolle et Thonon.

La fréquence de l'ammoniaque a passé de 68 % en 1971 à 78 % en 1972, puis à 91 % en 1973. En moyenne arithmétique la concentration est en hausse de 13 % (0,026 mg N/l en 1973 contre 0,023 en 1972). En moyenne pondérée, l'augmentation est moins spectaculaire quoique effective (0,017 contre 0,016 mg/l).

Le tonnage moyen atteint le chiffre de 1'521 tonnes, avec un maximum moyen important de 2'299 tonnes (2'860 tonnes en 1970).

Tous ces chiffres constituent à nouveau des records absolus particulièrement inquiétants et significatifs d'un défaut dans les phénomènes de minéralisation de l'azote.

### 7.3. L'azote nitreux

(voir tableau No 9)

2'099 mesures de concentrations ont été effectuées en 1973. Les nitrites continuent à être en faible quantité dans le Léman, mais leur rôle d'indicateur de l'état du pouvoir autoépurateur du lac lui n'est pas négligeable.

#### 7.3.1. Fréquence de l'azote nitreux en %

Elle est donnée dans le tableau ci-dessous pour les trois dernières années :

Mois	Grand Lac			Petit Lac			Léman		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973
Janv.	100	50	91	100	81	100	100	55	92
Févr.	77	69	42	96	100	97	81	74	52
Mars	79	71	59	100	100	100	83	76	66
Avril	79	73	70	97	97	100	82	77	75
Mai	77	82	92	100	100	100	81	85	93
Juin	80	73	98	94	94	100	82	76	98
Juil.	67	89	88	97	100	100	72	91	90
Août	52	82	73	100	100	97	61	85	77
Sept.	76	94	72	88	100	100	79	95	77
Oct.	89	74	83	100	94	97	91	77	86
Nov.	92	71	90	100	97	97	94	76	92
Déc.	90	100	82	100	100	97	92	93	85
Moy.	80	76	78	98	97	99	82	80	82

L'azote nitreux est plus fréquent dans le Grand Lac que l'année précédente, un peu moins cependant que l'an 1971. Dans le Petit Lac, on rencontre des nitrites presque à chaque prélèvement, (dans 99 % des cas en 1973). Ainsi la fréquence très élevée de 1971 est à nouveau atteinte.



### 7.3.2. Concentration moyenne des nitrites dans l'ensemble du lac

Le tableau suivant fait une synthèse des moyennes enregistrées de 1971 à 1973.

Mois	Moyennes arithmétiques			Moyennes pondérées		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
Janvier	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002
Février	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Mars	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Avril	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
Mai	0,004	0,005	0,005	0,002	0,002	0,003
Juin	0,004	0,003	0,012	0,002	0,002	0,008
Juillet	0,002	0,005	0,006	0,001	0,002	0,003
Août	0,001	0,003	0,003	0,001	0,001	0,002
Septembre	0,002	0,005	0,002	0,002	0,002	0,001
Octobre	0,004	0,006	0,005	0,002	0,003	0,003
Novembre	0,003	0,002	0,003	0,002	0,001	0,002
Décembre	0,002	0,004	0,002	0,002	0,002	0,001
Moyenne	0,002	0,003	0,004	0,002	0,002	0,002

On observe une augmentation de la concentration en moyenne arithmétique. Quant à la moyenne pondérée, l'augmentation n'apparaît pas à la troisième décimale de la concentration en azote nitreux. A noter les concentrations plus importantes du mois de juin.

### 7.3.3. Tonnages mensuels moyens

Mois	1971	1972	1973
Janvier	145	67	165
Février	85	81	46
Mars	127	96	67
Avril	108	102	71
Mai	200	218	251
Juin	210	142	732
Juillet	126	214	305
Août	56	133	195
Septembre	170	222	131
Octobre	197	259	222
Novembre	177	86	173
Décembre	154	186	110
Moyenne	146	149	207

Il est aisé de constater que le tonnage annuel moyen (207 tonnes), est le plus élevé jamais rencontré encore depuis le début des études.

De même, le maximum mensuel de 732 tonnes représente le tonnage mensuel le plus élevé jamais rencontré depuis 1957.

La cause des variations mensuelles mériterait une étude plus approfondie par des analyses bactériologiques.

### 7.3.4. Evolution en fonction de la profondeur (mg N/l)

Prof.	1971	1972	1973
Surface	0,003	0,005	0,003
5 m	0,003	0,005	0,004
10 m	0,003	0,005	0,005
20 m	0,003	0,004	0,005
30 m	0,002	0,003	0,004
40 m	0,002	0,002	0,004
50 m	0,002	0,002	0,003
100 m	0,001	0 *	0,001
150 m	0,001	0 *	0,001
200 m	0,001	0,001	0,002
250 m	0,001	0,001	0,001
300 m	0,002	0,002	0,003

\* La valeur 0 signifie inférieure à 0,0005 mg N/l

La concentration moyenne de 1973 à la surface de l'eau a été intermédiaire entre celles de 1971 et 1972. Mais dès 20 mètres de profondeur, elle s'accroît à toute profondeur, les concentrations les plus élevées se situant surtout dans les couches trophogènes du lac.

### 7.3.5. Les diverses régions du lac

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Surface	0,004	0,004	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
5 m	0,006	0,004	0,003	0,004	0,004	0,006	0,004
10 m	0,007	0,005	0,004	0,006	0,005	0,004	0,005
20 m	0,012	0,005	0,004	0,004	0,005	0,003	0,005
30 m	0,005	0,006	0,003	0,004	0,004	0,003	0,004
40 m	0,004	0,006	0,002	0,004	0,004	0,003	0,004
50 m	0,005	0,005	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003
Moyenne	0,006	0,005	0,003	0,004	0,004	0,003	0,004

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,006	0,003	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
Février	0,003	0,002	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001
Mars	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Avril	0,002	0,003	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002
Mai	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005
Juin	0,024	0,015	0,011	0,015	0,015	0,010	0,014
Juillet	0,004	0,005	0,005	0,009	0,006	0,007	0,006
Août	0,006	0,003	0,002	0,003	0,003	0,004	0,003
Septembre	0,000	0,003	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Octobre	0,006	0,009	0,005	0,005	0,007	0,002	0,006
Novembre	0,008	0,005	0,002	0,002	0,004	0,003	0,003
Décembre	-	0,004	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003

Si l'on compare le tableau avec celui paru dans le rapport de l'année précédente (page 49), on constate que la concentration en azote nitreux a légèrement baissé dans le Petit Lac, mais pas de manière uniforme.

La concentration n'a pas varié sur la rive sud-orientale du Grand Lac, bien qu'on y ait rencontré les maxima absolus jamais rencontrés : 0,080 mg/l à 20 m de profondeur en juin à la station VS 2; 0,105 mg/l le même mois et à même profondeur à VS 4.

Le mois de juin est du reste le mois des maxima dans toutes les régions du lac, et la profondeur de 20 mètres, au voisinage du métalimnion, celle où l'on trouve le plus de nitrites. Sur la rive nord-orientale du Grand Lac, la concentration augmente, de même que sur la partie occidentale. Cette région de Rolle-Thonon, qui passait pour être la moins mauvaise du Grand-Lac, est en train de se désagréger ces dernières années.

En 1973, le Petit Lac a une concentration inférieure à celle du Grand-Lac. Le maximum n'y a été que de 0,024 mg/l à la station GE P 1 (40 m) en juin.

#### 7.3.6. Conclusions

La concentration moyenne des nitrites a encore augmenté en 1973. Leur fréquence s'est du reste accrue dans tout le lac. On a rencontré des maxima absolus de 0,080 mg N/l et 0,105 mg/l. Le tonnage annuel moyen a atteint le maximum absolu depuis 17 ans de 207 tonnes, avec un maximum maximorum de 732 tonnes en juin.

#### 7.4. L'azote nitrique

2084 analyses ont été effectuées. Les données moyennes pour l'ensemble du Léman figurent au tableau 10.

##### 7.4.1. Concentrations moyennes dans le Léman

Les concentrations moyennes sont en hausse, particulièrement dans les couches trophogènes, où la provision d'azote a été peu sollicitée, comme l'année précédente du reste. Les concentrations dans les couches profondes sont restées stables, d'où l'origine de l'augmentation de la concentration.

Les moyennes du tableau suivant, exprimées en mg N/l, donnent un résumé de l'évolution mensuelle.

Mois	Moyennes arithmétiques			Moyennes pondérées		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
Janvier	0,34	0,35	0,38	0,41	0,40	0,42
Février	0,34	0,36	0,40	0,41	0,39	0,42
Mars	0,37	0,34	0,39	0,38	0,39	0,40
Avril	0,32	0,31	0,36	0,39	0,38	0,40
Mai	0,27	0,30	0,28	0,35	0,38	0,38
Juin	0,30	0,31	0,30	0,37	0,39	0,38
Juillet	0,26	0,29	0,29	0,26	0,40	0,37
Août	0,25	0,27	0,32	0,36	0,38	0,42
Septembre	0,26	0,28	0,28	0,36	0,39	0,39
Octobre	0,25	0,26	0,31	0,35	0,38	0,40
Novembre	0,26	0,32	0,30	0,33	0,39	0,38
Décembre	0,32	0,32	0,35	0,37	0,41	0,40
Moyenne	0,29	0,31	0,33	0,37	0,39	0,40

Que l'on considère les moyennes arithmétiques ou pondérées, les concentrations sont en hausse constante, particulièrement en début d'année et d'avril à octobre.

Tenant compte du fait que le plancton a eu un développement un peu atténué en 1973, on peut estimer que la concentration en azote nitrique s'est réellement accrue, et qu'elle se situe maintenant aux alentours de 0,42 mg N/l.

#### 7.4.2. Tonnages annuels moyens

Mois	1971	1972	1973
Janvier	36'700	35'700	37'300
Février	36'500	35'100	37'200
Mars	33'400	34'800	35'200
Avril	34'400	33'300	35'500
Mai	30'800	34'100	33'600
Juin	33'100	34'600	34'100
Juillet	32'100	35'200	33'000
Août	32'500	33'700	37'700
Septembre	32'200	34'600	34'700
Octobre	31'100	33'500	35'600
Novembre	29'000	34'400	33'500
Décembre	33'200	36'500	35'200
Moyenne	32'900	34'500	35'200

Il y a à nouveau une augmentation du tonnage moyen, qui passe à 35'200 tonnes, avec un maximum de 37'700 tonnes en août et un minimum de 33'000 tonnes le mois précédent. La différence entre ces deux valeurs - 4'700 tonnes - permet une estimation de l'activité phytoplanctonique, un peu plus marquée que l'an précédent.

La provision d'azote nitrique à disposition est de l'ordre de 37'000 à 38'000 tonnes, en augmentation de 2 % par rapport à l'année précédente.

#### 7.4.3. Evolution en fonction de la profondeur

Prof.	1971	1972	1973
Surface	0,15	0,22	0,21
5 m	0,18	0,22	0,23
10 m	0,19	0,23	0,25
20 m	0,28	0,28	0,33
30 m	0,33	0,32	0,36
40 m	0,36	0,35	0,38
50 m	0,38	0,36	0,39
100 m	0,40	0,42	0,41
150 m	0,41	0,44	0,44
200 m	0,40	0,44	0,44
250 m	0,43	0,47	0,47
300 m	0,45	0,49	0,48

L'on retrouve encore une augmentation de la concentration de 5 m à 50 m de profondeur, alors qu'il y a une certaine stabilisation dans les couches profondes.

L'amplitude moyenne entre la surface et le fond est toujours de 0,27 mg/l. L'absence totale de nitrates a été observée 28 fois en 1973, toujours dans le Grand Lac, dont 12 fois sur la rive sud-orientale (11 fois en 1971 et 41 fois en 1971).

Pour les mois d'été, les concentrations moyennes pour l'ensemble du lac ont été :

	Juillet			Août			Septembre		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973
0 m	0,02	0,12	0,04	0,02	0,06	0,04	0,04	0,12	0,05
5 m	0,02	0,14	0,08	0,04	0,06	0,05	0,05	0,14	0,05
10 m	0,08	0,18	0,13	0,04	0,08	0,14	0,07	0,16	0,09

Les nitrates ont été plus mis à contribution en 1973 qu'en 1972, un peu moins qu'en 1971. Le maximum de l'année n'a été que de 0,59 mg/l en janvier à la station SHL 2 à 250 m et 300 m de profondeur.

#### 7.4.4. Répartition régionale de l'azote nitrique en 1973

Elle est résumée dans les deux tableaux suivants :

##### Concentration en fonction de la profondeur

Moyenne de 12 mois

mg N / l

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Surface	0,17	0,20	0,22	0,21	0,21	0,23	0,21
5 m	0,19	0,21	0,24	0,22	0,21	0,26	0,23
10 m	0,21	0,23	0,26	0,25	0,24	0,29	0,25
20 m	0,26	0,29	0,35	0,34	0,32	0,34	0,33
30 m	0,30	0,35	0,39	0,36	0,36	0,36	0,36
40 m	0,35	0,36	0,40	0,39	0,38	0,38	0,38
50 m	0,34	0,38	0,40	0,41	0,39	0,40	0,39
Moyenne	0,26	0,29	0,33	0,32	0,31	0,32	0,31

L'évolution dans les diverses régions est très semblable à celle qui a déjà été écrite précédemment : moins d'azote nitrique dans les régions pélagiques que dans les régions côtières; moins dans le Grand Lac que dans le Petit Lac, dont les concentrations sont maintenant très proches l'une de l'autre; augmentation des concentrations partout en 1973, surtout entre 20 et 50 mètres de profondeur. On note sur la rive sud-orientale l'influence du Rhône, notamment en septembre et novembre.

Concentrations mensuelles, moyennes de 0 à 50 m

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Duchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,36	0,34	0,41	0,37	0,37	0,35	0,37
Février	0,47	0,38	0,41	0,39	0,40	0,38	0,39
Mars	0,38	0,39	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39
Avril	0,25	0,36	0,38	0,37	0,36	0,32	0,35
Mai	0,22	0,25	0,27	0,27	0,26	0,25	0,26
Juin	0,36	0,23	0,30	0,28	0,28	0,28	0,28
Juillet	0,23	0,23	0,27	0,29	0,26	0,34	0,27
Août	0,28	0,26	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29
Septembre	0,04	0,22	0,29	0,28	0,24	0,27	0,25
Octobre	0,17	0,26	0,28	0,28	0,26	0,40	0,29
Novembre	0,02	0,26	0,34	0,30	0,27	0,27	0,27
Décembre	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33

#### 7.4.5. Conclusions

La concentration, en moyenne arithmétique ou pondérée de l'azote nitrique dans le Léman a encore augmenté en 1973. La concentration moyenne actuelle est de 0,33 mg/l en moyenne arithmétique ou 0,40 mg/l en moyenne pondérée, ce qui correspond à un tonnage moyen d'environ 35'200 tonnes.

Du point de vue de l'azote nitrique, on doit considérer qu'il s'est produit une légère aggravation de la situation en 1973. Nous sommes bien loin des 29'000 ou 30'000 tonnes des années 1967 et 1969. Force est de reconnaître que de petite augmentation en petite augmentation, l'effet de sommation est important.

#### 7.5. L'azote organique

Le tableau No 11 est une extrapolation à l'ensemble du lac des mesures effectuées en 1973 à la station SHL 2, centre lac.

Les concentrations en azote organique sont de 0,14 mg/l en moyenne arithmétique ou 0,13 mg/l en moyenne pondérée. Elles varient en moyenne arithmétique entre 0,065 mg/l en février et 0,214 mg/l en juin (0,212 en juillet) ou 0,067 mg/l en février et 0,223 mg/l en moyenne pondérée. Bien naturellement, les concentrations sont plus élevées dans la zone trophogène (surface jusqu'à 20 m) et plus faibles dans la zone tropholytique.

Le maximum observé a été de 0,549 mg/l à 20 m en juillet (0,42 mg N/l en azote nitrique au même endroit et au même mois).

Le minimum observé était de 0,034 mg/l à 300 m en février et à 250 m en octobre.

Le tonnage annuel moyen fut de 11'200 tonnes d'azote organique, avec un minimum de 6'000 tonnes en février, et un maximum de près de 20'000 tonnes en juin.

La proportion d'azote organique par rapport à l'azote total était à la station SHL 2, en moyenne de 22 % pour l'année, variant entre 13 % en février et 32 % en juin.

## 7.6. L'azote total

Une extrapolation des mesures effectuées à la station SHL 2 figure dans le tableau No 12. Il s'agit de la somme de l'azote minéral (ammoniacal, nitreux, nitrique) et de l'azote organique (dosage selon Kjeldahl).

Les concentrations annuelles en moyenne arithmétique sont de l'ordre de 0,56 mg/l, avec des variations entre 0,48 mg/l en octobre et 0,65 mg/l en janvier.

En moyenne pondérée, la concentration annuelle est de 0,57 mg/l, variant entre 0,51 mg/l en février et 0,70 mg/l en juin. Le maximum observé a été de 0,98 mg/l à 20 m en juillet et le minimum de 0,24 mg/l à 0 m en août et septembre.

Le tonnage d'azote total est en moyenne de 51'000 tonnes, variant entre 45'000 tonnes en février et 62'000 tonnes en juin.

La différence entre azote total et azote organique nous donne théoriquement une concentration en azote minéral qui est de 0,42 mg/l en moyenne arithmétique ou 0,45 mg/l en moyenne pondérée, ou, exprimée en tonnage moyen de 39'800 tonnes. Ce montant n'est pas très éloigné des 37'000 tonnes calculées pour l'ensemble du lac (voir chiffre 7.1.), ou de nos estimations faites sous chiffre 7.4.2. pour l'azote nitrique seul.

## 8. EVOLUTION DU PHOSPHORE

(voir tableaux 13, 14 et 15)

### 8.1. Les orthophosphates

Nous disposons de 2'000 résultats analytiques.

#### 8.1.1. Le Léman pris dans son ensemble

Le tableau No 13 montre que la concentration des orthophosphates est de 0,054 mg P/l en moyenne annuelle arithmétique et de 0,067 mg/l en moyenne pondérée. Comme à l'accoutumée, la concentration est minima dans les couches superficielles - quoique élevée (respectivement 0,040, 0,036 et 0,040 mg/l à 0 m, 5 m et 10 m de profondeur) -, et maxima à 300 m de profondeur (0,106 mg/l).

La valeur individuelle la plus élevée de l'année est de 0,251 mg P/l; elle a été observée à la station VD 2 (Vevey) en février à la surface de l'eau. C'est la concentration en orthophosphate la plus élevée qui ait été enregistrée jusqu'ici.

Les orthophosphates n'ont jamais totalement disparu dans le lac, alors que cela avait été quelquefois le cas en 1972. Tout se passe comme si cet élément jouait de moins en moins son rôle de facteur limitant.

Les variations par rapport à l'année précédente sont données dans les deux tableaux de la page suivante.

Nous constatons que la concentration ne cesse de s'accroître à toute profondeur sauf à 300 m de profondeur, où elle a un peu régressé. Cet accroissement est important dans le métalimnion (respectivement 0,014, 0,015, 0,012 mg P/l à 20 m, 30 m et 40 m de profondeur. Il est en moyenne de 0,008 mg/l de 1971 à 1972 et de 0,011 mg P/l en moyenne arithmétique. En moyenne pondérée, l'augmentation est de 0,010 mg/l.

A 300 m de profondeur, la concentration a légèrement diminué de 0,007 mg/l.

Evolution en fonction de la profondeur, moyennes arithmétiques

Profondeur	1971	1972	1973
Surface	0,018	0,029	0,040
5 m	0,021	0,029	0,036
10 m	0,021	0,032	0,040
20 m	0,029	0,036	0,050
30 m	0,038	0,043	0,058
40 m	0,043	0,048	0,060
50 m	0,046	0,052	0,061
100 m	0,054	0,059	0,067
150 m	0,052	0,063	0,073
200 m	0,060	0,070	0,084
250 m	0,053	0,078	0,082
300 m	0,068	0,113	0,106

Evolution mensuelle

mg P/l

Mois	Moyennes arithmétiques			Moyennes pondérées		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
Janvier	0,033	0,046	0,060	0,032	0,056	0,073
Février	0,036	0,053	0,063	0,043	0,062	0,066
Mars	0,043	0,044	0,062	0,045	0,052	0,067
Avril	0,035	0,039	0,062	0,043	0,051	0,067
Mai	0,033	0,043	0,051	0,044	0,054	0,066
Juin	0,036	0,046	0,059	0,045	0,058	0,071
Juillet	0,028	0,043	0,045	0,042	0,063	0,063
Août	0,027	0,037	0,046	0,046	0,055	0,062
Septembre	0,033	0,041	0,039	0,050	0,057	0,057
Octobre	0,031	0,040	0,045	0,051	0,062	0,062
Novembre	0,048	0,045	0,055	0,051	0,059	0,072
Décembre	0,039	0,038	0,064	0,050	0,060	0,077
Moyenne	0,035	0,043	0,054	0,047	0,057	0,067

En moyenne arithmétique, les concentrations augmentent onze mois sur douze. Seul septembre montre une légère régression. En moyenne pondérée, c'est la même chose, avec statu quo en septembre. Le rapport orthophosphates/phosphore total est de 81 %, en légère hausse sur l'année précédente (70 % en 1971, 80 % en 1972). Il varie de 90 % en février pour atteindre le minimum de 64 % en septembre et augmenter aussi à 84 % en novembre.

Le rapport orthophosphates/phosphore total, exprimé en % à la surface du lac et au fond est donné à la page suivante.



Rapport Orthophosphates / Phosphore total exprimé en %

Mois	Surface			Fond		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
Janvier	32	80	84	34	90	91
Février	46	75	87	96	88	94
Mars	70	61	82	84	78	94
Avril	30	57	80	92	95	95
Mai	19	54	51	75	96	96
Juin	32	60	71	75	89	93
Juillet	10	22	30	74	81	93
Août	13	26	27	85	87	91
Septembre	27	51	32	89	93	56
Octobre	19	51	50	79	92	75
Novembre	63	70	61	77	87	91
Décembre	67	62	72	73	85	87
Moyenne	37	58	65	78	88	89

A la surface de l'eau, le rapport a passé de 37 % en 1971 à 58 % en 1972, puis 65 % en 1973. Ce pourcentage est faible en été, notamment de juillet à septembre, et très élevé au début et en fin d'année. Le phosphore minéral, au fur et à mesure qu'il augmente en concentration, est de moins en moins mis à contribution dans les phénomènes de croissance du phytoplancton. Tout se passe comme si le phosphore avait atteint une concentration telle qu'il ne joue plus un rôle de facteur limitant aussi important qu'il y a quelques années.

Dans les couches profondes - 300 m - le rapport P minéral/P total est du même ordre de grandeur que l'année précédente. Il atteint 96 % en mai, mais peut descendre à 56 % en septembre.

8.1.2. Les tonnages

Ils figurent dans le tableau ci-dessous :

Mois	1971	1972	1973
Janvier	2'900	5'000	6'500
Février	3'800	5'500	5'800
Mars	4'000	4'700	5'900
Avril	3'900	4'600	5'920
Mai	3'900	4'800	5'850
Juin	4'000	5'100	6'300
Juillet	3'700	5'600	5'600
Août	4'100	4'900	5'600
Septembre	4'400	5'100	5'100
Octobre	4'500	5'500	5'500
Novembre	6'100	5'200	6'400
Décembre	4'400	5'300	6'800
Moyenne	4'100	5'100	6'000

Le tonnage moyen s'est élevé à 6'000 tonnes, quantité jamais encore atteinte, qui surpasse de 900 tonnes la concentration de l'année précédente. Le minimum mensuel moyen est de 5'100 tonnes en septembre, le maximum de 6'800 tonnes en décembre. Par rapport à l'année précédente, le tonnage est supérieur neuf mois sur douze; les trois autres mois (juillet, septembre et octobre), il n'y a pas de changement.

### 8.1.3. Les diverses régions du lac en 1973

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Surface	0,025	0,046	0,032	0,058	0,042	0,035	0,040
5 m	0,028	0,048	0,030	0,037	0,037	0,034	0,036
10 m	0,032	0,049	0,035	0,044	0,041	0,039	0,040
20 m	0,030	0,057	0,045	0,055	0,050	0,048	0,050
30 m	0,035	0,061	0,057	0,062	0,059	0,056	0,058
40 m	0,033	0,065	0,057	0,068	0,060	0,058	0,060
50 m	0,032	0,073	0,059	0,065	0,061	0,061	0,061
Moyenne	0,031	0,057	0,046	0,057	0,051	0,047	0,050

### Moyennes mensuelles de 0 à 50 m

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,045	0,060	0,054	0,061	0,056	0,056	0,056
Février	0,055	0,085	0,055	0,075	0,065	0,049	0,062
Mars	0,040	0,063	0,057	0,074	0,061	0,056	0,060
Avril	0,025	0,071	0,060	0,084	0,064	0,048	0,061
Mai	0,025	0,055	0,044	0,056	0,047	0,045	0,046
Juin	0,020	0,055	0,051	0,063	0,057	0,048	0,055
Juillet	0,034	0,036	0,035	0,041	0,038	0,047	0,040
Août	0,036	0,049	0,034	0,049	0,041	0,038	0,040
Septembre	0,014	0,045	0,030	0,032	0,034	0,031	0,033
Octobre	0,020	0,037	0,034	0,051	0,038	0,054	0,042
Novembre	0,024	0,063	0,049	0,054	0,053	0,034	0,049
Décembre	-	0,071	0,053	0,046	0,059	0,063	0,060

En moyenne, la concentration des orthophosphates s'est plus accrue dans le Grand Lac que dans le Petit Lac.

Dans le Grand Lac, la concentration a augmenté différemment suivant les régions. Sur la rive S-E, elle est la plus faible (0,031 mg P/l). Vient ensuite la région d'Ouchy-Evian (0,046 mg/l). Dans la région occidentale du Grand Lac, les orthophosphates sont en concentration aussi forte que sur la rive nord-orientale (0,057 mg/l).

Il y a donc pratiquement augmentation de concentration à toute profondeur (de 0 à 50 m) et tous les mois de l'année pour les mêmes profondeurs.

Pour la couche superficielle de 0 à 50 mètres, la concentration moyenne a passé de 0,032 mg P/l en 1971 à 0,039 mg/l en 1972 et 0,050 mg/l en 1973, soit des augmentations de 22 % de 1971 à 1972 et 28 % de 1972 à 1973.

## 8.2. Le phosphore organique

Il représente la différence entre le phosphore total et les orthophosphates.

### 8.2.1. Le Léman pris dans son ensemble

(voir tableau No 14)

La concentration en phosphore organique diminue tout naturellement en fonction de la profondeur. La concentration moyenne est de 0,018 mg P/l en moyenne arithmétique et 0,015 mg/l en moyenne pondérée, avec des variations entre, respectivement, 0,009 et 0,027 mg P/l; 0,007 et 0,030 mg P/l.

Par rapport aux deux années précédentes, nous obtenons les différences suivantes, en moyenne arithmétique :

Profondeur	1971	1972	1973
Surface	0,030	0,022	0,022
5 m	0,031	0,026	0,022
10 m	0,027	0,022	0,020
20 m	0,025	0,019	0,019
30 m	0,024	0,019	0,018
40 m	0,025	0,018	0,018
50 m	0,023	0,018	0,016
100 m	0,014	0,011	0,012
150 m	0,014	0,010	0,012
200 m	0,014	0,010	0,018
250 m	0,022	0,013	0,011
300 m	0,019	0,016	0,014

### Variations mensuelles

Mois	Moyennes arithmétiques			Moyennes pondérées		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
Janvier	0,038	0,010	0,013	0,036	0,009	0,013
Février	0,032	0,014	0,009	0,021	0,009	0,007
Mars	0,017	0,024	0,010	0,014	0,019	0,010
Avril	0,027	0,021	0,013	0,020	0,014	0,011
Mai	0,021	0,018	0,017	0,020	0,011	0,010
Juin	0,027	0,017	0,018	0,020	0,014	0,016
Juillet	0,026	0,041	0,022	0,020	0,035	0,016
Août	0,032	0,016	0,027	0,019	0,012	0,019
Septembre	0,019	0,014	0,026	0,014	0,010	0,030
Octobre	0,021	0,015	0,026	0,011	0,013	0,019
Novembre	0,019	0,015	0,019	0,017	0,011	0,014
Décembre	0,018	0,021	0,021	0,015	0,016	0,020
Moyenne	0,025	0,019	0,018	0,019	0,014	0,015

La concentration moyenne en phosphore organique diminue depuis 1971 en moyenne arithmétique 0,025 mg/l en 1971, 0,019 en 1972, 0,018 en 1973 (respectivement 0,019, 0,014 et 0,015 en moyenne pondérée). Cette évolution n'est pas systématique.

En 1973, le phosphore organique ne représente plus que 35 % du phosphore total à la surface de l'eau, et 11 % à 300 mètres de profondeur, montrant les progrès de la minéralisation des composés phosphorés.

Rapport P organique / P total

Mois	Surface			Fond		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
Janvier	68 %	20 %	16 %	66 %	10 %	9 %
Février	54	25	13	4	12	6
Mars	30	39	18	16	22	6
Avril	70	43	20	8	5	5
Mai	81	46	49	25	4	4
Juin	68	40	29	25	11	7
Juillet	90	78	70	26	19	7
Août	87	74	73	15	13	9
Septembre	73	49	68	11	7	44
Octobre	81	49	50	21	8	25
Novembre	37	30	32	23	13	9
Décembre	33	38	28	27	15	13
Moyenne	63	42	35	22	12	11

8.2.2. Les tonnages

Leur évolution fut la suivante :

Mois	1971	1972	1973
Janvier	3'150	830	1'120
Février	1'910	760	650
Mars	1'270	1'680	860
Avril	1'800	1'250	980
Mai	1'800	990	920
Juin	1'760	1'230	1'440
Juillet	1'800	3'160	1'420
Août	2'550	1'060	1'720
Septembre	1'300	920	2'700
Octobre	1'030	1'140	1'650
Novembre	1'520	1'000	1'220
Décembre	1'260	1'410	1'750
Moyenne	1'810	1'290	1'370

De même que les orthophosphates voient leur tonnage s'accroître en 1973, de même le phosphore organique augmente quelque peu. Le tonnage a passé de 1'810 tonnes en 1971 à 1'290 tonnes en 1972, puis à 1'370 tonnes en 1973. Les tonnages sont faibles de février à mai, et deviennent ensuite plus importants, avec un maximum de 2'700 tonnes en septembre.

Le faible accroissement de tonnage de 1973 (80 tonnes) n'est guère significatif.

L'évolution de la biologie depuis quelques années, perturbe les équilibres physico-chimiques à un point tel qu'il est difficile d'expliquer rationnellement les variations entre les mois correspondants des diverses années.

### 8.2.3. Les diverses régions du lac (de 0 à 50 m de profondeur)

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Uchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,029	0,013	0,016	0,009	0,015	0,008	0,013
Février	0,016	0,008	0,007	0,012	0,010	0,008	0,009
Mars	0,025	0,006	0,006	0,011	0,010	0,014	0,011
Avril	0,020	0,018	0,010	0,014	0,014	0,012	0,014
Mai	0,045	0,014	0,015	0,018	0,019	0,019	0,019
Juin	0,028	0,014	0,019	0,014	0,019	0,014	0,018
Juillet	0,064	0,018	0,014	0,019	0,022	0,028	0,024
Août	0,127	0,010	0,017	0,010	0,029	0,033	0,030
Septembre	0,017	0,021	0,032	0,022	0,023	0,028	0,024
Octobre	0,027	0,016	0,028	0,031	0,025	0,035	0,027
Novembre	0,032	0,021	0,014	0,019	0,019	0,031	0,021
Décembre	-	0,017	0,021	0,014	0,018	0,032	0,021

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Uchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
0 m	0,037	0,017	0,017	0,022	0,020	0,026	0,022
5 m	0,038	0,018	0,016	0,016	0,021	0,025	0,022
10 m	0,037	0,017	0,018	0,018	0,020	0,023	0,020
20 m	0,040	0,014	0,015	0,016	0,019	0,021	0,019
30 m	0,041	0,013	0,015	0,015	0,017	0,020	0,018
40 m	0,043	0,014	0,017	0,013	0,018	0,018	0,018
50 m	0,037	0,011	0,015	0,013	0,016	0,020	0,016
Moyenne	0,039	0,015	0,016	0,016	0,018	0,022	0,019

Le Grand Lac est plus pauvre en phosphore organique que le Petit Lac. Comme l'année précédente, la région sud-orientale en est la plus riche, plus même que l'année précédente. Les autres régions du Grand Lac se sont appauvries en phosphore organique et ont à peu de chose près la même concentration moyenne de 0,015 à 0,016 mg/l. Si le Grand Lac s'est appauvri en phosphore organique, passant de 0,022 mg P/l en 1972 à 0,018 mg/l en 1973, le Petit Lac, lui, s'est enrichi, la concentration moyenne passant de 0,014 mg/l en 1972 à 0,022 mg P/l en 1973.

### 8.3. Le phosphore total

(voir tableau No 15)

1'990 déterminations ont été effectuées en 1973.

La concentration du phosphore total continue à augmenter à une allure rapide, témoin des quantités importantes de phosphore rejeté sous diverses formes par les affluents et les autres sources d'apports.

### 8.3.1. Concentrations moyennes de l'ensemble du lac

Comme le montre le tableau No 15, les concentrations sont importantes tout au cours de l'année. Elles s'accroissent au fur et à mesure que l'on approche du fond. La concentration en surface varie de 0,082 mg P/l en avril à 0,037 mg/l en juillet ou septembre. Ce dernier minimum est plus élevé que les années précédentes.

Les variations des concentrations mensuelles, exprimées en mg P/l, sont données dans le tableau suivant :

Mois	Moyennes arithmétiques			Moyennes pondérées		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
Janvier	0,071	0,056	0,073	0,068	0,065	0,085
Février	0,068	0,068	0,072	0,064	0,071	0,073
Mars	0,059	0,069	0,072	0,059	0,072	0,076
Avril	0,061	0,059	0,076	0,064	0,065	0,078
Mai	0,060	0,062	0,068	0,064	0,066	0,076
Juin	0,064	0,060	0,076	0,065	0,068	0,087
Juillet	0,054	0,085	0,067	0,062	0,098	0,079
Août	0,055	0,053	0,073	0,075	0,067	0,083
Septembre	0,053	0,055	0,064	0,064	0,068	0,089
Octobre	0,050	0,055	0,070	0,062	0,075	0,081
Novembre	0,057	0,060	0,074	0,086	0,070	0,086
Décembre	0,067	0,060	0,086	0,064	0,076	0,097
Moyenne	0,060	0,062	0,073	0,066	0,072	0,083

L'augmentation de concentration de 1972 à 1973 est importante. 0,062 à 0,073 mg/l ou 18 % en moyenne arithmétique, 0,072 à 0,083 mg/l ou 15 % en moyenne pondérée. En réalité, si l'on excepte l'année exceptionnelle de 1970, avec une concentration moyenne de 0,109 mg/l (voir rapport sur la campagne 1971), l'année 1973 est la plus riche en phosphore depuis le début de nos investigations. L'augmentation affecte onze mois sur douze. Seul le mois de juillet, à une concentration exceptionnelle de 1972, fait exception.

Nous devons manifester notre inquiétude devant un tel accroissement alors que l'hiver 1972-1973 n'a pas favorisé les échanges sédiments-eau. Rappelons à nouveau l'évolution des concentrations en moyennes pondérées.

1957-1960	0,013 mg P/l
1964	0,066 mg P/l (hiver rigoureux)
1967	0,028 mg P/l
1968	0,043 mg P/l
1969	0,052 mg P/l
1970	0,103 mg P/l (hiver rigoureux)
1971	0,066 mg P/l
1972	0,072 mg P/l
1973	0,083 mg P/l

### 8.3.2. Tonnages mensuels moyens.

Ils sont donnés dans le tableau de la page suivante.

Mois	1971	1972	1973
Janvier	6'050	5'760	7'590
Février	5'710	6'330	6'490
Mars	5'270	6'370	6'800
Avril	5'700	5'790	6'900
Mai	5'700	5'850	6'760
Juin	5'760	6'020	7'720
Juillet	5'500	8'740	7'020
Août	6'650	5'930	7'350
Septembre	5'700	6'030	7'880
Octobre	5'530	6'660	7'190
Novembre	7'620	6'200	7'610
Décembre	5'660	6'710	8'580
Moyenne	5'910	6'370	7'340

Le tonnage a augmenté de 970 tonnes en 1973 par rapport à 1972, soit 15 %. Il a varié en 1973 entre 6'490 tonnes en février et 8'580 tonnes en décembre. A remarquer que le minimum de février est supérieur à la moyenne de l'année suivante.

La déphosphatation chimique des eaux encore à ses débuts, n'a encore aucune efficacité.

#### 8.3.3. Evolution du phosphore total en fonction de la profondeur

Le tableau suivant en donne les moyennes arithmétiques.

Profondeur	1971	1972	1973
Surface	0,049	0,050	0,062
5 m	0,053	0,054	0,058
10 m	0,049	0,053	0,061
20 m	0,053	0,055	0,069
30 m	0,062	0,062	0,076
40 m	0,067	0,066	0,078
50 m	0,068	0,070	0,078
100 m	0,067	0,070	0,079
150 m	0,065	0,073	0,086
200 m	0,073	0,080	0,103
250 m	0,076	0,090	0,093
300 m	0,087	0,129	0,119

L'augmentation de la concentration concerne toutes les profondeurs, sauf le fond, où l'on observe une relative régression. Parmi les maxima, citons entre autres, 0,392 et 0,289 mg P/l à la station CRG 4.

Dans le fond du lac, les concentrations moyennes se situent entre 0,099 mg P/l en avril et mai et 0,159 mg P/l en janvier.

#### 8.3.4. Evolution dans les diverses régions du lac

Les tableaux récapitulatifs figurent au haut de la page suivante.

Evolution du phosphore total en 1973

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Surface	0,062	0,063	0,049	0,079	0,062	0,061	0,062
5 m	0,066	0,066	0,045	0,056	0,058	0,059	0,058
10 m	0,069	0,066	0,053	0,062	0,060	0,064	0,061
20 m	0,070	0,071	0,061	0,071	0,069	0,069	0,069
30 m	0,076	0,074	0,071	0,077	0,076	0,076	0,076
40 m	0,075	0,078	0,074	0,082	0,078	0,076	0,078
50 m	0,070	0,084	0,076	0,078	0,077	0,081	0,078
Moyenne	0,070	0,072	0,063	0,073	0,069	0,069	0,069

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,074	0,073	0,070	0,070	0,070	0,064	0,069
Février	0,071	0,092	0,061	0,087	0,075	0,057	0,072
Mars	0,065	0,069	0,062	0,085	0,071	0,070	0,071
Avril	0,045	0,090	0,070	0,097	0,078	0,060	0,075
Mai	0,070	0,069	0,059	0,075	0,066	0,064	0,066
Juin	0,048	0,069	0,070	0,077	0,076	0,063	0,073
Juillet	0,098	0,054	0,049	0,060	0,061	0,076	0,064
Août	0,163	0,057	0,054	0,058	0,070	0,072	0,070
Septembre	0,031	0,066	0,063	0,054	0,057	0,059	0,057
Octobre	0,047	0,065	0,062	0,083	0,063	0,088	0,069
Novembre	0,056	0,083	0,063	0,073	0,072	0,064	0,070
Décembre	-	0,095	0,072	0,059	0,076	0,096	0,081

On trouve la même concentration de 0,069 mg P/l dans le Grand Lac et le Petit Lac, ce qui revient à dire que c'est le Petit Lac qui s'est le plus enrichi en phosphore depuis 1972.

Toutes les régions du Grand Lac ont participé à cette augmentation, à des degrés divers. La région Ouchy-Evian (Centre du GrandLac) s'est le moins enrichie. Toutes les profondeurs et onze mois sur douze ont vu leur concentration s'élever.

8.4. Conclusions

L'année 1973 a été une année décevante du point de vue du phosphore. Jamais la situation n'a été aussi critique.

La concentration des orthophosphates ne cesse de s'accroître à toute profondeur, avec la valeur en moyenne pondérée de 0,067 mg/l. Ils ne disparaissent plus totalement au cours de l'année, ce qui nous fait supposer qu'ils sont à une concentration telle qu'ils ne sont plus un facteur limitant parfait. Le rapport orthophosphates/phosphore total est de 81 %. Les orthophosphates représentent en surface les deux tiers du phosphore, et en profondeur les neuf dixièmes.

Les orthophosphates se sont accrus de 900 tonnes en 1973 et atteignent le record absolu de 6'000 tonnes.



Le phosphore organique est en légère hausse (en moyenne pondérée). Il est en 1973 de 0,015 mg P/l. Le phosphore organique ne représente plus que 35 % du phosphore total à la surface de l'eau, et 11 % au fond du lac. Le tonnage du phosphore organique est en légère hausse en 1973, avec 1'370 tonnes.

Quant au phosphore total sa concentration continue de s'accroître. La concentration annuelle moyenne est actuellement de 0,083 mg P/l en moyenne pondérée, au lieu de 0,072 mg/l en 1972 et 0,066 mg/l en 1971. (en moyenne arithmétique respectivement 0,073, 0,062 et 0,060 mg/l). La concentration de 1973 représente le 543 % de la teneur des années 1957-1960.

Le tonnage annuel moyen a augmenté encore de quinze % en 1973 et a passé de 6'370 tonnes en 1972 à 7'340 tonnes en 1973. L'année 1970 mise à part, tous les records sont malheureusement battus.

L'augmentation de la concentration en phosphore concerne toutes les régions du lac, tous les mois sauf juillet déjà chargé et toutes les profondeurs, sauf le fond du lac, déjà précédemment obéré. La concentration s'y est abaissée de 0,129 mg P/l en 1972 à 0,119 mg/l en 1973.

Il est certain que les mesures prises jusqu'à maintenant pour limiter l'apport de phosphore au Léman sont encore trop récentes et trop fragmentaires pour qu'elles puissent développer leurs effets dans l'immédiat. Il importe donc d'accélérer la mise en place des dispositifs d'épuration, mais aussi de prendre d'autres mesures qui ont été efficaces ailleurs, par exemple la limitation ou la suppression des dérivés phosphorés dans les produits de nettoyage, la lutte contre l'érosion des sols, l'application améliorée des engrais.

---

TABLEAU No 1

1973

GENERALITES

	TEMPERATURE DE L'AIR.												MOY.
	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	
RIVE S-E	2.70	2.25	3.50	5.85	15.75	18.75	20.00	23.75	17.25	14.30	14.05		12.56
RIVE N-E	3.32	4.45	3.58	4.24	16.70	20.06	19.92	25.82	18.06	12.32	7.35	3.44	11.79
AXE OUCHY-													
EVIAN	2.75	4.30	3.83	6.57	17.15	20.73	18.62	23.75	20.82	13.87	10.37	4.27	12.13
AXE ROLLE-													
THONON	0.56	2.90	6.08	6.14	16.64	19.88	18.70	23.40	18.46	10.92	7.66	2.88	11.18
AXE VEVEY-													
STGINGOLPH	2.25	3.65	3.03	5.68	14.82	18.75	18.70	24.05	16.77	11.57	8.75	2.53	11.06
GRAND LAC													
AXE NYON-	2.10	3.70	4.21	5.96	16.54	19.88	18.95	24.17	18.74	12.33	9.06	3.55	11.69
AXE MESSERY													
AXE LONGI.	2.10	4.25	7.45	5.05	16.90	20.40	18.15	22.70	16.10	11.95	8.85	3.65	11.46
DU PTIT.LC	5.05	3.25	6.25	6.78	19.52	20.20	19.40	24.75	14.50	12.10	9.23	3.00	12.00
PETIT LAC	4.15	3.55	6.27	6.58	18.67	20.83	19.15	24.47	16.55	11.82	9.07	3.03	12.01
LEMAN	2.56	3.67	4.67	6.10	17.01	20.09	19.00	24.23	18.24	12.20	9.06	3.43	11.76

TRANSPARENCE DE L'EAU. ( METRES )

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	MOY.
VS 2	9.8	12.5	12.5	4.0	2.2	5.4	5.8	5.9	6.4	8.5	7.0		7.27
VS 4	10.0	8.5	13.0	5.0	2.5	4.8	6.4	6.4	5.9	8.0	9.4		7.26
VS 3	10.1	8.9	8.4	2.5	2.5	4.0	3.4	3.9	4.8	6.2	6.2	7.2	5.67
VD 1	12.2	10.0	10.2	2.1	1.8	4.0	4.4	4.9	4.2	6.8	5.9	6.4	6.08
VD 2	9.9	10.1	13.3	2.9	3.4	5.4	4.0	5.7	4.8	6.3	5.7	6.4	6.49
VD 3	10.5		12.0	4.3	3.2	4.7	3.2	6.7	3.6			9.0	6.36
VD 4	12.4	10.1	13.5	4.1	3.6	4.8	5.0	6.4	5.5	8.1	8.1	13.3	7.69
VD 5	9.8	10.4	7.0	5.7	2.1	8.1	4.6	7.4	6.4	7.5	8.0	7.0	7.00
VD P 1													
VD P 2													
VD P 3													
VD P 5	12.5	10.2	14.3	4.7	3.0	6.4	6.6	7.5	6.2	8.0	8.0	11.6	8.27
SHL 1	15.2	12.5	13.8	6.2	2.8	9.4	7.7	9.5	7.3	6.8	9.1	9.8	9.18
SHL 2	16.5	16.6	16.3	8.0	2.8	5.0	7.0	6.6	6.0	7.6	8.5	11.0	9.32
SHL 6	15.0	12.8	16.7	7.5	2.4	6.2	6.4	9.1	6.0	7.3	7.4	11.3	9.28
CRG 3	11.2	13.8	9.1	6.8	1.9	9.0	4.8	7.5	6.4	8.0	8.2	8.9	7.97
CRG 4	11.2	13.8	7.7	7.6	2.0	9.4	4.2	7.3	6.2	7.0	8.0	9.7	7.84
CRG 6	10.2	9.5	8.0	5.8	2.0	9.4	4.8	6.8	5.6	6.5	8.1	9.0	7.14
CRG 9	15.6	11.8	14.0	6.4	1.7	5.1	5.6	6.8	4.9		6.5	11.6	8.18
CRG 10	17.8	13.8	13.5	3.6	2.0	6.1	5.2	6.6	5.2		8.0	11.9	8.52
CRG 21	13.6	11.7	11.5	4.8	2.0	6.9	5.5	4.8	4.4		7.0	10.9	7.55
CRG 22	12.2	11.2	13.8	5.6	2.3	3.7	4.5	4.7	5.7	7.4	6.3	6.1	6.96
CRG 23	9.8	9.6	12.2	6.3	2.3	3.5	4.1	5.2	6.1	7.2	5.4	9.6	6.77
GE 1													
GE 2	11.0	9.8	7.5	4.5	3.2	8.6	6.4	8.0	6.1	9.9	8.1	7.0	7.51
GE 3	10.0	9.8	9.6	5.3	3.2	8.5	5.6	8.0	5.9	9.2	9.4	8.6	7.76
GE 4	11.2	10.0	11.6	5.3	4.1	8.6	5.0	8.0	5.6	5.8	9.0	9.5	7.81
GE P 1													

## GENERALITES

1973

TABLEAU No 3

## TRANSPARENCE DE L'EAU. ( METRES )

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	MOY.
RIVE S-E	9.90	10.50	12.75	4.50	2.35	5.10	6.10	6.15	6.15	8.25	8.20	7.25	7.27
RIVE N-E	10.68	9.67	10.98	2.95	2.72	4.53	3.75	5.30	4.35	6.43	5.93	7.25	6.14
AXE OUCHY-													
EVIAN	14.97	12.55	14.72	5.72	2.58	5.60	5.97	7.17	5.56	7.75	7.60	11.78	8.59
AXE ROLLE-													
THONON	11.85	12.62	9.40	6.57	2.20	8.97	5.33	7.93	6.58	7.33	8.32	8.85	8.00
AXE VEVEY-													
STINGOLPH	10.47	9.85	13.08	4.95	2.63	4.35	4.75	5.50	5.63	7.23	6.70	7.37	6.86
GRAND LAC	12.38	11.57	12.25	5.16	2.45	5.89	5.18	6.47	5.56	7.38	7.29	9.51	7.57
AXE NYON-													
MESSERY	10.70	9.75	9.80	5.55	3.05	9.00	4.90	7.40	5.60	6.15	8.55	9.25	7.47
AXE LONGI.													
DU PETIT LAC	10.73	9.87	9.57	5.03	3.50	8.57	5.67	8.00	5.87	8.30	8.83	8.37	7.69
PETIT LAC	10.60	9.78	9.18	5.22	3.13	8.77	5.45	7.70	5.80	7.85	8.65	8.52	7.55
LEMAN	12.07	11.25	11.72	5.17	2.57	6.39	5.23	6.68	5.60	7.48	7.56	9.32	7.57

REGION : LEMAN

ANNEE : 1973

TABLEAU No 4

DETERMINATION : TEMPERATURE DE L'EAU  
( DEGRES CENTIGRADES )

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	6.33	5.51	5.46	6.16	13.33	18.17	20.85	24.15	29.65	12.01	9.94	6.65	12.59
5 M	6.35	5.54	5.51	6.07	10.49	15.51	18.98	21.62	19.61	12.16	9.93	6.73	11.73
10 M	6.35	5.51	5.50	5.95	8.92	14.22	16.76	16.70	18.59	12.09	9.67	6.73	10.68
20 M	6.38	5.56	5.45	5.89	6.95	8.80	9.78	10.22	12.64	11.58	9.60	6.70	8.29
30 M	6.37	5.62	5.41	5.81	6.49	6.83	7.07	7.22	8.78	9.55	8.69	6.57	7.91
40 M	6.41	5.66	5.43	5.73	5.95	6.04	6.16	6.30	6.60	7.13	7.90	6.43	6.29
50 M	6.37	5.59	5.40	5.63	5.74	5.80	5.76	5.85	6.01	6.11	6.64	6.22	5.92
0-50	6.37	5.53	5.45	5.89	8.26	10.74	12.15	13.11	13.22	10.08	8.92	6.58	8.91
100 M	5.90	5.71	5.39	5.38	5.59	5.76	5.68	5.72	5.79	5.61	5.61	5.68	5.65
150 M	5.28	5.47	5.27	5.19	5.32	5.34	5.33	5.33	5.41	5.31	5.31	5.30	5.32
200 M	5.08	5.18	5.13	5.01	5.09	5.27	5.12	5.16	5.18	5.17	5.28	5.22	5.16
250 M	4.90	5.00	5.05	5.00	4.97	4.97	4.95	4.95	5.00	5.00	4.98	5.20	5.00
300 M	4.90	5.00	4.95	4.93	4.90	4.95	4.95	4.95	5.10	5.00	4.93	5.15	4.97
J-300	6.23	5.59	5.42	5.80	7.86	10.03	11.22	12.05	12.16	9.62	8.37	6.40	8.43

MOYENNES PONDEREES :

5.79	5.50	5.32	5.44	6.10	6.79	7.11	7.37	6.80	6.56	5.84	6.36
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

DETERMINATION : PH OBSERVE  
( UNITES DE PH )

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	7.70	7.80	7.76	7.90	8.50	8.35	8.24	8.28	8.26	7.90	7.86	7.76	8.03
5 M	7.69	7.79	7.76	7.90	8.32	8.30	8.16	8.24	8.21	7.90	7.87	7.75	8.00
10 M	7.69	7.77	7.74	7.83	8.15	8.20	8.01	7.86	8.05	7.86	7.83	7.73	7.90
20 M	7.70	7.77	7.73	7.82	7.88	7.95	7.74	7.68	7.74	7.84	7.80	7.72	7.78
30 M	7.68	7.73	7.73	7.78	7.82	7.80	7.69	7.65	7.67	7.71	7.70	7.70	7.72
40 M	7.70	7.75	7.75	7.80	7.78	7.75	7.70	7.63	7.70	7.63	7.68	7.69	7.71
50 M	7.67	7.74	7.73	7.77	7.73	7.76	7.67	7.63	7.66	7.63	7.63	7.66	7.69
0-50	7.69	7.76	7.74	7.82	8.01	8.00	7.87	7.84	7.88	7.78	7.76	7.72	7.83
100 M	7.60	7.58	7.69	7.66	7.67	7.74	7.64	7.59	7.64	7.63	7.62	7.58	7.64
150 M	7.53	7.64	7.67	7.60	7.57	7.64	7.51	7.59	7.66	7.63	7.54	7.54	7.59
200 M	7.47	7.57	7.57	7.55	7.53	7.55	7.47	7.43	7.58	7.53	7.38	7.47	7.51
250 M	7.40	7.58	7.50	7.50	7.50	7.55	7.50	7.55	7.55	7.60	7.40	7.45	7.50
300 M	7.30	7.48	7.50	7.40	7.40	7.50	7.40	7.30	7.45	7.40	7.30	7.35	7.40
0-300	7.67	7.74	7.72	7.79	7.95	7.95	7.82	7.79	7.84	7.76	7.72	7.68	7.79

## MOYENNES PONDEREES :

7.58	7.58	7.67	7.68	7.71	7.75	7.65	7.63	7.65	7.60	7.66	7.66	7.66	7.66
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

REGION : LEHIAN

ANNEE : 1973

TABLEAU No 6

DETERMINATION : OXYGENE ( MG O2/L )

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	10.42	10.80	11.04	11.83	13.75	11.09	10.36	11.54	9.41	9.71	10.45	10.62	10.86
5 M	11.33	11.77	11.92	11.86	12.71	11.09	10.03	10.98	9.19	9.46	10.44	10.56	10.71
10 M	10.26	10.51	10.91	11.64	12.16	10.71	9.49	8.68	8.43	9.53	10.26	10.49	10.27
20 M	10.39	10.51	10.91	11.46	11.40	10.85	9.39	8.60	7.38	9.44	10.16	10.36	10.09
30 M	10.27	10.53	10.38	11.38	11.10	10.69	9.82	9.53	8.43	9.03	9.97	10.40	10.20
40 M	10.21	10.51	10.91	11.22	10.90	10.42	9.93	9.70	9.22	9.00	9.75	10.21	10.19
50 M	10.11	10.51	10.79	11.05	10.66	10.58	10.00	9.88	9.46	9.33	9.55	9.98	10.18
0-50	10.28	10.54	10.93	11.47	11.77	10.76	9.86	9.64	8.77	9.34	10.06	10.36	10.34
100 M	9.25	9.37	10.55	11.65	10.47	10.29	9.76	9.87	9.82	9.51	9.68	9.47	9.95
150 M	8.54	8.82	10.14	9.69	9.58	9.11	9.00	9.01	8.95	8.38	8.58	8.71	9.07
200 M	7.70	7.98	9.38	7.95	7.55	8.14	7.34	7.34	7.46	7.80	6.52	7.11	7.68
250 M	6.46	7.53	9.15	7.25	6.54	6.81	6.41	6.12	6.56	6.21	6.20	6.71	6.86
300 M	4.16	5.57	5.47	5.86	5.48	5.19	4.16	3.25	4.52	2.57	2.36	4.26	4.48
J-300	9.96	10.35	10.74	11.13	11.35	10.47	9.63	9.44	8.72	9.22	9.71	10.01	10.08

MOYENNES PONDEREES :

8.98	9.49	10.22	10.04	9.89	9.57	8.95	8.84	8.59	8.58	8.74	9.01	9.26
------	------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

TONNAGES :

798888	843955	918794	892868	879124	850985	796662	785732	763477	762654	777022	801195	823120
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

REGION : LEHIAN

ANNEE : 1973

TABLEAU No 7

DETERMINATION : TAUX DE SATURATION EN OXYGENE ( % )

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	90.8	92.5	94.2	102.8	141.3	125.5	123.3	133.1	111.0	96.6	99.0	93.4	109.2
5 M	90.1	91.9	93.1	102.6	123.0	118.7	115.0	130.1	106.7	94.1	98.5	92.9	105.1
10 M	89.6	90.9	93.0	100.7	113.0	112.0	105.0	95.2	96.3	95.1	97.0	92.3	98.5
20 M	90.7	91.1	92.8	98.9	100.9	100.5	88.9	82.4	74.4	93.1	96.0	91.1	91.7
30 M	89.7	91.2	93.4	98.0	97.3	94.6	86.9	85.0	78.3	85.1	92.2	91.2	90.3
40 M	89.2	91.0	92.8	96.8	94.2	90.2	86.7	84.5	81.2	80.0	89.1	89.2	88.8
50 M	88.3	90.0	91.9	94.7	91.7	91.2	86.1	85.2	81.9	80.9	84.4	86.9	87.9
0-50	89.8	91.2	93.0	99.0	108.1	104.0	98.0	97.0	89.1	89.0	93.5	90.9	95.5
100 M	80.1	85.7	89.7	91.7	89.7	88.5	83.8	84.8	84.5	81.6	83.0	81.5	85.3
150 M	72.3	75.4	80.2	82.2	81.5	77.6	76.6	78.0	76.3	71.3	73.0	74.1	77.2
200 M	65.1	67.6	70.4	67.1	63.9	68.3	62.1	62.2	63.3	66.1	56.2	60.3	65.1
250 M	54.3	64.4	77.3	61.3	55.1	57.5	54.0	51.6	55.4	52.4	52.2	57.0	57.9
300 M	35.0	47.0	46.1	49.3	46.2	43.7	35.0	27.4	38.2	21.7	19.9	36.2	37.6
0-300	86.8	88.6	91.3	95.9	113.3	99.8	94.0	93.9	86.6	86.9	89.2	87.5	92.1

MOYENNES PONDEREES :

77.5	81.2	86.8	85.8	85.3	84.9	8.1	79.8	77.3	76.0	77.1	77.9	81.0
------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------



REGION : LEMAN

ANNEE : 1973

TABLEAU No 8

DETERMINATION : AZOTE AMMONIACAL (AMMONIAQUE) ( MG N/L )

	JANV.	FEBV.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.031	0.016	0.011	0.013	0.030	0.029	0.032	0.032	0.037	0.058	0.042	0.016	0.029
5 M	0.033	0.021	0.013	0.012	0.059	0.054	0.030	0.053	0.033	0.049	0.051	0.022	0.037
10 M	0.033	0.015	0.011	0.013	0.057	0.058	0.038	0.048	0.038	0.053	0.034	0.031	0.037
20 M	0.029	0.017	0.013	0.011	0.046	0.077	0.030	0.026	0.025	0.049	0.041	0.015	0.032
30 M	0.025	0.019	0.012	0.018	0.041	0.035	0.017	0.026	0.019	0.033	0.037	0.021	0.025
40 M	0.023	0.020	0.012	0.011	0.025	0.022	0.017	0.021	0.020	0.030	0.038	0.020	0.021
50 M	0.024	0.015	0.011	0.011	0.015	0.027	0.016	0.035	0.022	0.030	0.041	0.021	0.022
0-50	0.028	0.017	0.012	0.013	0.039	0.044	0.025	0.033	0.027	0.043	0.040	0.021	0.028
100 M	0.027	0.007	0.008	0.008	0.019	0.009	0.017	0.008	0.013	0.007	0.009	0.008	0.011
150 M	0.016	0.009	0.009	0.016	0.006	0.021	0.011	0.007	0.009	0.008	0.007	0.011	0.010
200 M	0.017	0.010	0.008	0.008	0.011	0.022	0.016	0.010	0.013	0.012	0.009	0.012	0.012
250 M	0.010	0.010	0.015	0.004	0.005	0.008	0.008	0.008	0.006	0.006	0.006	0.007	0.008
300 M	0.009	0.007	0.007	0.005	0.008	0.019	0.026	0.017	0.006	0.005	0.009	0.009	0.011
1-300	0.027	0.016	0.011	0.012	0.034	0.040	0.024	0.030	0.025	0.039	0.035	0.019	0.026

MOYENNES PONDEREES :

0.022	0.012	0.010	0.009	0.018	0.026	0.018	0.018	0.018	0.016	0.021	0.021	0.014	0.017
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

TONNAGES :

1955	1472	891	794	1633	2299	1586	1629	1463	1835	1885	1232	1521
------	------	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

REGION : LEMAN ANNEE : 1973 TABLEAU No 9

## DETERMINATION : AZOTE NITREUX (NITRITES) ( MG N/L )

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.002	0.001	0.001	0.002	0.005	0.005	0.007	0.001	0.001	0.007	0.004	0.002	0.003
5 M	0.002	0.002	0.001	0.002	0.005	0.009	0.011	0.004	0.002	0.007	0.004	0.004	0.004
10 M	0.003	0.001	0.001	0.002	0.005	0.007	0.014	0.009	0.002	0.007	0.004	0.003	0.005
20 M	0.002	0.001	0.001	0.002	0.005	0.021	0.005	0.004	0.004	0.007	0.004	0.003	0.005
30 M	0.002	0.001	0.001	0.001	0.005	0.020	0.003	0.002	0.002	0.006	0.003	0.003	0.004
40 M	0.002	0.001	0.001	0.001	0.005	0.020	0.003	0.002	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004
50 M	0.003	0.001	0.001	0.001	0.007	0.012	0.003	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003
0-50	0.002	0.001	0.001	0.002	0.005	0.014	0.006	0.003	0.002	0.006	0.003	0.003	0.004
100 M	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
150 M	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001
200 M	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.005	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000	0.002
250 M	0.002	0.000	0.001	0.001	0.000	0.019	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001
300 M	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.007	0.008	0.007	0.005	0.000	0.001	0.001	0.003
0-300	0.002	0.001	0.001	0.001	0.005	0.012	0.006	0.003	0.002	0.005	0.003	0.002	0.004

## MOYENNES PONDEEES :

0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.008	0.003	0.003	0.002	0.001	0.003	0.002	0.001	0.002
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

## TONNAGES :

165	46	67	71	251	732	305	195	131	222	173	110	207
-----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

REGION : LEMAN ANNEE : 1973 TABLEAU No 10

DETERMINATION : AZOTE NITRIQUE (NITRATES) ( MG N/L )

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.36	0.40	0.39	0.33	0.08	0.16	0.04	0.04	0.05	0.21	0.22	0.31	0.21
5 M	0.37	0.41	0.39	0.32	0.13	0.19	0.08	0.05	0.05	0.20	0.21	0.33	0.23
10 M	0.37	0.40	0.39	0.35	0.19	0.20	0.13	0.14	0.09	0.20	0.23	0.32	0.25
20 M	0.37	0.39	0.39	0.35	0.29	0.28	0.35	0.39	0.28	0.22	0.23	0.34	0.33
30 M	0.37	0.40	0.39	0.37	0.32	0.34	0.40	0.43	0.36	0.32	0.30	0.33	0.36
40 M	0.37	0.39	0.39	0.36	0.36	0.38	0.41	0.44	0.41	0.41	0.32	0.35	0.38
50 M	0.37	0.39	0.39	0.37	0.38	0.38	0.42	0.45	0.40	0.42	0.37	0.36	0.39
0-50	0.37	0.39	0.39	0.35	0.26	0.28	0.27	0.29	0.25	0.29	0.27	0.33	0.31
100 M	0.41	0.40	0.38	0.40	0.41	0.42	0.37	0.45	0.44	0.43	0.40	0.41	0.41
150 M	0.45	0.44	0.40	0.42	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45	0.45	0.43	0.44	0.44
200 M	0.48	0.45	0.42	0.43	0.44	0.44	0.33	0.50	0.46	0.44	0.44	0.43	0.44
250 M	0.52	0.49	0.42	0.48	0.46	0.44	0.49	0.51	0.47	0.51	0.47	0.46	0.47
300 M	0.53	0.49	0.43	0.48	0.44	0.44	0.47	0.53	0.53	0.55	0.50	0.46	0.48
0-300	0.38	0.40	0.39	0.36	0.28	0.30	0.29	0.32	0.28	0.31	0.30	0.35	0.33

MOYENNES PONDEREES :

0.42 0.42 0.40 0.40 0.38 0.38 0.37 0.42 0.39 0.40 0.40 0.38 0.40 0.40

TONNAGES :

37306 37239 35153 35495 33516 34554 32965 37658 34706 35638 33466 35200 35179

REGION : LEHAN ( EXTRAPOLATION ) ANNEE : 1973 TABLEAU No II

DETERMINATION : AZOTE ORGANIQUE ( MG P/L )

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.128	0.072	0.131	0.165	0.218	0.237	0.352	0.213	0.223	0.131	0.240	0.147	0.192
5 M	0.111	0.064	0.107	0.126	0.414	0.403	0.276	0.325	0.231	0.148	0.225	0.122	0.212
10 M	0.033	0.050	0.107	0.150	0.249	0.263	0.294	0.287	0.131	0.125	0.198	0.144	0.174
20 M	0.133	0.031	0.076	0.122	0.136	0.111	0.549	0.166	0.124	0.123	0.311	0.119	0.171
30 M	0.111	0.071	0.077	0.159	0.137	0.099	0.433	0.143	0.090	0.113	0.153	0.110	0.138
40 M	0.033	0.035	0.039	0.113	0.141	0.242	0.161	0.136	0.080	0.080	0.125	0.076	0.118
50 M	0.112	0.079	0.085	0.106	0.140	0.192	0.105	0.143	0.084	0.069	0.162	0.101	0.115
0-50	0.113	0.073	0.036	0.134	0.205	0.228	0.306	0.202	0.137	0.113	0.202	0.117	0.160
100 M	0.074	0.080	0.032	0.107	0.171	0.438	0.037	0.142	0.140	0.066	0.063	0.069	0.123
150 M	0.113	0.060	0.150	0.131	0.139	0.148	0.046	0.133	0.172	0.069	0.036	0.084	0.108
200 M	0.033	0.043	0.159	0.133	0.143	0.095	0.071	0.126	0.174	0.079	0.060	0.059	0.107
250 M	0.112	0.048	0.139	0.082	0.149	0.125	0.088	0.103	0.160	0.034	0.053	0.064	0.101
300 M	0.122	0.034	0.149	0.135	0.157	0.170	0.157	0.127	0.133	0.057	0.085	0.077	0.117
0-300	0.117	0.055	0.113	0.132	0.183	0.214	0.212	0.170	0.145	0.091	0.143	0.098	0.140

MOYENNES PONDEREES :

0.113 0.067 0.120 0.126 0.152 0.223 0.144 0.149 0.141 0.079 0.112 0.086 0.126

TONNAGES :

9173 5957 10634 11214 14396 19853 12772 13255 12511 7022 9933 7673 11200

REGION : LEMAN ( EXTRAPOLATION ) ANNEE : 1973 TABLEAU No 12

( MG N/L )

DETERMINATION : AZOTE TOTAL

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.535	0.494	0.538	0.544	0.559	0.475	0.388	0.238	0.238	0.319	0.497	0.516	0.429
5 M	0.610	0.485	0.512	0.491	0.534	0.650	0.338	0.328	0.406	0.346	0.490	0.490	0.473
10 M	0.522	0.478	0.512	0.525	0.575	0.575	0.376	0.412	0.513	0.331	0.469	0.516	0.492
20 M	0.547	0.497	0.494	0.519	0.550	0.575	0.976	0.619	0.575	0.331	0.582	0.498	0.572
30 M	0.610	0.487	0.494	0.537	0.553	0.575	0.831	0.625	0.556	0.450	0.609	0.479	0.572
40 M	0.622	0.500	0.536	0.500	0.575	0.712	0.636	0.619	0.556	0.559	0.594	0.455	0.571
50 M	0.547	0.494	0.530	0.494	0.584	0.762	0.600	0.625	0.553	0.559	0.536	0.479	0.569
0-50	0.533	0.431	0.533	0.514	0.521	0.618	0.602	0.435	0.435	0.414	0.540	0.490	0.525
100 M	0.647	0.494	0.500	0.512	0.606	0.912	0.531	0.612	0.606	0.544	0.521	0.544	0.586
150 M	0.685	0.525	0.575	0.525	0.594	0.625	0.531	0.625	0.638	0.550	0.516	0.549	0.582
200 M	0.635	0.537	0.575	0.587	0.619	0.625	0.604	0.637	0.650	0.575	0.538	0.544	0.598
250 M	0.710	0.550	0.625	0.575	0.625	0.637	0.639	0.625	0.656	0.550	0.550	0.559	0.608
300 M	0.722	0.550	0.625	0.619	0.625	0.662	0.715	0.634	0.693	0.612	0.614	0.573	0.637
0-300	0.634	0.508	0.538	0.535	0.560	0.649	0.607	0.550	0.553	0.477	0.543	0.517	0.557

MOYENNES PONDEREES :

0.639 0.510 0.536 0.530 0.583 0.699 0.609 0.606 0.595 0.587 0.516 0.539 0.522 0.574

TONNAGES :

58620 45334 47687 47130 51855 62141 54156 52908 52183 45867 47922 46458 51023

REGION : LEMAN

ANNEE : 1973

TABLEAU No 13

DETERMINATION : ORTHOPHOSPHATES ( PHOSPHORE SOLUBLE ) ( MG P/L )

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.051	0.057	0.060	0.066	0.028	0.049	0.011	0.012	0.012	0.032	0.039	0.056	0.040
5 M	0.051	0.054	0.060	0.057	0.026	0.025	0.010	0.013	0.015	0.025	0.039	0.064	0.036
10 M	0.057	0.055	0.059	0.057	0.047	0.032	0.017	0.017	0.010	0.026	0.039	0.059	0.040
20 M	0.064	0.053	0.064	0.063	0.051	0.058	0.051	0.035	0.023	0.030	0.042	0.053	0.050
30 M	0.054	0.051	0.060	0.060	0.055	0.078	0.058	0.063	0.045	0.046	0.052	0.066	0.058
40 M	0.055	0.052	0.058	0.062	0.054	0.062	0.058	0.064	0.061	0.063	0.063	0.058	0.060
50 M	0.058	0.059	0.060	0.058	0.056	0.069	0.062	0.063	0.057	0.062	0.063	0.065	0.061
0-50	0.056	0.052	0.060	0.061	0.046	0.055	0.040	0.040	0.033	0.042	0.049	0.060	0.050
100 M	0.071	0.053	0.061	0.061	0.067	0.071	0.063	0.064	0.064	0.066	0.080	0.068	0.067
150 M	0.083	0.066	0.073	0.065	0.075	0.067	0.065	0.065	0.073	0.075	0.077	0.097	0.073
200 M	0.083	0.070	0.073	0.086	0.087	0.091	0.089	0.081	0.077	0.072	0.092	0.103	0.084
250 M	0.095	0.075	0.070	0.078	0.084	0.085	0.085	0.084	0.063	0.084	0.091	0.092	0.082
300 M	0.144	0.099	0.124	0.094	0.095	0.128	0.100	0.117	0.058	0.084	0.112	0.105	0.106
0-300	0.160	0.053	0.162	0.062	0.051	0.059	0.045	0.046	0.039	0.045	0.055	0.064	0.054

MOYENNES PONDEREES :

0.073	0.056	0.067	0.067	0.066	0.071	0.063	0.062	0.057	0.062	0.072	0.077	0.067
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

TONNAGES :

6463	5841	5929	5920	5850	6275	5600	5551	5088	5539	6388	6823	5955
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

TABLEAU No 14

ANNEE : 1973

REGION : LEMAN

## DETERMINATION : PHOSPHORE ORGANIQUE ( MG P/L )

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.010	0.010	0.013	0.016	0.027	0.021	0.026	0.034	0.025	0.032	0.025	0.024	0.022
5 M	0.014	0.018	0.010	0.013	0.034	0.021	0.027	0.045	0.026	0.025	0.022	0.022	0.022
10 M	0.015	0.010	0.011	0.016	0.023	0.019	0.023	0.032	0.025	0.029	0.020	0.020	0.020
20 M	0.013	0.010	0.010	0.013	0.018	0.022	0.027	0.029	0.020	0.025	0.021	0.021	0.019
30 M	0.015	0.010	0.010	0.013	0.017	0.017	0.021	0.024	0.022	0.029	0.022	0.020	0.018
40 M	0.013	0.010	0.010	0.014	0.011	0.013	0.022	0.027	0.028	0.025	0.020	0.020	0.018
50 M	0.013	0.008	0.010	0.013	0.011	0.014	0.020	0.025	0.023	0.024	0.018	0.021	0.016
0-50	0.013	0.009	0.011	0.014	0.019	0.018	0.024	0.030	0.024	0.027	0.021	0.021	0.019
100 M	0.008	0.008	0.011	0.011	0.006	0.013	0.011	0.014	0.020	0.014	0.010	0.021	0.012
150 M	0.011	0.006	0.007	0.010	0.006	0.016	0.010	0.014	0.030	0.012	0.007	0.012	0.012
200 M	0.023	0.004	0.008	0.009	0.008	0.026	0.016	0.011	0.060	0.009	0.009	0.025	0.018
250 M	0.005	0.004	0.012	0.005	0.002	0.009	0.007	0.010	0.039	0.017	0.010	0.016	0.011
300 M	0.015	0.016	0.008	0.005	0.004	0.010	0.008	0.012	0.046	0.028	0.011	0.015	0.014
J-300	0.013	0.009	0.010	0.013	0.017	0.018	0.022	0.027	0.026	0.026	0.019	0.021	0.018
MOYENNES PONDEREES :													
	0.013	0.007	0.010	0.011	0.010	0.016	0.016	0.019	0.030	0.019	0.014	0.020	0.015
TONNAGES :													
	1122	648	864	979	918	1444	1420	1716	2698	1653	1220	1746	1369

REGION : LE MAH

ANNEE : 1973

TABLEAU No 15

DETERMINATION : PHOSPHORE TOTAL ( G P/L )

	JANV.	FÉVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVÉ.	DÉCE.	MOY.
0 M	0.061	0.077	0.073	0.082	0.085	0.069	0.037	0.044	0.037	0.064	0.064	0.078	0.062
5 M	0.064	0.052	0.067	0.077	0.053	0.046	0.037	0.057	0.042	0.051	0.061	0.094	0.058
10 M	0.072	0.075	0.073	0.073	0.079	0.051	0.040	0.049	0.035	0.056	0.061	0.085	0.061
20 M	0.077	0.073	0.074	0.077	0.069	0.080	0.078	0.064	0.042	0.055	0.062	0.075	0.069
30 M	0.069	0.071	0.072	0.073	0.071	0.095	0.078	0.087	0.067	0.075	0.074	0.078	0.076
40 M	0.068	0.072	0.067	0.075	0.065	0.075	0.041	0.092	0.088	0.087	0.083	0.076	0.078
50 M	0.071	0.058	0.071	0.073	0.067	0.083	0.082	0.090	0.081	0.086	0.081	0.087	0.078
0-50	0.069	0.072	0.071	0.075	0.066	0.073	0.064	0.070	0.057	0.069	0.070	0.081	0.069
100 M	0.080	0.071	0.072	0.072	0.074	0.084	0.073	0.078	0.085	0.080	0.091	0.089	0.079
150 M	0.094	0.072	0.081	0.075	0.081	0.083	0.075	0.084	0.111	0.087	0.084	0.109	0.086
200 M	0.106	0.074	0.081	0.095	0.095	0.117	0.106	0.092	0.137	0.080	0.101	0.128	0.103
250 M	0.101	0.079	0.082	0.082	0.086	0.094	0.091	0.095	0.102	0.111	0.101	0.108	0.093
300 M	0.159	0.105	0.102	0.099	0.099	0.138	0.118	0.129	0.104	0.112	0.123	0.120	0.119
J-300	0.073	0.072	0.072	0.070	0.068	0.076	0.067	0.073	0.064	0.071	0.074	0.086	0.073

MOYENNES PONDEREES :

0.095	0.073	0.076	0.078	0.076	0.087	0.089	0.086	0.097	0.083
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

TONNAGES :

7585	5431	6795	6899	6768	7718	7192	7351	7608	8591	7338
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------



## ETUDE DU PHYTOPLANCTON DES EAUX VAUDOISES DU LEMAN

Campagnes 1971 - 1973

par G. Matthey, hydrobiologiste  
Conservation de la faune, Lausanne

1. INTRODUCTION

Les résultats obtenus en calculant la diversité spécifique du phytoplancton mettent en évidence une grande ressemblance entre les quatre stations étudiées (VD 1, 3, 4, 5). Pour cette raison, seules les données de VD 4 sont examinées à fond en 1973. Du fait de la méthode de récolte utilisée (filet), les espèces prélevées appartiennent au microplancton et ne représentent qu'une fraction du plancton présent dans le Léman.

2. Résultats2.1. Espèces et classes dominantes

Les espèces comprenant plus de 5 % du nombre total de cellules récoltées mensuellement sont considérées comme dominantes.

En 1971, dix espèces peuvent être considérées comme dominantes (Tab. 1). Huit de ces espèces restent abondantes en 1972 - 1973. Ce sont : *Asterionella formosa*, *Melosira islandica*, *Fragilaria elongatum* (Diatomées); *Mougeotia gracillima*, *Staurastrum gracile* (Chlorophycées) et *Ceratium hirundinella* (Péridiniens). *Closterium aciculare* (Chlorophycées) et *Dinobryon divergens* (Chrysophycées) disparaissent en tant qu'espèces dominantes.

En 1972, onze espèces peuvent être considérées comme dominantes (Tab. 2). Ce sont : *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria virescens*, *Melosira islandica*, *Melosira Binderana*, *Synedra ulna* (Diatomées); *Ceratium hirundinella* et *Peridinium spec.* (Péridiniens); *Staurastrum gracile* et *Mougeotia gracillima* (Chlorophycées); *Mallomonas spec.* (Chrysophycées).

Quelques-unes de ces espèces ne sont dominantes que lorsque le nombre total de cellules récoltées est faible. Elles ne sont donc pas responsables des grandes poussées phytoplanctoniques saisonnières. Ce sont : *Synedra ulna*, *Melosira islandica*, *Peridinium* et *Mallomonas*.

En 1973, huit espèces sont dominantes (Tab. 3) : *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria virescens* et *Diatoma elongatum* (Diatomées); *Sphaerocystis schröteri* et *Mougeotia gracillima* (Chlorophycées); *Ceratium hirundinella* (Peridiniens); *Aphanizomenon flosaquae* (Cyanophycées).

Dans tous les prélèvements, les espèces dominantes réunies constituent plus de 70 % du nombre total de cellules récoltées. Les Diatomées forment l'essentiel du phytoplancton pendant toute l'année, suivies par les Chlorophycées. Les Peridiniens ne sont importants qu'en juillet et en septembre. Une poussée de Cyanophycées intervient en décembre.

Les espèces dominantes en 1972 et 1973 sont les mêmes en ce qui concerne les Diatomées à l'exception de *Melosira Binderana* (72) remplacée par *Diatoma elongatum*. Chez les Chlorophycées, *Sphaerocystis schröteri* prend la place de *Staurastrum gracile* tandis que *Mougeotia gracillima* reste constamment abondante. Contrairement à 1973, aucune poussée de Cyanophycées ne se produit en 1972.

En conclusion, les espèces dominantes ne changent guère de 1971 à 1973, mais le nombre d'espèces dominantes coexistant simultanément dans un même prélèvement diminue d'année en année (Tab. 4). Les phénomènes de dominance s'accroissent peu à peu, ce qui semble indiquer une eutrophisation croissante. D'autre part, le développement massif des Cyanophycées en 1973 pourrait aussi indiquer une aggravation de l'état du lac. Cependant, ces résultats n'ont qu'un caractère fragmentaire puisqu'ils laissent dans l'ombre les fluctuations du nanoplancton.

Tableau No 1

Espèces et groupes dominants ( 5 %) en 1971  
dans la station VD 4

Mois	Espèces	%	Groupes	%
Janvier	<i>Asterionella formosa</i>	26,0	Diatomées	32,5
	<i>Mougeotia gracillima</i>	58,0	Chlorophycées	65,9
	<i>Closterium aciculare</i>	6,9		
Février	<i>Melosira islandica</i>	25,8	Diatomées	68,9
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	13,8		
	<i>Asterionella formosa</i>	26,4		
	<i>Mougeotia gracillima</i>	21,5	Chlorophycées	28,2
	<i>Closterium aciculare</i>	5,5		
Avril	<i>Melosira islandica</i>	57,1	Diatomées	93,5
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	5,8		
	<i>Asterionella formosa</i>	27,7	Chlorophycées	6,2
	<i>Mougeotia gracillima</i>	6,2		
Mai	<i>Melosira islandica</i>	87,1	Diatomées	97,0
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	7,9		
Juin	<i>Melosira islandica</i>	5,0	Diatomées	66,7
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	42,3		
	<i>Fragilaria virescens</i>	12,6		
	<i>Asterionella formosa</i>	6,3		
	<i>Eudorina elegans</i>	6,9	Chlorophycées	31,7
	<i>Staurastrum gracile</i>	20,1		
Juillet	<i>Fragilaria crotonensis</i>	10,6	Diatomées	22,8
	<i>Asterionella formosa</i>	8,4	Chlorophycées	31,7
	<i>Mougeotia gracillima</i>	30,3		
	<i>Ceratium hirundinella</i>	33,2		
	<i>Dinobryon divergens</i>	11,1	Chrysophycées	11,1
Septembre	<i>Fragilaria crotonensis</i>	50,3	Diatomées	58,7
	<i>Asterionella formosa</i>	8,2		
	<i>Mougeotia gracillima</i>	27,3	Chlorophycées	28,2
	<i>Ceratium hirundinella</i>	13,0	Péridiniens	13,1
Octobre	<i>Fragilaria crotonensis</i>	37,9	Diatomées	43,0
	<i>Mougeotia gracillima</i>	45,0	Chlorophycées	56,1
	<i>Closterium aciculare</i>	9,0		
Novembre	<i>Asterionella formosa</i>	10,3	Diatomées	15,1
	<i>Closterium aciculare</i>	75,7	Chlorophycées	82,8
Décembre	<i>Diatoma elongatum</i>	20,8	Diatomées	47,7
	<i>Asterionella gracillima</i>	25,7		
	<i>Mougeotia gracillima</i>	15,4	Chlorophycées	52,0
	<i>Closterium aciculare</i>	19,5		
	Chlorophycée filamenteuse	16,7		

Tableau N° 2

Espèces et classes dominantes ( 5 %) en 1972  
dans la station VD 4

Mois	Espèces	%	Classes	%
Janvier	<i>Asterionella formosa</i>	97,0	Diatomées	98,6
Février	" "	97,0	"	99,2
Mars	" "	99,6	"	99,9
Avril	<i>Melosira islandica</i>	41,7	"	86,4
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	25,0		
	<i>Asterionella formosa</i>	15,6	Peridiniens	11,2
	<i>Ceratium hirundinella</i>	9,1		
Mai	<i>Melosira islandica</i>	62,3	Diatomées	82,8
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	6,1		
	<i>Synedra ulna</i>	11,9	Peridiniens	16,1
	<i>Peridinium willei</i>	8,9		
	<i>Ceratium hirundinella</i>	7,3		
Juin	<i>Fragilaria virescens</i>	86,2	Diatomées	94,6
	<i>Asterionella formosa</i>	6,7		
Juillet	<i>Fragilaria crotonensis</i>	50,7	Diatomées	91,7
	<i>Fragilaria virescens</i>	20,9		
	<i>Asterionella formosa</i>	18,8		
	<i>Staurastrum gracile</i>	5,2	Chlorophycées	6,1
Août	<i>Fragilaria crotonensis</i>	47,1	Diatomées	54,3
	<i>Ceratium hirundinella</i>	31,4	Peridiniens	31,9
Septembre	<i>Fragilaria crotonensis</i>	68,6	Diatomées	83,6
	<i>Asterionella formosa</i>	15,0		
	<i>Mougeotia gracillima</i>	14,3	Chlorophycées	15,0
Octobre	<i>Melosira Biederana</i>	8,4	Diatomées	90,2
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	70,2		
	<i>Asterionella formosa</i>	11,5		
	<i>Mougeotia gracillima</i>	9,4	Chlorophycées	9,5
Novembre	<i>Fragilaria crotonensis</i>	21,6	Diatomées	27,2
	<i>Asterionella formosa</i>	5,0		
	<i>Mougeotia gracillima</i>	65,0	Chlorophycées	65,6
Décembre	<i>Fragilaria crotonensis</i>	13,1	Diatomées	37,4
	<i>Asterionella formosa</i>	22,9		
	<i>Ceratium hirundinella</i>	32,7	Peridiniens	34,1
	<i>Mallomonas genevensis</i>	18,7	Chrysophycées	18,7

Tableau No 3

Espèces et classes dominantes ( 5 %) en 1973  
dans la station VD 4

Mois	Espèces	%	Classes	%
Janvier	<i>Asterionella formosa</i>	73,5	<i>Diatomées</i>	89,6
Février	" "	90,5	"	98,8
Mars	" "	85,9	"	99,4
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	7,2		
Avril	<i>Asterionella formosa</i>	95,7	"	99,7
Mai	" "	61,4	"	99,6
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	15,4		
juin	" "	13,4	"	79,5
	" <i>virescens</i>	62,3		
	<i>Sphaerocystis schröteri</i>	10,0	<i>Chlorophycées</i>	20,1
Juillet	<i>Fragilaria crotonensis</i>	85,3	<i>Diatomées</i>	92,4
	<i>Asterionella formosa</i>	5,8		
	<i>Ceratium hirundinella</i>	6,9	<i>Péridiniers</i>	6,9
Août	<i>Fragilaria crotonensis</i>	77,4	<i>Diatomées</i>	84,1
	<i>Mougeotia gracillima</i>	12,9	<i>Chlorophycées</i>	13,2
Septembre	<i>Fragilaria crotonensis</i>	30,0	<i>Diatomées</i>	40,0
	<i>Mougeotia gracillima</i>	37,3	<i>Chlorophycées</i>	40,1
	<i>Ceratium hirundinella</i>	18,7	<i>Péridiniers</i>	19,6
Octobre	<i>Diatoma elongatum</i>	12,5	<i>Diatomées</i>	53,6
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	38,5		
	<i>Mougeotia gracillima</i>	39,8	<i>Chlorophycées</i>	41,2
Décembre	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	62,6	<i>Cyanophycées</i>	62,7
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	6,3	<i>Diatomées</i>	35,0

Tableau No 4

Nombre mensuel d'espèces dominantes (S) et nombre total de cellules (N) par litre de 1971 à 1973

Mois	1971		1972		1973	
	S	N	S	N	S	N
Janvier	3	2'617	1	7'537	1	185
Février	5	603	1	8'436	1	522
Mars	-	-	1	48'907	2	1'798
Avril	4	46'649	4	249	1	3'827
Mai	2	8'589	5	88	2	5'918
Juin	6	1'031	2	979	3	1'042
Juillet	5	5'859	4	24'871	3	18'859
Août	-	-	2	827	2	43'459
Septembre	4	39'875	3	36'346	3	6'957
Octobre	3	9'242	4	55'461	3	8'088
Novembre	2	10'289	3	1'440	-	-
Décembre	5	10'097	4	27	2	13'681
Moyenne	3,9	13'486	2,8	15'431	2,1	9'485

## DIVERSITE SPECIFIQUE DU PHYTOPLANCTON DES EAUX VAUDOISES DU LEMAN

Campagne 1971 - 1973

par Claude Lang, hydrobiologiste  
Conservation de la faune, Lausanne

1. INTRODUCTION

En 1973, le phytoplancton des stations VD 1, VD 3, VD 4 et VD 5 est récolté, déterminé et compté selon les mêmes méthodes que les années précédentes.

Les résultats obtenus permettent de répondre aux questions suivantes :

- les quatre stations étudiées sont-elles comparables entre elles du point de vue structure des communautés planctoniques ?
- la structure des communautés planctoniques s'est-elle modifiée depuis 1971 ?

La structure des communautés planctoniques peut être définie en calculant leur diversité spécifique, qui indique la manière dont le nombre total d'individus récoltés se répartit entre les différentes espèces. L'augmentation des substances nutritives dans le milieu entraîne un développement explosif de certaines espèces qui croissent plus rapidement que les autres. La dominance de ces espèces diminue la diversité spécifique des communautés planctoniques (Margaleff 1961). En d'autres termes, des différences significatives de diversité planctonique entre les stations correspondraient à des degrés d'eutrophisation différents se traduisant par une dominance plus ou moins accentuée de certaines espèces. De même, une baisse significative de la diversité spécifique d'une année à l'autre révélerait une évolution dans le sens d'une eutrophisation croissante du lac.

2. Méthode

La diversité spécifique est calculée à partir de l'indice suivant proposé par Mac-Arthur (1972).

$$\frac{1}{\sum_i p_i^2} \quad (1) \quad \text{où } p_i = \frac{n_i}{N}$$

$n_i$  = nombre de cellules de l'espèce  $i$ .

$N$  = nombre total de cellules récoltées.

$p_i$  = probabilité d'apparition de l'espèce  $i$ .

Cet indice mesure la probabilité d'apparition des différentes espèces. Des valeurs voisines de 1 indiquent qu'une seule espèce domine de façon écrasante les autres. D'autres indices de diversité spécifique peuvent être utilisés (Pielou 1969), mais la formule utilisée donne des résultats équivalents d'après Mac-Arthur (1972). Les calculs sont effectués au moyen d'une calculatrice électronique programmée.

### 3. Résultats

#### 3.1. Comparaison entre stations

Les valeurs de la diversité spécifique calculées à partir de la formule (1) sont indiquées dans le tableau 1. Les résultats obtenus en 1973 dans les quatre stations sont comparés entre eux au moyen du test de Kruskal-Wallis (Conover 1971, p. 256). Dans ce test nonparamétrique, les valeurs des indices de diversité sont remplacées par leur rang. Les diversités spécifiques sont distribuées de façon aléatoire entre les différentes stations ( $p < 0,99$  Tab. 2). La structure des communautés planctoniques de quatre stations éloignées géographiquement les unes des autres est donc comparable.

Le synchronisme des variations mensuelles de la diversité spécifique dans chaque station est estimé au moyen du coefficient de corrélation de rang de Spearman (Conover 1971, p. 245). Au sein de chaque station, les valeurs mensuelles de la diversité sont remplacées par leur rang. Les stations sont comparées entre elles deux par deux. Les variations mensuelles de la diversité sont simultanées dans toutes les stations à l'exception de VD 3 comparée à VD 5 (Tab. 3).

En conclusion, les communautés planctoniques des quatre stations visitées en 1973, présentent une très grande homogénéité spatiale et temporelle, ce qui permet de limiter l'étude des différences entre les années à une seule station.

#### 3.2. Evolution de la diversité spécifique de 1971 à 1973

Les indices de diversité spécifique calculés de 1971 à 1973 dans la station VD 4 sont comparés entre eux au moyen du test de Kruskal - Wallis (Conover 1971, p. 256). Les résultats obtenus (Tab. 4) montrent que les différences observées entre les années sont hautement significatives ( $p < 0,001$ ). Puis les années sont comparées entre elles deux par deux au moyen du test de Mann-Whitney (Conover 1971, p. 224). En 1971, les valeurs de la diversité spécifique sont significativement plus élevées qu'en 1972 (Tab. 5). De même, les valeurs de 1972 sont supérieures à celle de 1973 (Tab. 5).

En d'autres termes, la diversité spécifique diminue d'année en année et la dominance d'un nombre toujours plus restreint d'espèces ne cesse de s'accroître.

Les faits semblent corroborer les résultats des analyses physico-chimiques en montrant une aggravation régulière des processus d'eutrophisation dans le Léman. L'étude de la diversité spécifique du plancton semble donc une méthode fructueuse pour juger de l'évolution du lac.



Bibliographie

Conover, W.J., (1971), Practical nonparametric statistics, John Wiley & Sons Inc, New-York.

Mac-Arthur, R.H., (1972), Geographical Ecology, Harper & Row, New-York.

Margaleff, R., (1971), Communication of structure in planktonic populations, Limnol. Oceanog. 6 : 124 - 128.

Pielou, E. C., (1969), An introduction to mathematical ecology, Wiley - Interscience, New-York.

---

Tableau No 1

Diversité spécifique du phytoplancton  
du Léman en 1973

Mois	VD 1	VD 3	VD 4	VD 5
Janvier	1,5600	1,4255	1,7946	1,8341
Février	1,1008	-	1,2162	1,0987
Mars	1,2229	1,0584	1,3406	1,5422
Avril	1,0347	1,0027	1,0918	1,1200
Mai	2,8835	2,4283	2,2619	2,9726
Juin	2,0076	1,3676	2,3946	3,8284
Juillet	2,0350	1,6504	1,3603	2,6364
Août	1,3189	1,7649	1,6181	1,4037
Septembre	3,0349	2,3573	3,7341	3,6941
Octobre	2,5953	-	3,0816	1,4019
Novembre	1,3500	-	-	1,4808
Décembre	2,4894	1,8968	2,1404	2,2573

Tableau No 2

Comparaison entre les diversités spécifiques  
dans les diverses stations en 1973.  
(test de Kruskal-Wallis)

Rangs de la diversité spécifique					
	VD 1	VD 3	VD 4	VD 5	
	4	9	2	1	
	6	11	10	3	
	8	17	12,5	5	
	15	20	14	7	
	16	21	19	12,5	
	23	25	22	18	
	30	27	28	24	
	31	34	29	26	
	35	36	33	32	
$\sum Ri$	168	200	169,5	128,5	
$n_i$	9	9	9	9	N = 36
$T = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \sum \frac{Ri^2}{ni} - 3(N+1) = 2,57$					

Tableau No 3

Valeurs du coefficient de corrélation de rang de  
Spearman calculé à partir du rang mensuel de la  
diversité spécifique dans chaque station.

Stations	VD 1	VD 3	VD 4	VD 5
VD 1	-	0,867 (p < 0,01)	0,817 (p < 0,01)	0,800 (p < 0,01)
VD 3		-	0,667 (p < 0,05)	0,483 (p < 0,10)
VD 4			-	0,850 (p < 0,01)
VD 5				-

Tableau No 4

Evolution de la diversité spécifique du phytoplancton de 1971 à 1973 dans la station VD 4 (test de Kruskal - Wallis).

1971		1972		1973	
Diversité	Rang	Diversité	Rang	Diversité	Rang
5,02	33	4,70	31	3,73	28
4,87	32	3,69	27	3,08	26
4,27	30	3,07	25	2,39	19
4,04	29	2,94	24	2,26	17
2,84	23	2,38	18	2,14	16
2,82	22	2,11	15	1,79	12
2,44	21	1,95	14	1,62	10
2,43	20	1,91	13	1,36	9
1,70	11	1,33	7	1,34	8
1,31	6	1,06	3	1,22	5
	—	1,05	2	1,09	4
		1,01	1		—
Ri	227		180		154
ni	10		12		11
					(N=33)

$$T = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \sum \frac{Ri^2}{ni} - 3(N+1) = 105,96 \quad p < 0,001$$

Tableau No 5

Comparaison des indices de diversité spécifique  
en 1971-1972 et 1972-1973

1971		1972		1972		1973	
Diversité	Rang	Diversité	Rang	Diversité	Rang	Diversité	Rang
X		Y		X		Y	
5,02	20	4,70	18	4,70	22	3,73	21
4,87	19	3,69	15	3,69	20	3,08	19
4,27	17	(3,07)		3,07	18	2,39	16
4,04	16	2,94	14	2,94	17	2,26	14
2,84	13	2,38	9	2,38	15	2,14	13
2,82	12	2,11	8	(2,11)		1,79	10
2,44	11	1,95	7	1,95	12	1,62	9
2,43	10	1,91	6	1,91	11	1,36	8
1,70	5	1,33	4	1,33	6	1,34	7
1,31	<u>3</u>	1,06	2	1,06	3	1,22	5
	126	1,05	1	1,05	2	1,09	4
		(1,01)		1,01	<u>1</u>		
					127		
$T = 126 - 55 = 71$ $W_{0,95} = 28$				$T = 127 - 60,5 = 66,5$ $W_{0,95} = 35$			

$H_0: E(X) \leq E(Y)$        $H_1: E(X) > E(Y)$   
 $T > W_{0,95} \rightarrow H_0$  rejetée,  $H_1$  acceptée

LE PLANCTON RECOLTE AU FILET DANS LA REGION  
SUD DU GRAND LAC

CAMPAGNE 1973

par M. Laurent  
Directeur de la Station d'Hydrobiologie  
Lacustre de l'Institut National de la  
Recherche Agronomique à Thonon

Travail technique de  
J.C. Druart et Mme M. Laurent

L'étude du plancton récolté au filet aux trois stations de prélèvements de la région sud du grand lac (SHL I, II et VI) a été poursuivie en 1973 selon les techniques de prélèvement et de comptage décrites antérieurement (voir notamment le rapport de l'année 1971).

Le matériel récolté a fait l'objet d'études qualitatives et quantitatives visant à renseigner la Commission Internationale du lac Léman sur l'évolution de la biocénose en comparant les résultats obtenus en 1973 à ceux des années précédentes.

1. EVALUATIONS DES QUANTITES GLOBALES DE PLANCTON RECOLTE AU FILET EN 1973

1.1. Etude des volumes de plancton après mise en sédimentation :

<u>Année</u>	<u>ml de plancton par m<sup>3</sup> d'eau</u>
1968	1,64
1969	1,44
1970	2,84
1971	3,78
1972	1,87
1973	0,85

Le volume moyen de plancton après mise en sédimentation a atteint la valeur la plus faible enregistrée depuis 1968, la tendance amorcée en 1972 s'est donc confirmée et même renforcée en 1973.

Les résultats observés sur chacun des points SHL sont homogènes et comparables (tableau ci-dessous) :

Volumes moyens de plancton recueilli sur chacun des points SHL en 1973

SHL I	1,00 ml de plancton par m <sup>3</sup> d'eau filtrée
SHL II	0,74
SHL VI	0,81

1.2. Evaluation de l'importance du phytoplancton par dénombrement des cellules algales: L'observation faite au sujet des volumes de plancton après mise en sédimentation est également confirmée par les dénombrements de cellules algales (tableau ci-dessous):

Variations du nombre de cellules algales dénombré par mois de récolte

1969	20'173 cellules algales par mois de récolte
1970	16'498 cellules algales par mois de récolte
1971	31'669 cellules algales par mois de récolte
1972	8'724 cellules algales par mois de récolte
1973	8'060 cellules algales par mois de récolte

Comme pour les volumes de plancton sédimenté, les nombres de cellules algales par stations de prélèvements sont comparables :

Nombre de cellules algales par point, en moyenne des douze mois

	1972	1973
SHL I	7'957	8'612
SHL II	10'318	7'349
SHL VI	7'897	7'968

Les données volumétriques et les numérations de cellules algales tendent à prouver qu'en 1973 comme en 1972, le phytoplancton a été moins abondant que durant les années antérieures.

## 2. TRANSPARENCES

Les valeurs moyennes de la transparence, sauf au point I, se sont accrues d'une manière appréciable en 1973 et par rapport aux deux années précédentes .

Transparences (disque de Secchi) exprimées en mètres :

Station	Maxima			Minima			Moyennes		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973
SHL I	19,1	13,8	15,2	3,0	4,9	2,8	9,17	9,50	9,17
SHL II	19,1	15,1	16,8	3,0	4,4	2,8	9,07	8,45	9,79
SHL VI	17,1	14,5	16,7	2,7	4,6	2,4	9,10	8,70	9,28

Les transparences élevées des trois premiers mois de l'année ont dépassé celles de l'année précédente, par contre les minima du mois de mai ont été parmi les plus faibles enregistrés depuis 1971. Les valeurs, à partir de juin, ont constamment dépassé six mètres en dépit de quelques poussées planctoniques estivales et automnales.

La cause de ces valeurs élevées de la transparence nous semble à la fois résider dans la moindre importance du plancton, difficile à prouver toutefois sur la seule base des échantillonnages au filet, et de la poursuite d'une sécheresse datant de 1971.

Le pourcentage des précipitations atmosphériques annuelles par rapport aux valeurs normales au poste météorologique de Thonon (Valeurs établies sur 21 ans de mesures) a été le suivant :

1971	60 %
1972	68 %
1973	80 %

La sécheresse a été particulièrement sévère de janvier à mars, mois durant lesquels il n'est tombé que 25 % des précipitations habituelles à cette époque. Le déficit en pluie s'est ensuite à nouveau marqué à partir de novembre, après une période estivale et automnale mieux arrosée.

La transparence moyenne améliorée nous semble davantage résulter de la persistance de la sécheresse que de la réduction apparente du plancton.

### 3. VARIATIONS QUALITATIVES DU PHYTOPLANCTON RECOLTE AU FILET EN 1973

La diversité du peuplement algal semble se maintenir et s'affirmer puisqu'il a été reconnu cinquante deux espèces différentes d'algues en 1973 contre quarante cinq en 1972 et trente huit en 1971.

1972 avait paru rétablir la suprématie des *Diatomées* comme il en était au cours des premières années de l'étude du lac il y a une dizaine d'années. Cette évolution apparente ne s'est pas confirmée en 1973.



## Variations de composition algale :

	1968	1969	1970	1971	1972	1973
<i>Diatomées</i>	66,76	65,59	64,21	66,95	89,30	69,67
<i>Chlorophycées</i>						
<i>Conjuguées</i>	8,36	15,96	18,24	24,56	6,58	8,86
<i>Autres</i>						
<i>Chlorophycées</i>	1,40	1,15	0,52	0,30	0,87	1,22
<i>Xanthophycées</i>	1,39	0	0	0	0	0
<i>Cyanophycées</i>	8,36	15,85	1,78	0,40	0,33	16,23
<i>Dinophycées</i>	19,29	1,15	15,04	6,48	2,46	3,81
<i>Chrysophycées</i>	1,33	0,30	0,21	1,31	0,46	0,18

A bien des égards, la composition qualitative du plancton en 1973 s'apparente à celles qui ont été observées en 1968 et 1969. Les algues les plus importantes après les *Diatomées* sont les *Cyanophycées*, apparues tardivement (août) et au centre du grand lac, parmi les points SHL, mais qui ont atteint des développements appréciables jusqu'à la fin de l'année. Les *Conjuguées* en nette régression en 1972 ont pris un nouvel essor en 1973, occupant le troisième rang par ordre d'importance. Les *Dinophycées* sont encore mal représentées en 1973 tandis que les autres groupes d'algues fluctuent dans des proportions qui sont habituelles.

*Fragilaria crotonensis* et *Asterionella formosa* (tableau 1) dominent nettement, surtout la première, parmi les *Diatomées* et sont presque constamment présentes dans les récoltes. *Melosira islandica* occupe la troisième position, se manifestant surtout durant le premier semestre. *Diatoma elongatum* semble avoir cessé de progresser depuis 1972 et ne se montre vraiment qu'à l'automne. Les autres *diatomées* atteignant occasionnellement des développements modestes.

Parmi les *Conjuguées*, *Staurastrum gracile* est surtout très constant toute l'année et presque partout, prouvant qu'il serait susceptible de reprendre des développements importants, si des conditions propices se présentaient à lui. *Closterium aciculare* largement dominant en 1971 et encore important en 1972, n'a jamais dépassé les 5 % du peuplement algal et n'est plus qu'occasionnel surtout en fin d'année. *Mougeotia* non détectable jusqu'en juillet, apparaît au point SHL II à cette époque et s'affirme très nettement dans le plancton d'arrière saison, avec les *cyanophycées*.

Les autres *chlorophycées* demeurent négligeables, quantitativement seuls *Sphaerocystis Schroeteri* et *Hormidium subtile* causent quelques poussées estivales à une époque où les autres constituants habituels du plancton sont très mal représentés.

*Ceratium hirundinella* occupe toute l'année sa place dans le plancton, prêt à reprendre un développement important si les conditions lui sont propices, comme en 1968.

Quelques *Oscillaires* déjà repérées antérieurement mais appartenant à des espèces différentes de celles du "Sang des Bourguignons" ont été reconnues de temps à autre mais dans des proportions minimales. De même des *Microcystis* sont apparus en petit nombre à l'automne; mais la colonisation la plus remarquable reste celle d'*Aphanizomenon flos aquae*, *cyanophycée* assez typique d'eaux en voie d'eutrophisation. Cet organisme a fait en novembre une poussée bien dominante du plancton de cette époque, mais fort heureusement numé-

riquement limitée. La toxicité de certains des clones de cette algue en font un élément indésirable supplémentaire dans la flore du lac. On peut remarquer la très faible importance des Diatomées en novembre, lors du développement massif d'*Aphanizomenon*.

#### 4. LES ROTIFERES

Les rotifères se sont accrus en 1971. Leur nombre par station de prélèvements et pour douze mois de récolte, a plus que doublé par rapport à celui de 1971 :  $2,6 \cdot 10^5$  individus au lieu de  $1 \cdot 10^5$ . La valeur de 1973 tend à se rapprocher de celle de 1971 qui était de  $1 \cdot 10^5$  animaux par station. Cet accroissement substantiel de la population rotatorienne ne correspond pas aux faibles quantités de phytoplancton trouvées par les récoltes effectuées au filet. Cette anomalie apparente provient probablement de la non évaluation du microplancton, en majeure partie non échantillonné par un filet.

Les rotifères ont eu un développement explosif en été, en particulier en juillet, époque où plus de 50 % de la population annuelle a été dénombré. Entre 84 et 89 % des rotifères de l'année 1973 sont apparus au cours des mois de juillet, août et septembre; aux autres mois, le peuplement rotatorien a été tout à fait médiocre, ce qui est l'indice d'une pénurie de phytoplancton durant la majeure partie de l'année.

Parmi les vingt espèces reconnues trois sont dominantes comme elles l'étaient au cours des années précédentes.

##### Pourcentages des espèces dominantes de rotifères:

	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>
<i>Keratella cochlearis</i>	51,7	40,5	56,0
<i>Polyarthra</i> sp	15,0	19,0	12,2
<i>Keratella quadrata</i>	4,7	8,2	8,3

*Pompholyx sulcata* et *Kellicotia longispina* ont nettement regressé, tandis que *Synchaeta* avec ses deux espèces *S. pectinata* et *S. oblonga* a plus que doublé son effectif par rapport à 1972.

A part ces fluctuations minimales, la faune rotatorienne ne semble pas subir de modifications importantes dans sa composition et dans ses effectifs.

#### 5. CONCLUSIONS

Voir conclusions générales, page 128 (chiffres 2.3. à 2.5.)

Tableau No 1 ALGUES DOMINANTES EN 1973

	Points	J	F	M	A	M	A	J	J	J	A	S	O	N	D
<i>DIATOMÉES</i> (69,67 % du peuplement annuel tot.)	I	3	3	3	2	3	2	+	-	-	+	-	-	-	2
	II	-	4	3	4	3	4	3	-	-	1	-	-	-	-
	VI	-	2	3	3	2	3	3	-	-	-	+	+	-	-
<i>Melosira islandica</i>	I	1	-	+	+	-	+	-	-	-	+	3	-	-	-
	II	-	3	+	3	-	3	-	-	-	2	3	-	-	-
	III	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	3	+	-	-
<i>Melosira biderana</i>	I	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
	VI	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	+	-	+
<i>Melosira granulata</i> var <i>angustissima</i>	I	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	3	3	+	3
	II	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	-	2
	VI	3	4	3	+	4	4	3	4	4	4	3	3	-	3
<i>Fragilaria virescens</i>	I	2	-	+	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-
	II	-	-	+	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-
	VI	-	-	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	I	+	-	+	3	+	3	-	-	-	-	-	-	+	-
	II	-	-	+	3	1	3	+	+	+	-	-	-	-	-
	VI	-	-	+	3	1	3	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Asterionella formosa</i>	I	3	4	3	4	3	4	+	1	1	+	2	+	+	3
	II	4	4	4	-	3	-	+	1	1	+	2	+	+	3
	VI	4	4	4	4	3	4	-	1	1	1	2	+	+	2

Sont considérées comme dominantes, les algues ayant représenté au moins durant un prélèvement, 5 % du nombre total de cellules récoltées.

Tableau No 1 (suite)

	Points	J	F	M	A	M	J	A	S	O	N	D
<i>DIATOMÉES</i>												
<i>Synedra acis</i>	I	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	+
	II	-	-	+	-	3	2	+	-	-	-	+
	VI	-	-	+	-	3	+	-	+	-	-	-
<i>Diatoma elongatum</i>	I	-	-	-	+	-	-	-	2	3	+	1
	II	-	-	-	-	-	-	-	3	3	1	-
	VI	-	-	-	-	-	-	+	1	3	-	-
<i>CONJUGUÉES</i> (8,86 % du peuplement annuel tot.)												
<i>Staurastrum gracile</i>	I	2	3	+	+	+	2	+	+	+	+	1
	II	3	2	+	1	+	2	+	+	+	+	+
	VI	3	1	+	+	-	3	+	+	-	+	+
<i>Mougeotia sp.</i>	I	-	-	-	-	-	-	-	3	4	2	+
	II	-	-	-	-	-	-	-	3	4	1	-
	VI	-	-	-	-	-	-	3	3	4	+	1
<i>AUTRES CHLOROPHYCEES</i> (1,22% du peupl. an. tot.)												
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	I	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
	II	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
	VI	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Hormidium subtile</i>	I	-	-	-	-	-	-	+	3	-	-	-
	II	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	VI	-	-	-	-	-	-	+	3	-	-	-
<i>DINOPHYCEES</i> (3,81 % du peuplement annuel tot.)												
<i>Ceratium hirundinella</i>	I	3	3	+	+	+	3	3	3	+	+	+
	II	3	2	+	+	-	2	3	3	+	+	+
	VI	5	2	1	+	-	1	3	3	+	+	+

Tableau No 1 (suite)

	Points	J	F	M	A	M	A	J	J	J	A	S	O	N	D
<i>CYANOPHYTES</i> (16,23 % du peupl. annuel total) <i>Aphanizomenon flos</i> <i>aquae</i>	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	5	4
	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2	4	5	4
	VI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	5	4

Signification des indices d'abondance :

- 5 = plus de 90 % du nombre total de cellules récoltées
- 4 = entre 90 et 30 % du nombre total de cellules récoltées
- 3 = entre 30 et 5 % du nombre total de cellules récoltées
- 2 = entre 5 et 2 % du nombre total de cellules récoltées
- 1 = entre 1 et 2 % du nombre total de cellules récoltées
- + = moins de 1 % du nombre total de cellules récoltées
- = organisme dont la présence n'a pas été détectée dans l'échantillon examiné.

## EXAMENS BIOLOGIQUES DES EAUX DU PETIT LAC

Campagne 1973

par E. Pongratz et R. Revaclier  
Service d'Hydrobiologie de Genève

Points de prélèvements.

Les échantillons de plancton ont été recueillis en 1973 aux 4 mêmes points du Petit Lac que lors des années précédentes.

Méthodologie.

Les techniques qui ont été utilisées pour les prélèvements (filats, bouteille Friedinger, tuyau) et les mesures des volumes de plancton ainsi que pour la détermination de la fréquence des divers organismes planctoniques ont été décrites dans les rapports biologiques antérieurs.

Résultats.

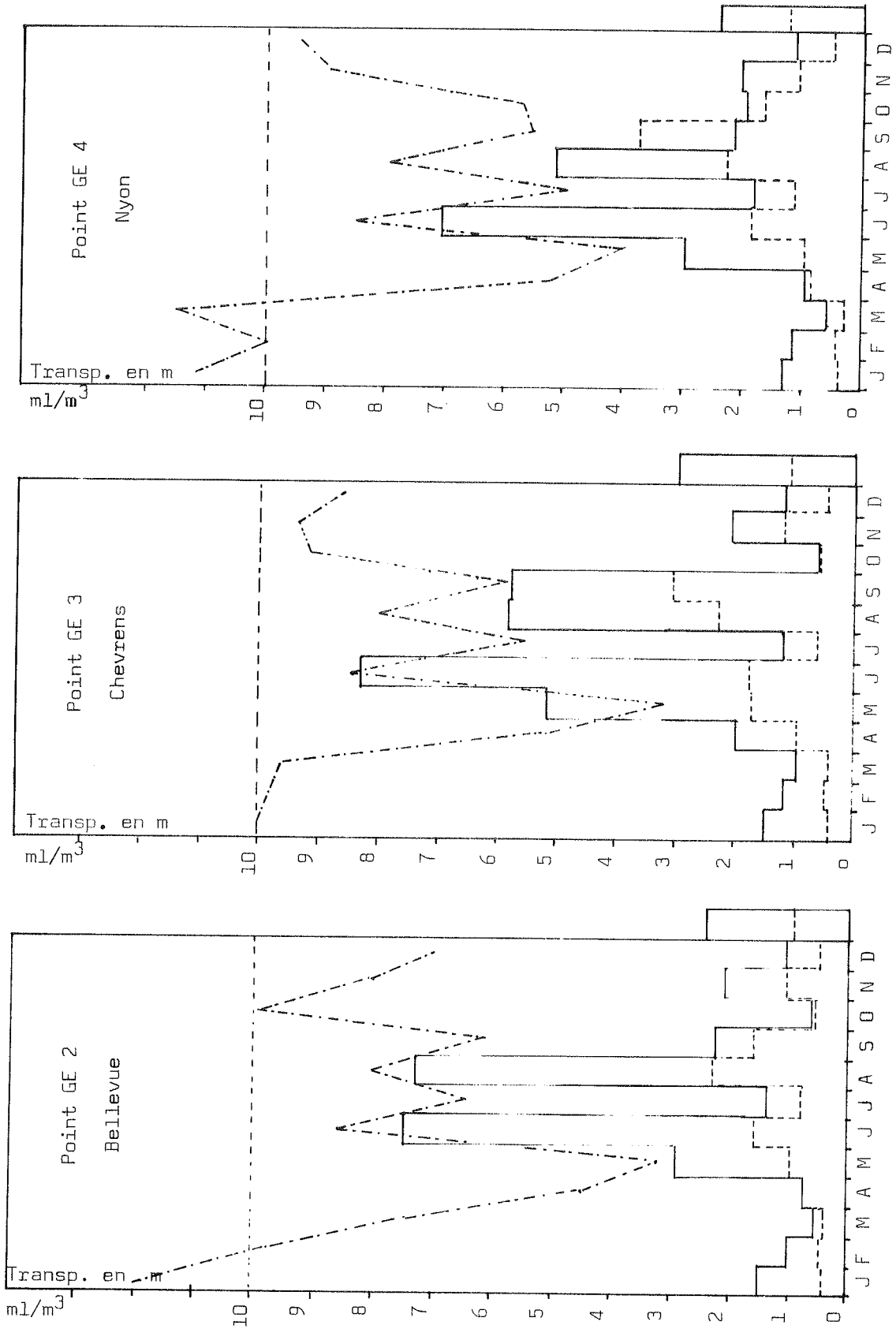
Les observations les plus importantes qui ont été faites sur le plan biologique, les résultats des mesures et des dénombrements d'organismes planctoniques, leur évolution au cours de l'année, sont donnés dans les tableaux et graphiques suivants. Les résultats des comptages d'organismes ont été exprimés soit en indice d'abondance (+, ++, ..1, ....5), soit en biomasse.

1. PHYTOPLANCTON AU POINT GE 4 EN 1973

(prélèvement moyen de 10 m de profondeur à la surface à l'aide d'un tuyau) (tableau No 2).

- Volume (biomasse) annuel moyen : 0,4 ml/m<sup>3</sup> ( 12 prélèvements ) ( 0,3 ml/m<sup>3</sup> en 1972)
- Volume annuel moyen Rade : 0,5 ml/m<sup>3</sup> ( 29 préltts ) (0,5 ml/m<sup>3</sup> en 1972 )

Fig. 1 Variations mensuelles des volumes de microplancton (-----) de macroplancton (—) et de la transparence (.....) des eaux du Petit Lac en 1973



- Volume mensuel maximum : 1,0 ml/m<sup>3</sup> en août ( 1,1 ml/m<sup>3</sup> en juillet 1972 )
- Volume mensuel minimum : 0,04 ml/m<sup>3</sup> en janvier ( 0,09 ml/m<sup>3</sup> en janvier 1972 )
- En 1972 le volume mensuel de phytoplancton tombe à moins de 0,1 ml/m<sup>3</sup> dès le mois de novembre alors qu'en 1973 on mesure encore 0,9 ml/m<sup>3</sup> en novembre et 0,2 ml/m<sup>3</sup> en décembre.

## 2. NANNOPLANCTON

Volume annuel moyen : 0,08 ml/m<sup>3</sup> soit le 20,7 % du volume phytoplanctonique total ( 0,09 et 30,7 % en 1972 ). Le maximum est situé en mai avec 0,40 ml/m<sup>3</sup> représentant le 76,2 % du phytoplancton. ( plus de  $6 \cdot 10^6$  cellules/litre ).  
Deux espèces dominent toujours :

## 3. SUCCESSION ANNUELLE DES ESPECES

Tour à tour se sont succédées :

de janvier à mai : Les *Diatomées* ( à la fois en nombre de cellules et en volume (biomasse) et les *cryptophycées* : *Asterionella formosa*, *Stephanodiscus hantzschii* ( 90 % de la biomasse en avril ), *Rhodomonas minuta*.

de fin mai à juin : Les *chlorophycées* ( surtout les volvocales ) : *Eudovina elegans* ( très parasitées par des champignons ), petites *Chlamydomonas sp.* en très grand nombre ( environ  $10^6$  cellules/l ). *Korschikovella judayi* ( déjà signalée en 1972 ).

de juillet à septembre :

Les *dinophycées* avec *Ceratium hirundinella*

Juillet : 93 % de la biomasse ( 54 % dans la Rade )

Août : 85 % de la biomasse ( 81 % dans la Rade )

à signaler en août :

1. La prolifération de *Phacotus lenticularis* jusqu'à 150'000 cellules/l. ( 2 fois plus environ dans la Rade de Genève ). Cette espèce n'était plus apparue en si grand nombre depuis 1971 ( 67'000 cellules/l. en août 1971 ).
2. Début de prolifération de *Mallomonas acaroides*, *chrysophycées* dont le nombre a culminé à GE 4 en novembre-décembre avec plus de 3000 cellules/l. ( de même en 1972 mais avec un maximum de 1000 cellules/l. ) Dans la Rade on en a compté le 28 novembre 1973, 11'830 cellules/l.

à signaler en septembre :

1. Apparition d'une chlorophycée jamais observée auparavant : un *Closterium* ou *Closteriopsis sp.* ( 4 septembre : 8'000 cellules/l. dans la Rade.
2. Apparition d'*Aphanizomenon flos-aquae* en faisceaux rares dès août à GE 4, mais déjà à raison de 54 filaments/l. dans la



Rade le 31 août (voir tableau) — accompagnée de diverses cyanophycées dont une *Anabaena macrospora* var. *crassa* (?) et diverses oscillaires.

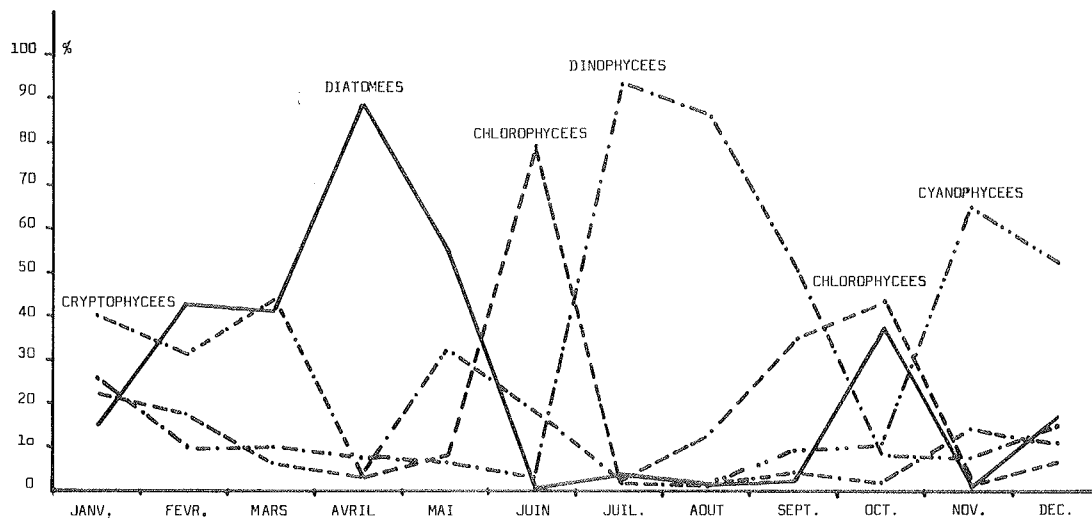
de septembre à octobre :

Mois des *Chlorophycées* filamenteuses :  
*Chlorohormidium* sp. et surtout *Mougeotia gracillima*.  
 ( En octobre apparition importante mais fugace de *Diatoma elongatum* ).

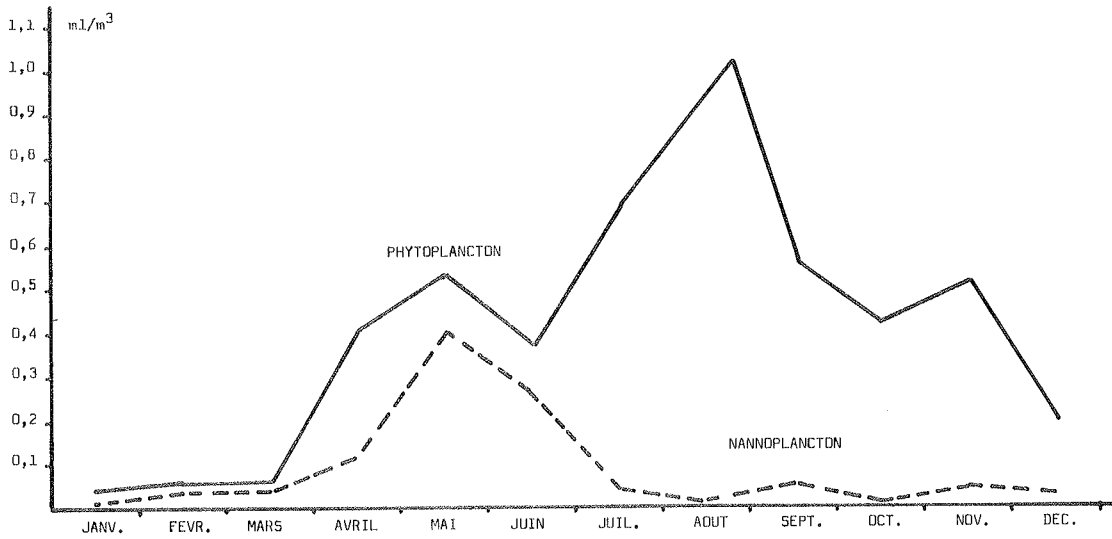
de novembre à décembre :

Mois dominés par les *Cyanophycées* : 65 % de la biomasse en novembre et 52 % en décembre ( Dans la Rade : respectivement 61 % et 43 % ).

#### CLASSE PHYTOPLANCTONNIQUES DOMINANTES A GE 4 en 1973



VARIATIONS MENSUELLES DU VOLUME MOYEN DE PHYTOPLANCTON ( $\text{ml}/\text{m}^3$ )  
 DE LA SURFACE A 10 M DE PROFONDEUR AU POINT GE 4 EN 1973  
 ( moyenne annuelle pondérée :  $0,38 \text{ ml}/\text{m}^3$  )



4. PROLIFERATION D'APHANIZOMENON DANS LA RADE DE GENEVE  
 ET AU POINT GE 4 EN HIVER 1973-1974

(nombre de filaments par litre)

<u>Date</u>	<u>Point (GE 1) Rade de Genève</u>	<u>Point GE 4</u>
1973 Août 31	54	-
Septembre 4	2'600	-
19	1'160	23'450
Octobre 3	45	-
17	45	12'640
30	4'550	-
Novembre 13	247'200	217'800
28	136'800	-
Décembre 12	48'000	60'600
1974 Janvier 19	2'730	5'130
28	910	-
Février 6	1'130	-
18	630	1'370
Mars 12	710	-
18	45	770

## 5. NOUVELLES ESPECES SIGNALEES AU LEMAN EN 1973

*Aphanizomenon* sp. (Lemm.)

- observée au points GE 1, GE 2, GE 3, GE 4, d'août à octobre 1973.
- Trichomes droits ou légèrement incurvés. Isolés ou réunis en faisceaux. Extrémités du trichome formés de cellules allongées plus ou moins optiquement vides.
- pas de gaine visible (nigrosine)
- hétérocystes intercalaires
- akinètes (?)

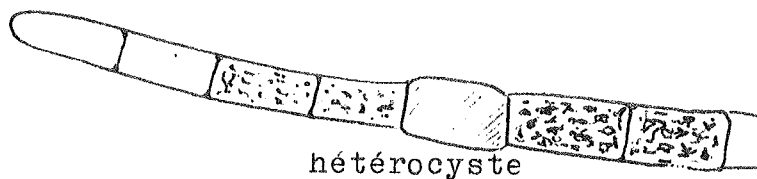
	<u>en août et sept.</u>	<u>en octobre</u>
Largeur moyenne des cellules	3,2 $\mu$	4,3 $\mu$
Largeur des hétérocystes	3,7 à 4,0 $\mu$	4,8 $\mu$
Longueur des hétérocystes	7,4 à 9,3 $\mu$	8,0 $\mu$

Selon Fjerdningstad : (Schweiz. Z. Hydrol. 28/2,133-147,1966)

	<i>Aphanizomenon gracile</i>	<i>A. flos-aquae var. klebahnii</i>	<i>A. flos-aquae</i>
Largeur moy. cellules	2,0-3,5 (M:3,2 $\pm$ 0,1)	4,4 $\pm$ 0,3	5,8 $\pm$ 0,5
Largeur hétérocystes	2,5-4,0 (M:3,0 $\pm$ 0,3)	5,6	
Longueur hétérocystes	5,0-11,0 (M:7,6 $\pm$ 1,2)	9,2 $\pm$ 1,6	12,5

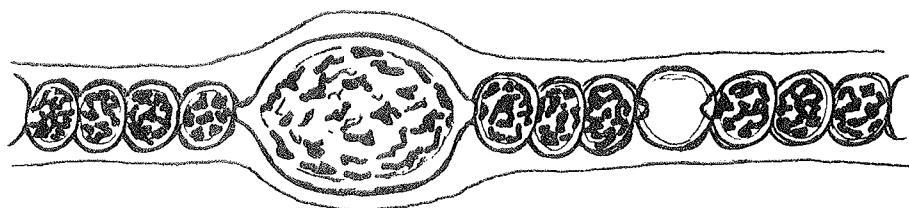
Observations :

Au début de son apparition dans le Léman (août 1973), *Aphanizomenon* s'apparentait plus ou moins à l'espèce décrite comme *A. gracile* mais par la suite ses caractères la rapprochaient d'*A. flos-aquae var. klebahnii*. Il est probable cependant qu'il s'agit d'une seule et même espèce présentant des variations morphologiques au cours de son évolution.

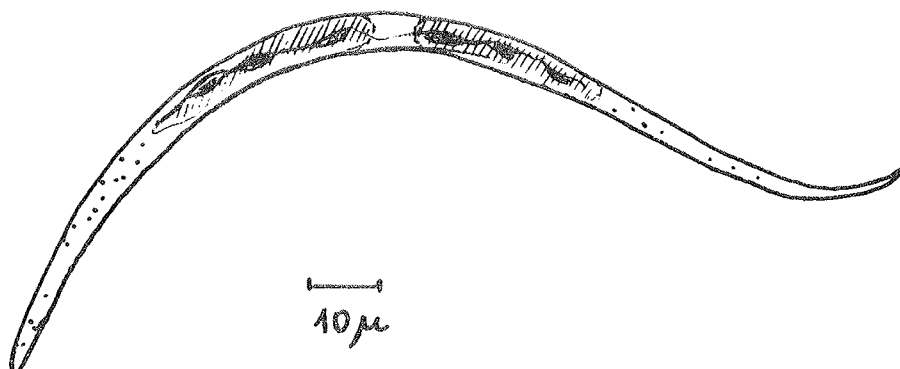


*Anabaena macraspora* var. *crassa* Kleb.

- observée aux points GE 1, GE 2, GE 3, GE 4, les 21 août et 18 septembre 1973.
- Trichomes droit, solitaire, planctonique
- cellules sphériques à nombreuses pseudovacuoles  
dimensions : cellules : 6-8  $\mu$  long, 8-9  $\mu$  de largeur  
hétérocystes : 10  $\mu$  de diam.  
akinètes : 21  $\mu$  de largeur, 32  $\mu$  longueur
- 1 akinète, rarement 2 à l'intérieur du filament, éloigné des hétérocystes (rarement deux côte à côte).
- akinètes sphériques à ellipsoïdaux ; membrane mince jaune-brun, à l'état mûr: membrane légèrement déformée en pointe à l'attache avec les cellules voisines.
- présence d'une gaine muqueuse.

*Closterium* sp. (*Closteriopsis* sp.)

- observée dans le Petit Lac et la Rade de Genève le 17 septembre 1973.
- cellule arquée avec une extrémité tordue ( $\pm$  spiralisée)
- longueur (non déployé) 124 - 134  $\mu$ , (déployé : environ 180  $\mu$ )
- largeur 3,3 - 3,9  $\mu$
- pas de renflement médian
- apex acéré
- pas de zone d'élongation
- membrane incolore non ornée
- plaste massif, central, étoilé en coupe optique
- pyrénoides axiaux 2+2 ou 3+3
- pas d'autosporulation observée (simple division)
- volume env. 450  $\mu$



## 6. CONCLUSIONS

De l'examen des tableaux et graphiques ci-dessus et de leur comparaison avec les observations faites les années précédentes, il ressort les faits essentiels suivants :

- La transparence moyenne des eaux du Petit Lac a été de 7,55 m en 1973, valeur nettement plus faible qu'en 1972 (8,03 m) et également plus faible que la valeur de la norme de transparence des douze dernières années (7,77 m).

Par contre, les variations saisonnières de transparence des eaux ont été plus ou moins comparables à celles observées auparavant.

- Les volumes moyens annuels de macroplancton et de microplancton (organismes capturés à l'aide de filet de soie) produits en 1973 ont été notablement moins importants que lors des années précédentes. Il semble que certains organismes classiques du plancton soient de plus en plus "conurrencés" par des organismes de très petite taille (nannoplancton non retenu par les mailles des filets).

- Les poussées les plus importantes de nannoplancton ont eu lieu durant les mois de printemps : avril, mai et juin. On observe surtout la prolifération de la petite diatomée centrique *Stephanodiscus hantzschii*, de cryptophycées comme *Rhodomonas minuta* var. *nannoplanctica*, de minuscules dinophycées non identifiées, de chlamydomonadacées et de *Phacotus lenticularis*.

- Les variations saisonnières de la fréquence des principales espèces algales et la succession des classes dominantes au cours de l'année ont été d'une manière générale comparables à ce qui a été observé précédemment.

- Quelques espèces ont eu un essor particulier en 1973, ce sont :

<i>Ceratium hirundinella</i>	(été et automne - mais moins important qu'en 1971)
<i>Mallomonas acaroides</i>	(en novembre et décembre)
<i>Eudorina elegans</i>	(en juin)
<i>Chlorohormidium</i> sp.	(en septembre)
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	(cyanophycée nouvelle pour le Léman, en novembre et décembre)

- Persistance dans les eaux lémaniques d'espèces algales qui sont apparues ces dernières années, notamment : *Richteriella botrioides*, *Hofmania Lauterbornii*, *Kirchneriella lunaris*, *Staurastrum punctulatum*, *Coelastrum reticulatum* et *Coelastrum microporum*, *Korchikoviella judayi*, *Microcystis aeruginosa*.

- Le phénomène le plus important sur le plan biologique a été l'apparition soudaine - dès le mois d'août 1973 - dans les eaux lémaniques de plusieurs espèces de cyanophycées nouvelles pour le lac, notamment d'*Aphanizomenon flos-aquae* (var. *Klebahnii* ?) et d'*Anabaena macrospora* var. *crassa* Kleb.

Une algue non identifiée du genre *Anabaena* mais dont les chapelets de cellules allongées sont enroulés en petits amas, a également été observée en petit nombre durant la même période. Ces cyanophycées, caractérisées par la présence de vacuoles de gaz comme chez *Microcystis aeruginosa* (apparue dans le Léman en 1972), à laquelle elles étaient d'ailleurs associées, ont la faculté de former une fleur-d'eau. Toutefois, en aucun point du Petit Lac, une accumulation massive de ces algues avec leur cortège de désagréments, n'a été observée jusqu'ici.

Signalons enfin qu'une chlorophycées du genre *Closterium* (ou *Closteriopsis* ?) a également fait son apparition dans le Petit Lac au cours de l'été 1973.

Les modifications continues des biocénoses planctoniques et surtout l'apparition toujours et encore d'espèces nouvelles dans les eaux du lac sont des indices certains d'une évolution rapide qui ne semble pas encore se ralentir.

Les mesures qui ont été prises pour tenter de juguler l'eutrophisation croissante des eaux du Léman n'apportent pas encore les effets souhaités; il est donc indispensable de poursuivre, compléter et parfaire l'assainissement de tout le bassin rhodanien.

---

Tableau No 1 EVOLUTION MENSUELLE DES ESPECES LES PLUS ABONDANTES DU PHYTOPLANKTON DU PETIT LAC DURANT L'ANNEE 1973

Espèces planctoniques	J	F	M	A	M	J	J	S	O	N	D
<u>CYANOPHYCEES</u> : <i>Microcystis</i> sp. (cf <i>holsatica</i> Lem). <i>Aphanisomenon flos-aquae</i>								1-2			4
<u>DINOPHYCEES</u> : <i>Peridinium cinctum</i> <i>Ceratium hirundinella</i>	2-3	2-3	1			1	2	4	3	1	1-2 3
<u>CHRYSOPHYCEES</u> : <i>Mallomonas acaroides</i>	2-3										2-3
<u>FLAGELLES</u> : <i>Salpingoeca convallaria</i>								+++++		++++	++++
<u>DIATOMES</u> : <i>Melosira islandica</i> <i>Stephanodiscus Hantzschii</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Asterionella formosa</i> <i>Diatoma tenue elongatum</i> <i>Synedra acus</i>	1 1 3	1 1 3-4	1 1 3-4	++++ 1 4-5	2-3 ++++ 3-4 1-2 1-2	1 1 3-4	3-4 2	3 1	4 1 1-2	2 2	
<u>CHLOROPHYCEES</u> : <i>Eudorina elegans</i> <i>Closterium aciculare</i> <i>Staurastrum gracile</i> <i>Sphaerocystis Schroeteri</i> <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> <i>Mougeotia gracillima</i> <i>Chlorohormidium</i> sp.						5 1 2	1			2 1	2 1
<u>FUNGI</u> : <i>Rhizophidium/Eudorinae</i>						50 %	20 %				

(Echantillons de plancton prélevés au filet à mailles de 45 µ.)

Tableau No 2 VARIATIONS MENSUELLES DE LA BIOMASSE MOYENNE DU PHYTOPLANKTON ( $\text{ml}/\text{m}^3$ ) DE LA SURFACE A 10 METRES DE PROFONDEUR (prélèvement au tuyau) AU POINT GE 4

Répartition selon les principales classes d'algues représentées

Classes	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne	%
<i>Diatomées</i>	0,005	0,022	0,020	0,348	0,283	0,001	0,017	0,013	0,010	0,154	0,006	0,029	0,076	19,2
<i>Euchloro- phyceés</i>	0,008	0,009	0,003	0,011	0,041	0,281	0,010	0,018	0,157	0,001	0,001	0,002	0,045	11,4
<i>Zygo- phyceés</i>						0,008	0,003	0,109	0,034	0,176	0,011	0,010	0,029	7,3
<i>Dino- phyceés</i>	0,009	0,005	0,005	0,026	0,030	0,008	0,632	0,857	0,277	0,035	0,086	0,027	0,166	41,9
<i>Crypto- phyceés</i>	0,014	0,016	0,021	0,011	0,170	0,066	0,019	0,009	0,022	0,006	0,072	0,020	0,037	9,3
<i>Divers</i>														
<i>Chryso- phyceés</i>								0,001	0,053	0,043	0,325	0,097	0,043	10,9
<i>Cyano- phyceés</i>														
<i>Total</i>	0,036	0,052	0,049	0,396	0,524	0,364	0,681	1,007	0,552	0,415	0,501	0,185	0,396	

Suite du tableau à la page suivante .



Tableau No 2 VARIATIONS MENSUELLES DE LA BIOMASSE MOYENNE DU PHYTOPLANKTON (ml/m<sup>3</sup>) DE LA SURFACE A 10 METRES  
(suite) DE PROFONDEUR (prélèvement au tuyau) AU POINT GE 4

Répartition selon les principales classes d'algues représentées.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne	%
<i>Nanno-plancton :</i>															
<i>Stephano-discus hantzschii</i>	0	0,009	0,005	0,100	0,213	0	0,005	0	0	0	0	0	0,001	0,028	36,8*
<i>Rhodomonas minuta</i>	0	0,016	0,021	0,011	0,147	0,037	0,017	0,003	0,021	0,004	0,004	0,030	0,014	0,027	
Autres	0,005	0,009	0,003	0,010	0,039	0,223	0,006	0	0,027	0,002	0,002	0,003	0,005	0,027	
Total	0,005	0,034	0,029	0,121	0,399	0,260	0,026	0,003	0,048	0,006	0,006	0,033	0,020	0,082	20,7
%	13,9	65,4	59,2	30,6	76,2	71,4	4,1	0	8,7	1,5	1,5	6,6	10,8		

\* la biomasse des diatomées

Tableau No 3 ESPECES ET CLASSES DE PLANKTONIQUES DOMINANTES EN 1973

Mois	Espèces	N	AU POINT GE 4		DANS LA RADE	
			Classe	N	Classe	N
Janvier	<i>Rhodomonas minuta</i> var. <i>nannoplumetiana</i>	34	Cryptophycées	37	Cryptophycées	35
Février	<i>Asterionella formosa</i>	20	Diatomées	40	Diatomées	46
	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	20	Cryptophycées	35	Cryptophycées	28
Mars	<i>Rhodomonas minuta</i> var. <i>nannoplumetiana</i>	34	Cryptophycées	44		
	<i>Asterionella formosa</i>	17	Diatomées	39	Diatomées	32
	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	11	Diatomées	90	Diatomées	76
Avril	<i>Asterionella formosa</i>	47	Diatomées	54	Diatomées	42
	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	26	Cryptophycées	32	Cryptophycées	52
Mai	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	41	Euchlorophycées	82	Dinophycées	36
	<i>Rhodomonas minuta</i> var. <i>nannoplumetiana</i>	28	Dinophycées	93	Diatomées	46
Juin	<i>Chloromonades biflagellées</i>	62	Dinophycées	85	Dinophycées	81
Juillet	<i>Ceratium hirundinella</i>	92	Dinophycées	50	Dinophycées	34
	<i>Ceratium hirundinella</i>	80	Dinophycées	36	Chlorophycées	35
Août	<i>Ceratium hirundinella</i>	34	Diatomées	37	Diatomées	66
	<i>Chlorothormidium</i> sp.	24	Chlorophycées	42	Chlorophycées	23
Septembre	<i>Diatoma elongatum</i>	37	Cyanophycées	65	Cyanophycées	61
	<i>Mougeotia gracillima</i>	42	Cyanophycées	52	Cyanophycées	43
Octobre	<i>Aphani-zomenon</i> sp.	65				
Novembre	<i>Aphani-zomenon</i> sp.	52				
Décembre						

Tableau No 4

RADE DE GENEVEPHYTOPLANKTON

1973

BIOMASSE ml/m<sup>3</sup>

Classes	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet			
	4	15	30	14	28	12	27	12	30	14	28	14	26	4	11	16
<i>Diatomées</i>	0.002	0.014	0.014	0.060	0.021	0.031	0.748	1.061	0.427	0.474			0.003	0.342	0	0.011
<i>Euchlorophycées</i>	0.005	0.016	0.009	0.012	0.013	0.009	0.016	0.003	0.006	0.048	0.002	0.084	0.007	0.044	0.005	0.005
<i>Zygothycées</i>										0.002		0.008	0.002			
<i>Dinophycées</i>	0.015	0.010	0.009	0.011	0.011	0.003	0.008	0.033	0.036	0.012		0.005	0.026	0.179	0.252	0.119
<i>Cryptophycées</i>	0.022	0.015	0.015	0.031	0.018	0.025	0.019	0.032	0.363	0.560	0.026	0.092	0.025	0.032	0.004	0.020
<i>Chrysophycées</i>																
<i>Cyanophycées</i>	0.001															
<i>Total</i>	0.045	0.055	0.047	0.114	0.063	0.068	0.791	1.129	0.832	1.096	0.028	0.189	0.063	0.597	0.261	0.155
<i>Nannoplankton</i>	0.023	0.042	0.035	0.063	0.039	0.049	0.649	0.447	0.350	0.990	0.023	0.096	0.028	0.323	0.009	0.031
<i>Nannoplankton %</i>	51,1	76,4	74,5	55,3	61,9	72,1	82,0	39,6	42,1	90,3	82,1	50,8	44,4	54,1	3,5	20,0

Tableau No 4 (suite)

Classes	Août						Septembre		Octobre			Novembre		Déc.
	1	7	14	20	31		4	17	3	17	30	13	28	12
<i>Diatonées</i>	0.038	0.190	0.009	0.167	0.024		0.010	0.005	1.112	0.359	0.014	0.002	0.044	0.017
<i>Euchlorophycées</i>	0.025	0.010	0.070	0.031	0.060		0.081	0.007	0.006			0.003	0.002	0.003
<i>Zygothycées</i>	0.009	0.005	0.015	0.085	0.204		0.268	0.058	0.440	0.015	0.052	0.012	0.009	0.007
<i>Dinophycées</i>	3.745	0.313	0.678	0.447	0.541		1.066	0.141	0.053	0.004	0.083	0.108	0.112	0.051
<i>Cryptophycées</i>	0.023	0.056	0.023	0.032	0.040		0.038	0.007	0.092		0.013	0.082	0.045	0.036
<i>Chrysothycées</i>												0.002	0.004	0.001
<i>Cyanophycées</i>	0.045	0.001	0.056				0.002	0.003			0.009	0.435	0.241	0.085
<i>Total</i>	3.885	0.575	0.851	0.762	0.959		1.465	0.223	1.703	0.378	0.171	0.644	0.457	0.200
<i>Nannoplankton</i>	0.019	0.057	0.084	0.057	0.093		0.108	0.012	0.093	0.000	0.013	0.053	0.038	0.034
<i>Nannoplankton %</i>	0,5	9,9	9,9	7,5	9,7		7,4	5,4	5,5	0	7,6	8,2	15,8	17,0

Tableau No 5

RADE DE GENEVE

PHYTOPLANCTON

1973 Biomasse ml/m<sup>3</sup>

Récapitulation

Classes	Moyenne	%	Moyenne 12 mois officiels	%
<i>Diatomées</i>	0.181	35,5	0.1703	40,1
<i>Euchlorophycées</i>	0.0167	3,3	0.0217	5,1
<i>Zygophycées</i>	0.0398	7,8	0.0098	2,3
<i>Dinophycées</i>	0.1770	34,7	0.0979	23,0
<i>Cryptophycées</i>	0.0634	12,4	0.0769	18,1
<i>Chrysophycées</i>				
<i>Cyanophycées</i>	0.0324	6,3	0.0484	11,4
<i>Total</i>	0.5103		0.4250	
<i>Nannoplancton</i>	0.132	25,9	0.158	37,3

EXAMENS BACTERIOLOGIQUES DES EAUX DU LEMAN

Campagne 1973

par Roger Revaclier

Service d'Hydrobiologie du  
canton de GenèveINTRODUCTION1. AVERTISSEMENT

1.1. Les études bactériologiques des eaux du Léman ont toujours eu pour objectif de déterminer avant tout la qualité hygiénique des eaux de ce lac. Seuls, quelques rares chercheurs ont étudié les bactéries lémaniques pour elles-mêmes et dans le but de les identifier, de les connaître.

Le peuplement bactérien du Léman, sa composition en genres, espèces etc... n'est pas connu et, à ma connaissance, n'a jamais fait l'objet de recherches systématiques. Ainsi, il est impossible de savoir si cette population s'est modifiée tant en qualité qu'en quantité réelle au cours des décennies écoulées. Seule la numération des germes aérobies dits "totaux" a été entreprise régulièrement depuis bon nombre d'année déjà. Or cette méthode ne peut donner que des résultats partiels\*. En effet, le nombre des bactéries ainsi trouvé est loin d'être total, bon nombre d'espèces comptant parmi les plus importantes des cycles naturels dans les eaux - bactéries de l'azote, du soufre etc... - ne prolifèrent pas ou trop lentement sur le milieu et aux températures employées. De plus, les espèces microbiennes comptées n'étant pas identifiées (ce travail serait trop exorbitant), il est impossible de savoir si les espèces les plus fréquentes aujourd'hui étaient aussi abondantes il y a dix ou cinquante ans.

\* Cette méthode est pour l'instant la seule dont la mise en oeuvre simple et rapide soit à la portée de tous les laboratoires bactériologiques de contrôle.

L'augmentation du nombre de germes saprophytes déterminé de cette façon n'est donc pas due obligatoirement à une cause unique : à savoir un réel enrichissement des eaux en bactéries, elle peut être due en partie aussi à une modification de la composition de la flore bactérienne, modification telle que des germes les mieux adaptés à nos milieux de cultures artificiels sont peut-être plus abondants aujourd'hui qu'autrefois, la qualité physico-chimique des eaux du Léman s'étant modifiée. Sous l'expression "germes totaux" il ne faut donc comprendre que les germes bactériens aérobies croissant en 10 jours à 20 °C sur le milieu "plate count agar" et qui ne représentent qu'une petite frange assez vague de la flore microbienne lacustre totale. Le nombre obtenu est un nombre indicatif et les variations de ce nombre, toutes conditions égales par ailleurs, signifient simplement que quelque chose se passe dans le Léman, que le lac se modifie.

A ces quelques remarques - il y en aurait encore beaucoup d'autres à formuler - qui tiennent à la physiologie propre à chaque espèce bactérienne, viennent s'ajouter des remarques d'ordre méthodologique. Si douze campagnes annuelles de prélèvement peuvent suffire pour établir un bilan physico-chimique de la qualité des eaux du Léman, il n'en va pas de même au point de vue biologique en général.

Les bactéries ne sont pas des ions ou des molécules qui se répartissent suivant les lois de la physico-chimie, ce sont des êtres vivants, sensibles aux variations de la composition du milieu qui les héberge, de taille appréciable (autour du micron), capables de se multiplier activement là où les conditions leur sont favorables, le plus souvent à la surface des particules du seston (organismes morts, petits détritiques divers, plancton etc...) répartis de façon hétérogène dans la masse des eaux et qui peuvent aussi disparaître rapidement et laisser la place à d'autres espèces mieux adaptées; dans ces conditions, prélever un échantillon représentatif de la flore bactérienne moyenne du milieu est un peu une loterie.

Il faudrait multiplier les prélèvements, ce qui revient à multiplier le travail, les coûts etc.... Un résultat isolé, ponctuel, n'a donc pas grande valeur, c'est pourquoi il n'y en a pas dans ce rapport.

C'est seulement en groupant, en analysant tous les résultats glanés au cours d'une année et en les comparant à ceux des années précédentes (sous réserves qu'ils aient été obtenus dans des conditions techniques identiques) que l'on peut espérer obtenir l'image ou le reflet d'une certaine évolution du lac dans ce domaine précis.

1.2. En ce qui concerne la recherche des germes d'origine intestinale (humaine ou animale) c'est-à-dire les germes classiques "tests de souillure fécale" (Coliformes, Entérocoques, Clostridium sulfito-réducteurs et aussi bactériophages fécaux), toutes bactéries sans grand retentissement direct sur l'écologie lacustre, son but principal est la détermination de la qualité hygiénique d'une eau. La présence de ces bactéries, en plus ou moins grand nombre, leur constance, permettent de dire si l'eau étudiée présente un danger pour la santé publique, c'est-à-dire si elle est susceptible de contenir des bactéries pathogènes pour l'homme (Salmonelles, Shigelles etc...), germes que le bactériologiste ne recherche que rarement dans les milieux naturels

parce que leur survie courte et leur nombre relativement faible, par rapport aux autres germes, les rendent difficiles à mettre en évidence.

Mais les germes fécaux ont encore un autre rôle à jouer dans l'étude de l'eutrophisation en général. Il constituent en quelque sorte la preuve que les phénomènes anormaux révélés par les analyses physiques, chimiques et biologiques des eaux sont bien d'origine extérieure au lac et ne sont pas le fait d'une évolution spontanée, normale. Ces germes n'ont rien à faire dans un milieu naturel. Les Coliformes, par exemple, *Escherischia coli* en particulier, constituent des traceurs de pollution extrêmement sensibles, pollution due aux eaux vannes, aux eaux de stations d'épurations publiques, eaux usées agricoles (élevages intensifs, purins etc...) avant tout. Comme ils survivent mal dans les milieux naturels, les retrouver en permanence, au fil des saisons, signifie que la souillure fécale, dont ils tirent leur origine, est constamment renouvelée et non pas seulement accidentelle.

Trouver des coliformes dans le Léman, en tous points, à toutes profondeurs et en tout temps, c'est démontrer, depuis plus de quinze ans, que ce lac précieux et magnifique ne cesse d'être pollué gravement par l'homme et ses activités.

## 2. NOMBRE D'ANALYSES ET GERMES RECHERCHES EN 1973

Pour l'année 1973, le contrôle de la qualité bactériologique des eaux du Léman a compté 5'626 analyses dont les principaux résultats seront commentés dans le présent rapport.

2.1. Le choix des profondeurs et la localisation des 15 points de prélèvements sont identiques à ceux de l'année précédente. A quelques exceptions près, les prélèvements ont été faits à la cadence d'une série par mois.

2.2. On a recherché :

2.2.1. dans tous les prélèvements :

- les germes totaux (plate count agar) (1'190 analyses)
- les coliformes (membranes filtrantes, milieu endo) (1'190 analyses)

2.2.2. dans les prélèvements des points SHL 1, 2 et 6, VD 4 et tous ceux du Petit Lac :

- les streptocoques fécaux (membranes filtrantes, M-enterococcus-agar) (701 analyses)

2.2.3. dans les prélèvements des points SHL 2, VD 4 et ceux du Petit Lac :

- les Clostridium sulfito-réducteurs (membranes filtrantes, Wilson Blair agar) (509 analyses)
- les bactériophages fécaux :
  - b - Coli 36
  - b - Shigella paradysenteriae
  - b - Salmonella paratyphi B
  - b - Salmonella typhi

(au total 2'036 analyses)

Le détail des techniques utilisées a été publié dans un rapport précédent.



### 3. LES GERMES TOTAUX

#### 3.1. Evolution comparée de la concentration des eaux du Léman en bactéries aérobies aux différents points étudiés.

Les différentes teneurs en germes aérobies trouvées en chaque point de prélèvement ont été distribuées par classe de concentration de 1000 germes/ml en 1'000 jusqu'à 10'000 germes/ml. Deux classes supplémentaires complètent cette répartition : l'une de 10'000 à 20'000 germes/ml et l'autre regroupant les concentrations de plus de 20'000 germes/ml (voir tableau No 1). Ce classement donne une image statistique de chaque point qui permet de mieux juger la qualité de l'eau, telle qu'elle apparaît à travers les analyses effectuées, que ne le permettrait une simple moyenne.

##### 3.1.1. Le Grand Lac

Le tableau No 1 permet de constater que dans le Grand Lac, en moyenne 1 fois sur 10 les échantillons d'eau contenaient plus de 20'000 germes par ml et 4 fois sur 10 moins de 2'000 germes/ml (contre environ 6 fois sur 10 en 1972).

Les points de prélèvement les plus riches en germes sont VS 3 (31,6 % des échantillons contenant plus de 20'000 germes/ml et 15,8 % moins de 2'000 germes/ml) trois points voisins situés dans la partie nord-orientale du Léman; viennent ensuite SHL 1 (13,0 % et 36,1 %) au large de Thonon et VD 5 (Rolle) (17,5 % et 42,8 %), SHL 6 au large d'Evian (8,3 % et 26,2 %) dont la qualité de l'eau se rapproche de la moyenne du Grand Lac.

Les points les plus pauvres en germes sont VD 4 (2,6 % des échantillons dépassant 20'000 germes/ml et 55,9 % inférieurs à 2'000 germes/ml). VS 4 (3,9 % et 55,9 %), VD 3 et VS 2, enfin, dont aucun prélèvement n'a dépassé 20'000 germes/ml en 1973.

Quant au point objectif SHL 2 - Centre Lac - il se situe parmi les points les moins riches en bactéries aérobies puisque 6 fois sur 10 les échantillons qui y furent prélevés contenaient moins de 2'000 germes/ml.

##### 3.1.2. Le Petit Lac

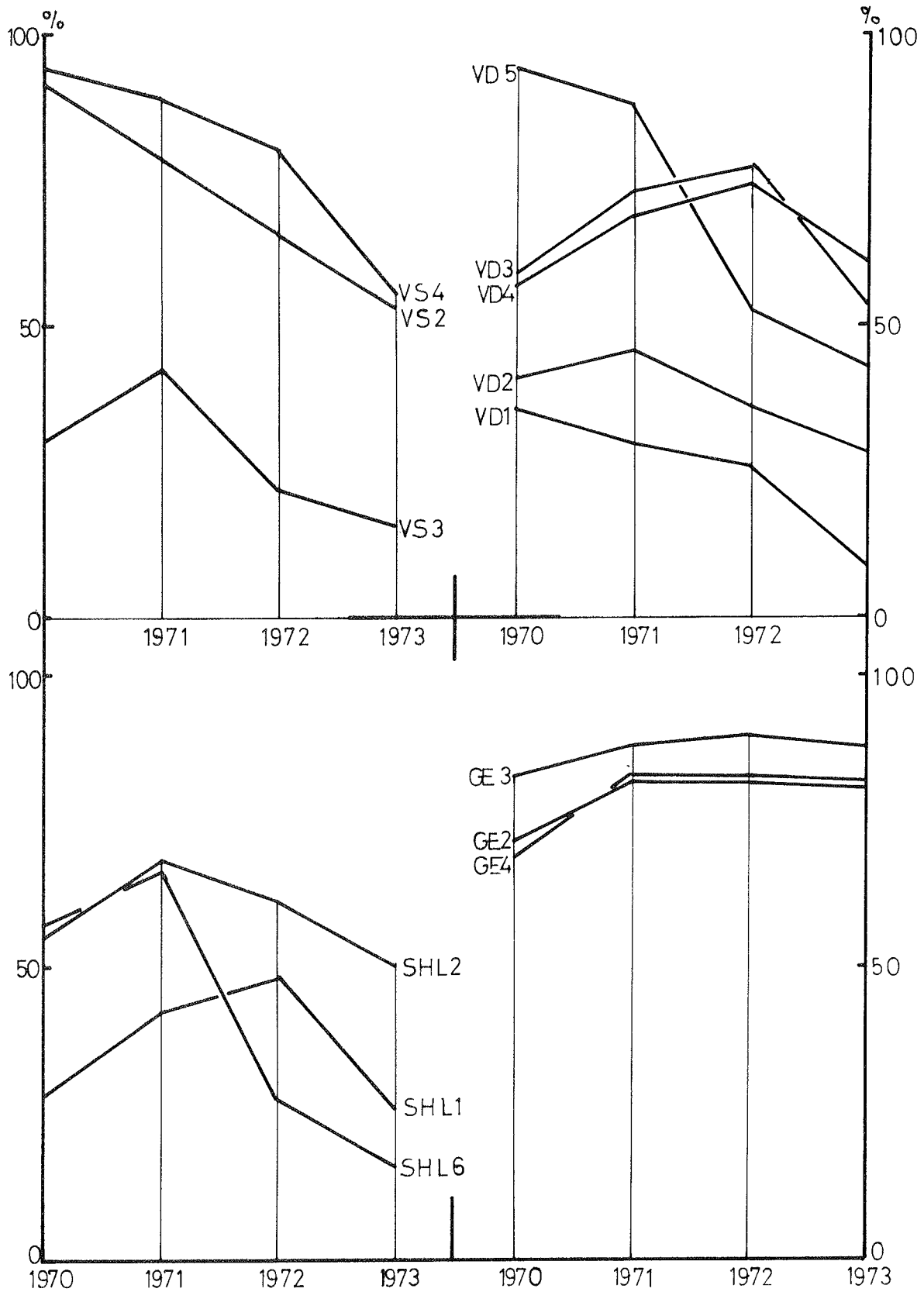
Année après année, la constatation faite dès le début des travaux de la Commission Internationale peut être répétée:

Les eaux du Petit Lac sont beaucoup moins riches en germes aérobies que celles du Grand Lac; plus de 9 échantillons sur 10 contiennent moins de 2'000 germes/ml contre 4 sur 10 dans le Grand Lac. L'explication précise de ce phénomène reste à trouver.

Du fait de cette relative pauvreté en bactéries, les résultats des analyses du Petit Lac ont été distribués en classes de concentration plus étroite de 200 germes/ml en 200 germes/ml jusqu'à 1'000 germes/ml avec une classe supplémentaire de 1'000 à 2'000 germes/ml.

Dans le Petit Lac c'est le point intermédiaire GE 3 qui est en moyenne le plus pauvre en germes aérobies; la qualité inférieure de l'eau au point objectif GE 4 peut s'expliquer par l'influence directe du Grand Lac et au point GE 2 par la plus grande proximité des rives à population relativement dense.

Fig. 1 Fréquences des échantillons contenant moins de 2000 germes/ml en 1970, 1971, 1972 et 1973



### 3.2. Evolution de la richesse en germes totaux par rapport aux trois années précédentes.

3.2.1. La figure No 1 permet de comparer la fréquence des échantillons contenant moins de 2'000 germes/ml pour chaque point, depuis l'année 1970.

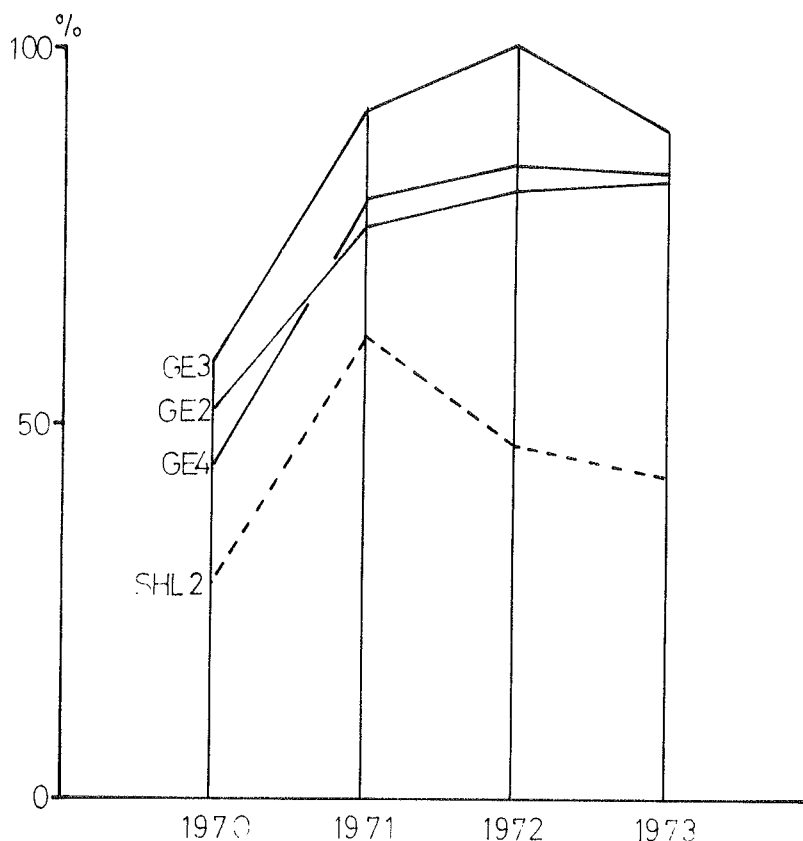
On peut constater qu'aucune diminution de la richesse bactérienne des eaux du Grand Lac n'a pu être mesurée en 1973, et cela en aucun point de prélèvement. Partout la valeur de la fréquence des échantillons contenant moins de 2'000 germes/ml est en baisse par rapport à l'année 1972. Cette diminution des fréquences des échantillons "pauvres" en germes totaux a été continue depuis 1970 aux points VS 4, VS 2, VD 1 et VD 5 et, depuis 1971, aux points VS 3, VD 2, SHL 2 et SHL 6. De plus, trois points qui s'étaient légèrement améliorés en 1971 et 1972 se retrouvent à des niveaux de fréquences inférieurs à ceux de 1971 ou de 1970; ce sont : VD 3, VD 4 et SHL 1. En 1971, la fréquence de la concentration considérée ici était inférieure à 50 % en trois points seulement; elle l'est en six points en 1973.

Ainsi donc, une fois de plus, les chances de trouver des eaux relativement pauvres en germes aérobies ont diminué dans l'ensemble du Grand Lac en 1973.

3.2.2. La figure No 2 concerne le Petit Lac, mais cette fois pour la fréquence des échantillons contenant moins de 1'000 germes/ml (le point SHL 2, Centre Lac, figure ici à titre de comparaison entre Grand Lac et Petit Lac).

Ce graphique montre que la situation du Petit Lac semble s'être plus ou moins stabilisée depuis 1971, l'amélioration spectaculaire constatée alors marquant le pas.

Fig. 2 Fréquences des échantillons contenant moins de 1000 germes/ml dans le Petit Lac et au point SHL 2, de 1970 à 1973



### 3.3. Evolution des concentrations annuelles moyennes en germes totaux des eaux du Léman en 1973 par rapport aux moyennes des 5 et 10 dernières années.

La valeur de la concentration annuelle moyenne en germes totaux de chaque point de prélèvement du Léman pour l'année 1973, ainsi que la valeur des moyennes établies pour les 5 et les 10 années précédentes se trouvent réunies dans le tableau No 2.

La comparaison de ces différentes valeurs montre que, en 1973, huit points de prélèvements situés dans le Grand Lac ont enregistré une moyenne supérieure à celle des 5 et des 10 dernières années; il s'agit des points VS 2, VS 3, VS 4, VD 1, VD 2, VD 5, SHL 1, et SHL 2. Les points en moyenne les plus riches en germes sont VS 3, VD 1, VD 2, (tous points voisins situés dans la région nord-orientale du lac) SHL 1 et SHL 6 de façon un peu moins marquée; cette constatation confirme celle qui a déjà été faite au paragraphe 3.1.1.. Seuls tous les points du Petit Lac - la rade de Genève mise à part - et VD 3 ont une moyenne inférieure à celle des 10 années précédentes.

## 4. LES COLIFORMES

### 4.1. Comparaison des concentrations en coliformes des eaux du Léman aux différents points étudiés en 1973.

Les différentes teneurs en coliformes déterminées en chaque point de prélèvement ont été groupées en classes de concentrations de 200 coli (= coliformes) en 200 coli/l jusqu'à 1'000 coli/l avec une classe supplémentaire regroupant les échantillons contenant entre 1'000 et 2'000 coli/l et enfin une classe où se retrouvent les échantillons de plus de 2'000 coli/l. ( voir tableau No 3 ).

#### 4.1.1. Grand Lac

Le tableau No 3 permet de faire les constatations suivantes :

- dans le Grand Lac, en moyenne, 6 fois sur 10 la concentration en coliformes se trouvait située entre 0 et 600 coli/l et 2 fois sur 10 elle se trouvait au-delà de 2'000 coli/l;
- les valeurs de l'ensemble de la distribution sont assez proches de celles trouvées en 1972 ( voir rapport sur l'année 1972, p. 136 );
- les points les plus souillés sont SHL 6 ( 15,5 % des échantillons compris entre 0 et 600 coli/l et 53,6 % contenant plus de 2'000 coli/l ), SHL 1 ( 36,1 % et 39,8 % ), SHL 2 ( 34,0 % et 23,6 % ), VS 2 ( 42,9 % et 22,0 % ), VD 4 ( 44,2 % et 16,9 % ) et VS 4 ( 46,8 % et 16,9 % );
- les points de prélèvement les moins souillés sont VD 5, qui se retrouve à cette place année après année ( 79,4 % des échantillons contenant moins de 600 coli/l et 1,6 % seulement plus de 2'000 coli/l), VD 2 ( 66,7 % et 2,9 % ) et VD 1 ( 63,7 % et 3,9 % ).

#### 4.1.2. Petit Lac

Le tableau No 3 montre que contrairement à ce que l'on peut constater dans le cas des germes totaux ( voir sous 2.1.2. ), la richesse des eaux du Petit Lac en coliformes est comparable à celle des eaux du Grand Lac.

7 prélèvements sur 10 contenaient moins de 600 coli/l en 1973 ( 6 sur 10 pour le Grand Lac ) et un peu plus de 1 prélèvement sur 10 dépassait 2'000 coli/l.

A l'inverse du Grand Lac, l'ensemble des fréquences de la distribution s'éloigne de celui trouvé en 1972; glissant vers la gauche du tableau, il indique une diminution de la souillure fécale moyenne du Petit Lac. ( 5 échantillons sur 10 en 1973 contiennent moins de 200 coli/1 contre 5 sur 10 en 1972 ). Le point du Petit Lac le moins riche en coliformes est GE 3, comme dans le cas des germes totaux, avec 59,4 % des échantillons de concentration inférieure à 200 coli/1. En résumé, la richesse en coliformes des eaux du Petit Lac est plus faible que celle des eaux au point objectif SHL 2 ( Centre Lac ) et plus forte que celle des eaux au point VD 5 ( large de Rolle ).

#### 4.2. Evolution de la richesse en coliformes par rapport aux trois années précédentes.

La figure No 3 permet de comparer la fréquence des échantillons contenant moins de 600 coli/1 pour chaque point, depuis l'année 1970.

##### 4.2.1. Pour le Grand Lac, on peut constater principalement :

- une augmentation de la fréquence des concentrations comprises entre 0 et 600 coli/1 par rapport à 1970 en trois points : VD 1 ( 44 % en 1970, 86 % en 1973 ), VD 2 ( 47 % et 67 % ) - pour ces deux points, l'amélioration amorcée en 1971, ralentie en 1972, a donc repris en 1973 - et VD 5 où l'amélioration se poursuit plus lentement et plus régulièrement depuis 1970;
- une évolution favorable au point VD 4 par rapport à 1971 et 1972;
- la dégradation enregistrée en 1972 aux points VS 4, VS 2 et surtout SHL 1 et SHL 2 se poursuit : pour ces quatre points, plus de 50 échantillons sur 100 prélevés contenaient plus de 600 coli/1;
- le point le plus gravement souillé du lac reste SHL 6, au large d'Evian, où seulement 15,6 % des échantillons contenaient moins de 600 coli/1 en 1973, mais dont la situation semble s'être heureusement stabilisée quelque peu pendant l'année 1973.

4.2.2. Dans le Petit Lac, les eaux au point GE 4 poursuivent leur dégradation amorcée en 1970, suivant en cela le Grand Lac ( 74 % des échantillons compris entre 0 et 600 coli/1 en 1970 contre 57 % en 1973 ); le point GE 3 retrouve le niveau de qualité de 1970 avec 85,5 % des échantillons contenant moins de 600 coli/1.

Ainsi, quoique nettement plus obérée qu'en 1970, la situation des eaux du Léman, quant à leur teneur en coliformes, paraît se stabiliser ; cette stabilisation sera-t-elle durable ? L'avenir seul apportera une réponse.

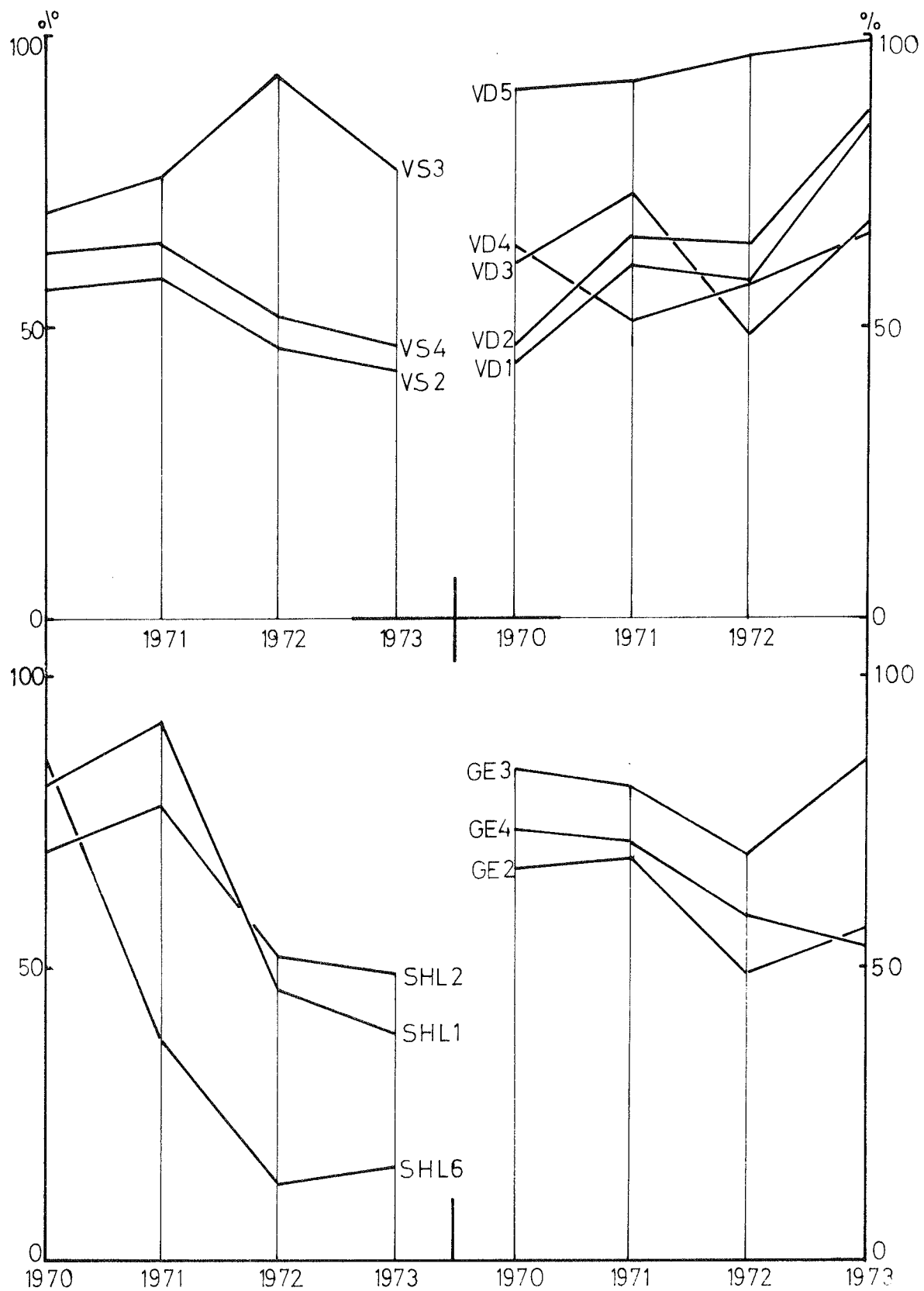
## 5. LES ENTEROCOQUES

5.1. Les résultats de la recherche des entérocoques ( streptocoques fécaux du groupe D de Lancefield ) en certains points du Léman sont consignés dans le tableau No 4.

En 1973, la contamination par les streptocoques fécaux des différents points étudiés a diminué - ou s'est stabilisée - par rapport à 1972, mais les concentrations moyennes se maintiennent à des valeurs supérieures ou égales à celles trouvées en 1971.

Pour ces germes tests de contamination fécale, l'évolution semble donc aussi marquer le pas.

Fig. 3 Fréquence des échantillons contenant moins de 600 coliformes/l de 1970 à 1973



## 6. LES CLOSTRIDIUMS SULFITO-REDUCTEURS

6.1. Le tableau No 5 donne les concentrations mensuelles et annuelles moyennes en spores de clostridiiums sulfito-réducteurs pour les six points étudiés.

La fréquence moyenne des spores de clostridiiums a diminué de façon importante pour l'ensemble des points du Petit Lac en 1973 ( 3 Clostridiiums/1 en 1973 contre 16 en 1972 ).

Les diminutions enregistrées aux points VD 4 et SHL 2, trop faibles, ne semblent pas significatives. Seul le Petit Lac retrouve en 1973 la situation laissée en 1971.

## 7. LES BACTERIOPHAGES FECAUX

7.1. Le tableau No 6 réunit les fréquences annuelles moyennes des échantillons de 20 ml d'eau contenant au moins 1 phage spécifique des 4 germes tests.

On peut constater :

7.2. une augmentation de la fréquence du phage Coli-36 au point GE 4 ( doublée par rapport à 1971 et 1972 ) et au point SHL 2 ( de 11,8 % à 19,4 % ); une stabilisation à VD 4 et GE 3 et une diminution à GE 1 et GE 2 ;

7.3. une augmentation moyenne de la fréquence des phages de Shigella paradysenteriae dans le Petit Lac, sauf au point GE 2, et une augmentation également au point VD 4 ;

7.4. la réapparition générale du phage de Salmonella paratyphi B ( très rare depuis 1968 ) dans le Petit Lac et le Grand Lac;

7.5. une augmentation de la fréquence du phage de Salmonella typhi au point VD 4 ( 2,4 % en 1972 et 7,8 % en 1973 ) et la présence nette de ce phage dans les eaux du Petit Lac.

## 8. BACTERIOLOGIE DES EAUX DES STATIONS DE POMPAGE

Le tableau No 7 donne les résultats moyens des analyses bactériologiques et virologiques effectuées aux stations de pompage de Lutry, Rolle, Coppet, St-Sulpice et Genève pour l'année 1973.

Ces résultats sont donnés à titre indicatif et sans commentaires.

---

TABLEAU No 1

## NOMBRE DE GERMES PAR ml

## REPARTITION EN % SELON LES CONCENTRATIONS

Germes / ml	1973							1972	1971
	0 2000	2000 4000	4000 6000	6000 8000	8000 10000	10000 20000	> 20000	< 2000	< 2000
VS 2	49,4	24,7	11,7	2,6	1,3	10,4	0	66,2	78,1
VS 4	55,9	26,0	7,8	2,6	2,6	1,3	3,9	80,5	89,2
VS 3	15,8	14,5	7,9	5,3	4,0	21,1	31,6	22,1	47,9
VD 1	9,1	19,5	10,4	7,8	6,5	32,5	14,3	27,3	29,9
VD 2	27,9	10,3	4,4	4,4	1,5	32,4	19,1	35,1	45,5
VD 3	54,4	17,5	11,1	6,4	3,2	6,4	0	77,1	72,8
VD 4	61,1	6,5	1,3	7,8	11,7	9,1	2,6	80,5	68,9
VD 5	42,8	12,7	4,8	4,5	6,4	11,1	17,5	52,8	88,4
SHL 1	36,1	19,5	7,4	7,4	3,7	13,0	13,0	59,3	52,8
SHL 2	60,5	15,2	7,7	0,7	2,1	11,8	2,1	71,5	78,1
SHL 6	26,2	25,0	16,7	3,6	2,4	17,9	8,3	38,1	77,1
GE 2	91,6	8,3	0	0	0	0	0	91,7	93,1
GE 3	97,9	2,0	0	0	0	0	0	100,0	97,7
GE 4	90,6	4,2	1,0	3,2	1,0	0	0	92,7	92,6
Grand Lac	41,0	17,5	8,4	4,6	3,9	14,9	9,6	56,3	67,9
Petit Lac	93,5	4,7	0,4	1,1	0,4	0	0	94,9	95,7
Léman	53,2	14,5	6,5	3,8	3,1	11,4	7,4	65,0	78,5
Germes / ml	0 200	200 400	400 600	600 800	800 1000	1000 2000	>2000		
GE 2	8,3	32,1	20,2	13,1	6,0	9,5	10,7		
GE 3	35,4	26,0	15,6	9,4	0	9,4	4,2		
GE 4	21,9	25,0	19,8	13,5	4,2	7,3	8,3		



TABLEAU No 2

GERMES TOTAUXMOYENNES ANNUELLES PAR POINT

Point	Moyennes		1963 - 1972		Moyennes de 1973
	sur 10 ans 1963-1972	sur 5 ans 1968-1972	Maxima	Minima	
VS 2	1'057	1'228	2'620	511	3'643
VS 4	846	1'055	1'495	230	3'330
VS 3	5'000	5'926	15'267	635	15'168
VD 1	4'655	5'760	11'711	1'023	10'535
VD 2	3'862	5'322	13'090	892	10'808
VD 3	3'651	3'515	8'909	900	3'249
VD 4	6'314	3'406	21'696	2'155	4'468
VD 5	2'623	7'421	13'053	603	9'385
SHL 1	3'305	5'162	14'260	212	7'475
SHL 2	2'320	3'798	8'100	569	3'860
SHL 6	6'473	12'453	40'785	873	7'044
GE 1	1'308	1'069	2'606	503	1'265
GE 2	1'021	977	1'526	433	680
GE 3	1'047	840	2'173	352	470
GE 4	1'034	1'021	1'795	361	908
Grand Lac	3'671	4'541	10'765	1'208	6'803
Petit Lac	1'103	977	1'599	530	773
Léman	2'986	3'664	8'035	1'167	5'413

TABLEAU No 3

## NOMBRE DE COLIFORMES PAR LITRE

## REPARTITION EN % SELON LES CONCENTRATIONS

Point	0	200	400	600	800	1000	>	0	0	0	May.	May.
	200	400	600	800	1000	2000	2000	600	600	600	1973	1972
VS 2	42,9	0	0	0	0	33,8	22,1	42,9	47,0	59,5	3662	1268
VS 4	46,8	0	0	0	0	36,4	16,9	46,8	51,9	71,9	2364	1894
VS 3	57,1	14,3	5,2	3,9	2,6	7,8	9,1	76,6	93,5	75,2	639	159
VD 1	63,6	15,6	6,5	2,6	2,6	5,2	3,9	85,7	67,5	61,0	553	1935
VD 2	66,7	17,4	2,9	5,8	1,5	1,5	2,9	87,0	63,6	66,3	524	861
VD 3	46,0	12,7	9,5	4,8	4,8	11,1	9,5	68,2	48,6	72,7	581	1474
VD 4	44,2	10,4	14,3	5,2	2,6	6,5	16,9	68,9	57,8	51,3	1239	742
VD 5	79,4	14,3	4,8	0	0	0	1,6	98,5	95,7	92,2	201	172
SHL 1	17,6	11,1	7,4	2,8	3,7	17,6	39,8	36,1	46,3	58,5	2294	18242
SHL 2	34,0	9,0	5,6	6,3	0,7	20,8	23,6	48,6	52,1	77,9	1550	14970
SHL 6	10,7	1,2	3,6	3,6	0	27,4	53,6	15,5	12,6	37,9	5299	32882
GE 2	45,2	8,3	14,3	6,0	1,2	15,5	9,5	67,8	48,8	69,2	1100	2126
GE 3	59,4	21,9	4,2	3,1	1,0	4,2	6,3	85,5	69,7	81,2	494	500
GE 4	46,9	4,2	6,3	2,1	4,2	15,6	20,8	57,4	59,4	71,9	1395	1271
Grand Lac	43,5	9,3	5,5	3,4	1,6	16,3	20,1	58,3	56,6	66,3	1776	7669
Petit Lac	50,7	11,9	8,0	2,9	2,2	11,6	12,3	70,6	59,8	74,2	928	1021
Léman	45,1	9,8	6,0	3,4	1,8	15,2	18,3	60,9	57,3	68,0	1580	6172

TABLEAU No 4

ENTEROCOQUES PAR LITRE

Mois	VD 4	SHL 1	SHL 2	SHL 6	GE 1	GE 2	GE 3	GE 4	Petit Lac
Janvier	591	29	11	86	70	18	10	6	15
Février	379	46	20	209	50	11	4	18	13
Mars	1093	7	26	189	0	3	1	11	6
Avril	33	4	9	7	0	3	0	0	1
Mai	11	0	0	60	0	0	0	1	1
Juin	157	0	0	1	10	0	0	1	1
Juillet	181	4	0	0	0	1	1	0	1
Août	220	0	0	6	0	0	0	0	0
Septembre	77	7	0	1	10	0	0	1	1
Octobre	129	11	1	3	10	16	11	63	28
Novembre	-	30	16	47	20	4	4	13	11
Décembre	113	11	74	46	70	69	16	34	47
Moyenne 1973	271	13	13	55	20	10	4	13	10
Moyenne 1972	337	13	54 <sup>*</sup>	98	27	72	4	15	30
Moyenne 1971	149	12	9	47	19	9	5	8	10

\* Moyenne calculée sur 11 mois : 5 entéro/l .

TABLEAU No 5 CLOSTRIDIUMS SULFITO-REDUCTEURS PAR LITRE

Mois	VD 4	SHL 2	GE 1	GE 2	GE 3	GE 4	Petit Lac
Janvier	164	1	0	1	10	-	6
Février	97	9	0	3	1	3	2
Mars	190	4	0	20	4	35	17
Avril	106	16	0	4	5	10	6
Mai	31	4	0	1	0	1	1
Juin	49	1	0	0	0	0	1
Juillet	136	0	0	0	4	0	1
Août	53	3	0	1	1	0	1
Septembre	36	3	0	0	0	0	0
Octobre	23	1	0	0	5	2	4
Novembre	-	3	0	1	3	1	2
Décembre	66	0	0	0	0	0	1
Moyenne 1973	86	4	0	3	3	5	3
Moyenne 1972	90	7	8	33	10	13	16
Moyenne 1971	13	1	1	4	5	4	4

TABLEAU No 6

## BACTERIOPHAGES

ECHANTILLONS POSITIFS DANS 20 ml ( % )

Point	Coli 36			Shigella paradysenteriae		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
VD 4	53,5	58,1	37,7	22,6	3,6	6,5
SHL 2	12,0	11,8	19,4	11,3	5,6	5,6
GE 1 *	16,7	50,0	33,3	33,3	16,7	25,0
GE 2	20,2	28,6	22,6	15,5	16,7	16,7
GE 3	11,5	11,5	12,5	14,6	7,3	11,5
GE 4	13,5	13,5	28,1	9,4	6,3	19,8

Point	Salmonella paratyphi B			Salmonella typhi		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
VD 4	7,2	0	7,8	4,9	2,4	7,8
SHL 2	0	0	2,1	-	-	0,7
GE 1 *	0	0	8,3	-	-	16,6
GE 2	0	4,5	3,6	-	-	6,0
GE 3	0	0	2,1	-	-	2,1
GE 4	0	0	1,0	-	-	7,3

\* 12 prélèvements par an

TABLEAU No 7 ANALYSES BACTERIOLOGIQUES ET BIOLOGIQUES

EFFECTUEES AUX STATIONS DE POMPAGE EN 1973

STATION	Sigle	GERMES TOTAUX / ml			COLIFORMES / l		
		Moyennes	Maxima	Minima	Moyennes	Maxima	Minima
LUTRY	VD P 1	1'364	3'500	200	1'104	7'500	10
ROLLE	VD P 2	4'306	27'000	236	1'621	12'500	0
COPPET	VD P 3	2'673	18'000	46	88	240	0
ST-SULPICE	VD P 5	5'880	20'500	200	850	2'500	0
GENEVE	GE P 1	267	720	70	185	1'200	10

STATION	Sigle	ENTEROCOQUES / l			CLOSTRIDIUMS / l		
		Moyennes	Maxima	Minima	Moyennes	Maxima	Minima
LUTRY	VD P 1	667	5'000	20	78	190	10
ROLLE	VD P 2	-	-	-	-	-	-
COPPET	VD P 3	-	-	-	-	-	-
ST-SULPICE	VD P 5	325	1'240	10	80	180	10
GENEVE	GE P 1	30	180	0	2	6	0

STATION	Sigle	BACTERIOPHAGES POSITIFS			
		Coli 36	Shigella p-dysenteriae	Salmonella paratyphi B	Salmonella typhi
LUTRY	VD P 1	3/11	0/11	0/11	0/11
ST-SULPICE	VD P 5	3/11	0/11	0/11	0/11

CONCLUSIONS GENERALES SUR L'EVOLUTION DU LEMAN

EXAMENS PHYSICO-CHIMIQUES

EXAMENS BIOLOGIQUES

EXAMENS BACTERIOLOGIQUES

L'année 1973 est à nouveau caractérisée par un état de sécheresse pour la troisième année consécutive, un ciel un peu plus ensoleillé que l'année précédente, les trois premiers mois de l'année mis à part. Par ailleurs, l'hiver a de nouveau été doux, trop doux même. Ces caractéristiques n'ont pas été sans influencer la vie du lac.

Les observations faites en 1973 peuvent être résumées comme suit :

1. EXAMENS PHYSICO-CHIMIQUES

1.1. La transparence moyenne de l'eau du lac est, numériquement parlant, de 0,5 m supérieure à celle de l'année 1972, avec 7,57 m. La cause est à rechercher non pas dans une diminution de la pollution, mais bien plutôt dans un déficit dans la croissance des algues en 1973, déficit qu'il faut attribuer à des causes climatiques et à des phénomènes concurrentiels.

Le Grand Lac s'est éclairci, passant de 6,81 m en 1972 à 7,57 m en 1973. Ce phénomène concerne la plus grande partie du Grand Lac; la zone occidentale sur ses deux rives - Rolle et Thonon - seule, a été moins transparente.

Le Petit Lac, par contre, a vu sa turbidité s'accroître nettement, passant d'une transparence de 8,03 m en 1972 à 7,55 m en 1973.

Les deux grandes régions du lac ont donc la même faible transparence.

Le mouvement de "bascule" observé ces dernières années ne permet en tout cas pas de conclure nettement en faveur d'une amélioration réelle. Les valeurs faibles des mois de mai et septembre à presque toutes les stations restent toujours inquiétantes.

1.2. Du point de vue thermique, à l'hiver froid (relativement) de 1970-1971 succède une série d'hivers chauds, recommençant un cycle observé deux fois déjà depuis le début des études. Le lac se réchauffe plus en été qu'il ne se refroidit en hiver, ce qui ne favorise guère le ravitaillement en oxygène du lac.

1.3. Les mesures du pH montrent une amélioration en 1973, mais minime, dans l'ensemble du lac (plus marquée dans le Petit Lac). Mais les moyennes sont encore inférieures à celles de 1968 à 1971. Le minimum absolu de 7,2 unités de pH a encore été atteint deux fois.

1.4. La concentration en oxygène du lac n'est pas meilleure. Tout au plus peut-on parler, en 1973, d'une stabilisation d'un état mauvais, le plus mauvais depuis le début des recherches. La provision en oxygène des couches profondes s'est encore amenuisée.

Exprimée en moyenne pondérée, la concentration est de 9,26 mg O<sub>2</sub>/l avec un taux de saturation de 81 % (respectivement 9,18 mg/l et 80,4 % en 1972), soit une amélioration inférieure à 1 %.

Le lac a gagné 1,77 mg/l en hiver en moyenne, et perdu 1,64 mg/l en été. Cet équilibre apparent cette année là est moins évident si l'on considère que ces six dernières années, le lac a perdu environ 0,4 mg/l.

Du point de vue de la provision annuelle d'oxygène, l'année a été équilibrée. Cependant, la provision de 823'000 tonnes de 1973 est proche du minimum absolu de 816'000 tonnes en 1972. L'on est loin de la provision normale d'oxygène qui devrait se situer entre 900'000 et 950'000 tonnes.

Dans les couches profondes, on ne trouve plus qu'une concentration moyenne de 4,48 mg/l - 37,8 % du taux de saturation - avec un minimum de 1,64 mg/l (13,9 %). Alors qu'en 1972, la moyenne était encore de 5,49 mg/l - 46,1 % du taux de saturation - avec un minimum de 3,27 mg/l (27,6 %).

Vraisemblablement, l'année 1974 ne sera pas meilleure, et l'on ne peut que répéter les conclusions de l'année précédente :

Le Léman ne vit actuellement que sur ses réserves. Du point de vue de l'oxygène, il n'y a pour le moment aucun signe quelconque que le pouvoir auto-épurateur du lac soit amélioré par l'installation de stations d'épuration, mises du reste en service depuis des dates trop récentes.

1.5. La provision d'azote minéral est en hausse : 36'900 tonnes en 1973, contre 36'100 en 1972 et 34'200 en 1971.

1.6. Quant à l'ammoniaque, la situation très mauvaise de 1972 ne s'est pas améliorée. L'ammoniaque est de plus en plus fréquent un peu partout et en toute saison, sa concentration, son tonnage augmentent. Le Petit Lac s'est à nouveau détérioré. Dans le Grand Lac, seule la partie orientale (sud et nord) a marqué quelques progrès. Pour la grande masse du Grand Lac, la situation a empiré: par une aggravation sur l'axe Ouchy-Evian et un maintien à une concentration élevée entre Rolle et Thonon.

La fréquence de l'ammoniaque a passé de 68 % en 1971 à 78 % en 1972, puis à 91 % en 1973. En moyenne arithmétique la concentration est en hausse de 13 % (0,026 mg N/l en 1973 contre 0,023 en 1972. En moyenne pondérée l'augmentation est moins spectaculaire quoique effective (0,017 contre 0,016 mg/l).

Le tonnage moyen atteint le chiffre de 1'521 tonnes, avec un maximum moyen important de 2'299 tonnes (2'860 tonnes en 1970).

Tous ces chiffres constituent à nouveau des records absolus particulièrement inquiétants et significatifs d'un défaut dans les phénomènes de minéralisation de l'azote.

1.7. La concentration moyenne des nitrites a encore augmenté en 1973. Leur fréquence s'est du reste accrue dans tout le lac. On a rencontré des maxima absolus de 0,080 mg N/l et 0,105 mg/l. Le tonnage annuel moyen a atteint le maximum absolu depuis 17 ans de 207 tonnes, avec un maximum maximum de 732 tonnes en juin.



1.8. La concentration, en moyenne arithmétique ou pondérée de l'azote nitrique dans le Léman a encore augmenté en 1973. La concentration moyenne actuelle est de 0,33 mg/l en moyenne arithmétique ou 0,40 mg/l en moyenne pondérée, ce qui correspond à un tonnage moyen d'environ 35'200 tonnes. Du point de vue de l'azote nitrique, on doit considérer qu'il s'est produit une légère aggravation de la situation en 1973. Nous sommes bien loin des 29'000 ou 30'000 tonnes des années 1967 et 1969. Force est de reconnaître que de petite augmentation en petite augmentation, l'effet de sommation est important.

1.9. L'azote organique a une concentration de 0,13 mg/l en moyenne pondérée, ce qui correspond à une provision moyenne de 11'000 tonnes, variant suivant les saisons entre 6'000 et 20'000 tonnes.

1.10. La concentration de l'azote total est de l'ordre de 0,56 mg N/l, soit un tonnage moyen de 51'000 tonnes.

1.11. En ce qui concerne le phosphore, jamais la situation n'a été aussi critique.

La concentration des orthophosphates ne cesse de s'accroître à toute profondeur, avec la valeur en moyenne pondérée de 0,067 mg/l. Ils ne disparaissent plus totalement au cours de l'année, ce qui nous fait supposer qu'ils sont à une concentration telle qu'ils ne sont plus un facteur limitant parfait. Le rapport orthophosphates/phosphore total est de 81 %.

Les orthophosphates représentent en surface les deux tiers du phosphore, et en profondeur les neuf dixièmes.

Les orthophosphates se sont accrus de 900 tonnes en 1973 et atteignent le record absolu de 6'000 tonnes.

Le phosphore organique est en légère hausse (en moyenne pondérée). Il est en 1973 de 0,015 mg P/l. Le phosphore organique ne représente plus que 35 % du phosphore total à la surface de l'eau, et 11 % au fond du lac. Le tonnage du phosphore organique est en légère hausse en 1973, avec 1'370 tonnes.

Quant au phosphore total sa concentration continue de s'accroître. La concentration annuelle moyenne est actuellement de 0,083 mg P/l en moyenne pondérée, au lieu de 0,072 mg/l en 1972 et 0,066 mg/l en 1971. (en moyenne arithmétique respectivement 0,073, 0,062 et 0,060 mg/l). La concentration de 1973 représente le 543 % de la teneur des années 1957-1960.

Le tonnage annuel moyen a augmenté encore de quinze % en 1973 et a passé de 6'370 tonnes en 1972 à 7'340 tonnes en 1973. L'année 1970 mise à part, tous les records sont malheureusement battus.

L'augmentation de la concentration en phosphore concerne toutes les régions du lac, tous les mois sauf juillet déjà chargé et toutes les profondeurs, sauf le fond du lac, déjà précédemment obéré. La concentration s'y est abaissée de 0,129 mg P/l en 1972 à 0,119 mg/l en 1973.

Il est certain que les mesures prises jusqu'à maintenant pour limiter l'apport de phosphore au Léman sont encore trop récentes et trop fragmentaires pour qu'elles puissent développer leurs effets dans l'immédiat.

Il importe donc d'accélérer la mise en place des dispositifs d'épuration, mais aussi de prendre d'autres mesures qui ont été efficaces ailleurs, par exemple la limitation ou la suppression des dérivés phosphorés dans les produits de nettoyage, la lutte contre l'érosion des solos, l'application améliorée des engrais.

EN RESUME, du point de vue physico-chimique, la qualité de l'eau du lac ne semble pas près de s'améliorer. Cela est "normal", si l'on considère l'inertie de la grande masse d'eau que constitue le Léman, et le fait que les mesures d'assainissement, encore incomplètes, sont très récentes.

## 2. EXAMENS BIOLOGIQUES

2.1. Sur la rive vaudoise, les espèces dominantes ne changent guère de 1971 à 1973, mais le nombre d'espèces dominantes coexistant simultanément dans un même prélèvement diminue d'année en année. Les phénomènes de dominance s'accroissent peu à peu, ce qui semble indiquer une eutrophisation croissante. D'autre part, le développement massif des Cyanophycées en 1973 pourrait aussi indiquer une aggravation de l'état du lac. Cependant, ces résultats n'ont qu'un caractère fragmentaire puisqu'ils laissent dans l'ombre les fluctuations du nanoplancton. *Aphanizomenon flos aquae* a été dominante en fin de saison.

2.2. Sur cette rive, les communautés planctoniques des quatre stations visitées en 1973 présentent un très grande homogénéité spatiale et temporelle. La diversité spécifique du phytoplancton diminue d'année en année et la dominance d'un nombre toujours plus restreint d'espèces ne cesse de s'accroître.

2.3. Dans la rive sud du Grand Lac, comme ailleurs du reste, comme en 1972 et contrairement aux observations faites sur les années antérieures, le phytoplancton récolté au filet a été moins abondant numériquement et volumétriquement.

2.4. Un très large doublement du nombre des Rotifères semblerait indiquer, une fois de plus, que le filet est un mauvais échantillonneur de plancton et que les évaluations basées sur son emploi ne prennent pas en compte tout le micro et le nanno plancton. Cependant plus de 80 % des Rotifères sont apparus entre juillet et septembre et aux autres mois de l'année, leur nombre, comme celui des algues récoltées au filet, a été réduit. On peut donc admettre qu'en dehors de la période estivale, le phytoplancton a eu un développement limité. Cette constatation est corroborée par le maintien d'une transparence moyenne importante, expliquable d'ailleurs également par la persistance d'un déficit sérieux en précipitations, pour la troisième année consécutive. La comparaison des données physico-chimiques permettra peut-être de trouver une explication à la réduction apparente du pullulement phyto-planctonique en 1973. L'éventualité d'effets toxiques serait peut-être à prendre également en compte.

2.5. En dépit de l'indice favorable constitué par la constatation d'une certaine limitation du plancton, la nature des algues rencontrées en 1973 laisse inquiet sur l'avenir du lac. Après une pause de trois ans, les Cyanophycées ont à nouveau colonisé le Léman durant toute la fin de l'année. La cyanophycée dominante, dans cette partie du Grand Lac également, a été *Aphanizomenon flos aquae* nouvelle venue fort indésirable en raison de ses éventuelles propriétés toxiques. Cette algue appartient indiscutablement aux eaux en voie d'eutrophisation et sa présence dans le Léman n'est pas un élément rassurant.

2.6. Dans le Petit Lac, les volumes moyens annuels de macroplancton et de microplancton (organismes capturés à l'aide de filet de soie) produits en 1973 ont été notablement moins importants que lors des années précédentes. Il semble que certains organismes classiques du plancton soient de plus en plus "conurrencés" par des organismes de très petite taille (nannoplancton non retenu par les mailles des filets).

2.7. Les poussées les plus importantes de nannoplancton ont eu lieu durant les mois de printemps : avril, mai et juin. On observe surtout la prolifération de la petite diatomée centrique *Stephanodiscus hantzschii*, de cryptophycées comme *Rhodomonas minuta* var. *nannoplanctica*, de minuscules dinophycées non identifiées, de chlamydomonadacées et de *Phacotus lenticularis*.

2.8. Les variations saisonnières de la fréquence des principales espèces algales dans le Petit Lac et la succession des classes dominantes au cours de l'année ont été d'une manière générale comparables à ce qui a été observé précédemment.

2.9. Quelques espèces ont eu un essor particulier en 1973, ce sont :

<i>Ceratium hirundinella</i>	(été et automne - mais moins important qu'en 1971)
<i>Mallomonas acaroides</i>	(en novembre et décembre)
<i>Eudorina elegans</i>	(en juin)
<i>Chlorhormidium</i> sp.	(en septembre)
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	(cyanophycée nouvelle pour le Léman, en novembre et décembre).

2.10. Persistance dans les eaux lémaniques d'espèces algales qui sont apparues ces dernières années, notamment : *Richteriella botrioides*, *Hofmania Lauterbornii*, *Kirchneriella lunaris*, *Staurostrum punctulatum*, *Coelastrum reticulatum* et *Coelastrum microporum*, *Korchikoviella judayi*, *Microcystis Aeruginosa*.

2.11. Le phénomène le plus important sur le plan biologique a été l'apparition soudaine - dès le mois d'août 1973 - dans les eaux lémaniques de plusieurs espèces de cyanophycées nouvelles pour le lac, notamment d'*Aphanizomenon flos-aquae* (var. *Klebahnii* ?) et d'*Anabaena macrospora* var. *crassa* Kleb. Une algue non identifiée du genre *Anabaena* mais dont les chapelets de cellules allongées sont enroulés en petits amas, a également été observée en petit nombre durant la même période. Ces cyanophycées, caractérisées par la présence de vacuoles de gaz comme chez *Microcystis aeruginosa* (apparue dans le Léman en 1972), à laquelle elles étaient d'ailleurs associées, ont la faculté de former une fleur d'eau. Toutefois, en aucun point du Petit Lac, une accumulation massive de ces algues avec leur cortège de désagréments, n'a été observée jusqu'ici.

Signalons enfin qu'une chlorophycée du genre *Closterium* (ou *Closteriopsis*) a également fait son apparition dans le Petit Lac au cours de l'été 1973.

Les modifications continues des biocénoses planctoniques et surtout l'apparition toujours et encore d'espèces nouvelles dans les eaux du lac sont des indices certains d'une évolution rapide que ne semble pas encore se ralentir.

Les mesures qui ont été prises pour tenter de juguler l'eutrophisation croissante des eaux du Léman n'apportent pas encore les effets souhaités; il est donc indispensable de poursuivre, compléter et parfaire l'assainissement de tout le bassin rhodanien.

### 3. EXAMENS BACTERIOLOGIQUES DU LEMAN

---

Les 5'626 analyses bactériologiques diverses effectuées au cours de l'année 1973 ont permis de constater :

- une augmentation de la fréquence des concentrations élevées en germes : 60 % des prélèvements contenant plus de 2'000 germes/l dans le Grand Lac contre 40 % en 1972;
- une fois encore, la relative stabilité des teneurs en germes totaux dans le Petit Lac et cela depuis 1971;
- en ce qui concerne les coliformes, germes indicateurs de souillure fécale, des résultats moyens pour le Grand Lac voisins de ceux enregistrés en 1970 ( 32 % des échantillons supérieurs à 600 coli/l);
- une souillure fécale particulièrement importante aux point de prélèvement situés sur la rive sud-orientale du Grand Lac; le point le plus gravement atteint restant SHL 6 au large d'Evian avec près de 54 échantillons sur 100 contenant plus de 2'000 coli/l, suivi de SHL 1 au large de Thonon (40 % des échantillons); ces résultats sont à comparer avec ceux du point le plus "propre" du lac, VD 5 au large de Rolle, où moins de 2 % des échantillons présentaient des concentrations en coliformes supérieures à 2'000 germes/l;
- une diminution des fréquences très riches en coliformes dans le Petit Lac: 29 % d'échantillons de plus de 600 coli/l contre 40 % en 1972 (33 % en 1970); on assiste donc dans le Petit Lac depuis 1970 à une certaine stabilisation de la pollution d'origine fécale, mais la souillure reste importante;
- en ce qui concerne les entérocoques, autres germes fécaux, l'augmentation constatée en 1972 n'a pas été confirmée en 1973; la tendance surtout dans le Petit Lac est plutôt à une diminution, de même pour les Clostridium sulfito-réducteurs;
- une évolution moins favorable de la fréquence des différents bactériophages fécaux; l'augmentation des phages de Shigella paradysenteriae et surtout la réapparition généralisée du phage de Salmonella paratyphi B pour l'ensemble des points du lac étudiés, sont particulièrement alarmantes.

En conclusion, l'année 1973 nous confirme dans l'opinion que l'histoire bactériologique du Léman de ces dernières années est une suite d'accélération et de ralentissements des processus de détérioration, une évolution en dents de scie au déterminisme certainement très complexe mais dans lequel l'homme tient la première place et que, même lorsque cette évolution semble momentanément se ralentir - comme dans le Petit Lac - sa direction reste nettement marquée, toujours discernable: la qualité bactériologique des eaux du Léman est de plus en plus médiocre.

#### NOTE FINALE

Comme l'an passé, les rapports présentés dans des disciplines aussi différentes que la physico-chimie, la biologie ou la bactériologie concordent parfaitement. Il est toujours plus urgent que l'on accélère la mise en place des dispositifs d'assainissement, et notamment ceux de déphosphatation.

ETUDE DES AFFLUENTS AU LAC LEMAN  
ET DU RHONE ENTRE GENEVE ET CHANCY

Campagne 1973

par Erik Siwertz  
Centre de Recherches Géodynamiques  
Thonon-les-Bains

1. GENERALITES

1. PROGRAMME

Les points de prélèvements et les fréquences d'analyses figurent sur le tableau 0. Les déterminations effectuées sont les mêmes qu'en 1972.

Le mode de calcul est, cette année, différent des années précédentes. Les concentrations moyennes affluent par affluent ont été pondérées avec le débit au moment du prélèvement et les concentrations moyennes pour le lac ont été pondérées en tenant compte des débits relatifs des affluents jaugés. A titre indicatif les résultats calculés avec l'ancienne méthode, moyenne arithmétique figurent également. Sur un bassin témoin, la Dranse, le bilan annuel en nutriments, N et P, a été déterminé en tenant compte des relations concentration-débit et de la répartition des débits au cours de l'année.

Enfin, pour l'ensemble des apports au lac, l'année 1973 a été comparée à la période 1963-1972.

2. METEOROLOGIE ET DEBITMETRIE

Précipitations

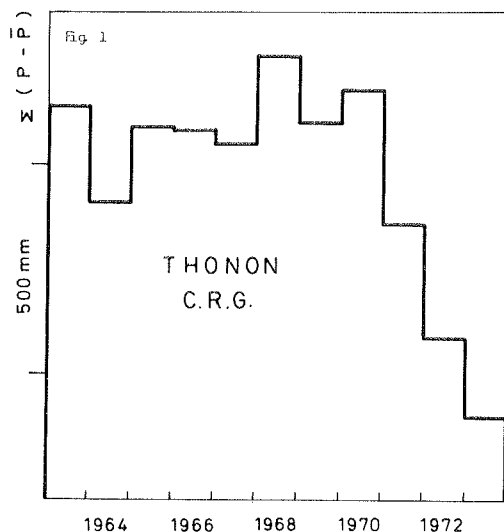
Sur le tableau de la page suivante, figurent les éléments de comparaison illustrant la pluviométrie sur le lac en 1973.

Année	Genève	CRG	Nyon	Morges	Lausanne	Montreux
1971	703	669	715	810	831	957
1972	761	725	742	805	789	1'026
1973	799	812	770	874	912	1'158
1963-1972	979	955	1'032	1'036	1'084	1'207
1901-1970	901	(935)	1'029	1'009	1'070	1'160

Précipitations en mm

Avec 814 mm, les précipitations sur le lac de 1973 ont un déficit comparable à celui de 1971 et 1972 soit en moyenne 80 % de la pluviométrie normale (1901-1970 = 950 mm).

La figure 1 illustre l'évolution de la pluviométrie à Thonon CRG depuis 1963 et met en évidence l'effet cumulé des trois années de sécheresse 1971-1972-1973. Le déficit qui atteint près de 800 mm est donc proche de la hauteur de pluie d'une année moyenne.



La répartition saisonnière des précipitations en % a été particulière :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1973	2,9	4,7	0,3	9,7	11,6	15,6	16,0	7,9	11,9	9,2	4,6	5,5
1963-1972	5,8	6,5	9,6	8,2	8,8	10,2	6,9	12,4	7,4	5,5	13,1	5,6

Le maximum relatif en novembre n'apparaît pas en 1973 et les trois mois mai, juin et juillet ont été relativement très pluvieux. Ce phénomène a accentué le déficit en eau disponible pour l'écoulement de l'année.

Température

Avec une moyenne de 9,3° à Thonon-CRG l'année 1973 a été plus chaude que la moyenne 1966-1972 : 9,0°. Cette tendance se retrouve également tout autour du lac.

Evaporation

L'évaporation mesurée sur bac à Thonon a été de 535 mm soit très proche de la moyenne 1963-1972 : 545 mm. Les valeurs théoriques calculées à partir des données climatologiques de l'année donnent une valeur similaire.

### Débitmétrie

Une étude récente (Bibliog1) montre que les apports au lac provenant des rivières du bassin versant varient de 170 à 285 m<sup>3</sup>/s suivant les années (période 1963-1972). Dans ces apports seules les participations du Rhône et de la Dranse sont bien connues car enregistrées. Pour cette raison, on a estimé globalement l'apport en provenance du bassin, des petits affluents du Léman. Le calcul a été effectué de 1963 à 1972 en tenant compte du débit spécifique caractéristique de chacun des trois domaines de l'ensemble des petits bassins : domaine préalpin (550 km<sup>2</sup>), domaine quaternaire (400 km<sup>2</sup>) et molassique (1250 km<sup>2</sup>). Les résultats obtenus sur 10 ans peuvent être utilisés pour déterminer la relation liant le débit global des petits affluents (Q<sub>PA</sub>) à celui du Rhône du Valais (Q<sub>R</sub>). Le rôle des précipitations (P) étant évident, on a calculé la relation :

$$Q_{PA} = f (P, Q_R)$$

cette relation exprimée en 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an est égale à :

$$Q_{PA} = 2,88 P + 0,275 Q_R - 1624$$

avec un coefficient de corrélation linéaire de 0,96 ce qui, compte tenu du nombre de valeurs utilisées correspond à une sécurité supérieure à 99 %.

En 1973, l'apport du Rhône du Valais (Rhône + canaux latéraux) étant de 5'257.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, celui des précipitations de 474.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, le débit global des petits affluents peut donc être évalué à 1'187.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an.

Le débit total affluent est donc de 6'444.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an soit 204 m<sup>3</sup>/s. La somme des débits moyens jaugés lors des prélèvements de la campagne 1973 est de 208 m<sup>3</sup>/s soit très proche de la valeur calculée (tableau 1).

Le tableau ci-dessous donne la comparaison pour les cinq dernières années entre les deux méthodes d'évaluation :

Année	Calculée	Calcul CFS
	en m <sup>3</sup> /s Cf bibliographie 1	en m <sup>3</sup> /s
1968	231	240
1969	223	237
1970	286	307
1971	188	171
1972	174	179
1973	204	208

Les valeurs sont très proches, l'écart n'excédant pas 7 %.

A la sortie du Lac, le Rhône a un débit de 192 m<sup>3</sup>/s. Ce débit passe à 275 m<sup>3</sup>/s à Chancy après l'adjonction de l'Arve (66 m<sup>3</sup>/s) et des affluents genevois et français dont, en particulier l'Allondon (2,4 m<sup>3</sup>/s). La surface drainée par ces affluents est de 330 km<sup>2</sup> et leur participation de 275-66-192 = 17 m<sup>3</sup>/s soit un débit spécifique de 52 l/s/km<sup>2</sup>. Cette valeur est très forte si on la compare à celle du bassin d'orientation similaire.

Le débit du Rhône à Genève n'étant pas mesuré mais calculé à partir de différentes données, il est peut être sous-estimé. Une valeur de l'ordre de  $210 \text{ m}^3/\text{s}$  semble plus raisonnable que les  $192 \text{ m}^3/\text{s}$  cités : elle est en effet proche du débit évalué des apports (par les affluents) ( $204$  ou  $208 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

La participation de la pluie est négligée si on considère que l'évaporation réelle sur le lac est comprise entre  $500 \text{ mm}$  (valeur mesurée sur bac) et  $1'200 \text{ mm}$  (valeur calculée avec le bilan thermique).

En conclusion, le débit d'apport de l'année 1973 a encore été faible par rapport à la moyenne 1963-1972 :  $6'450.10^6 \text{ m}^3$  contre  $7'135.10^6 \text{ m}^3$ , tout comme l'avaient été ceux de 1971 :  $5'926.10^6 \text{ m}^3$  et 1972 :  $5'492.10^6 \text{ m}^3$ . Le déficit cumulé de ces trois dernières années est de l'ordre de  $3'600.10^6 \text{ m}^3$ .

## 2. RESULTATS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES ET ETUDES DES APPORTS

### 1. PARAMETRES PHYSIQUES

Températures (tableau 2 et tableau A).

90 % des valeurs moyennes annuelles sont comprises entre  $7,5^\circ$  et  $12,5^\circ$  et 45 % entre  $8,5^\circ$  et  $9,7^\circ$ . La moyenne générale est de  $9,7^\circ$  avec un écart type de  $1,8^\circ$ .

Le tableau ci-dessous résume les résultats de l'année pour le bassin du Léman et le Rhône :

	BASSIN DU LEMAN			EMISSAIRE		
	Rhône du Valais	Autres Affluents	Moyenne	Rhône Genève	Arve Allondon	Rhône Chancy
Moyenne pondérée (°C)	8,7	9,6	8,9	12,3	9,4	12,2
Moyenne arithmétique (°C)	7,7	9,7	9,7	11,0	7,5	10,6

La différence entre les moyennes arithmétique et pondérée apparaît clairement en particulier dans l'évaluation de la température moyenne des affluents du lac : dans l'un des cas (arithmétique), vu le nombre de déterminations sur les bassins des petits affluents, ce sont ces derniers qui sont prépondérants, dans l'autre (pondérée) c'est bien évidemment le Rhône qui domine. Cette considération demeure valable pour la plupart des autres déterminations.

Le bilan thermique global du lac peut alors être calculé suivant l'expression :

$$Q_S - Q_R - (Q_W - Q_A) - Q_V - Q_H - Q_E = Q_T = 0$$

où :

$Q_S$  = radiation solaire incidente ( $280 \text{ cal. cm}^{-2} \text{ j}^{-1}$ )

$Q_R$  = radiation solaire réfléchie ( $14 \text{ cal. cm}^{-2} \text{ j}^{-1}$ )

$Q_W$  = rayonnement du lac à  $12,6^\circ$  ( $785 \text{ cal. cm}^{-2} \text{ j}^{-1}$ )



$Q_A$  = rayonnement de l'atmosphère à  $9,3^\circ$  ( $750 \text{ cal. cm}^{-2} \text{ j}^{-1}$ )

$Q_V$  = apports ou perte par les précipitations, les affluents et effluents ( $-9,2 \text{ cal. cm}^{-2} \text{ j}^{-1}$ ) compte tenu d'une température moyenne du lac de  $6,4^\circ$  et d'un renouvellement de  $210 \text{ m}^3/\text{s}$ .

$Q_E$  = perte par évaporation et  $Q_H$  perte par convection vers l'atmosphère estimée d'après le rapport de Bowen  $R = Q_H/Q_E$  avec une pression atmosphérique moyenne de  $968 \text{ mb}$ , et une humidité relative de  $75 \%$  ( $R = 0,336$ ).

$Q_T$  = stockage durant la période d'étude :  $-0,52^\circ$  sur la moyenne du lac soit  $-22 \text{ cal. cm}^{-2} \text{ j}^{-1}$ .

Ces termes compte tenu de la chaleur latente de vaporisation de l'eau ( $59 \text{ cal. cm}^{-2} \text{ j}^{-1}$  pour  $E = 1 \text{ mm/j}$ ) conduisent à estimer l'évaporation sur le Léman à  $3,3 \text{ mm/j}$  soit  $1200 \text{ mm}$  c'est-à-dire plus du double de la valeur mesurée sur bac.

pH (tableau 3 et tableau A)

Les valeurs mesurées sont très groupées puisque toutes les valeurs sont comprises entre  $7,2$  et  $8,4$  et  $80 \%$  entre  $7,7$  et  $8,4$ .

Le pH moyen du Rhône du Valais est de  $7,68$  celui des petits affluents de  $7,94$ , la moyenne pour le bassin du Léman étant de  $7,73$ . Cette valeur est inférieure de  $0,1$  à la détermination classique de la C.F.S. :  $7,83$ .

Le Rhône émissaire a un pH de  $8,27$  qui passe à  $8,04$  à Chancy.

Conductivité (tableau 4 et tableau A)

$95 \%$  des valeurs mesurées sont situées entre  $240$  et  $780 \mu\text{S. cm}^{-1}$ , seule la valeur du Grand Canal est hors classe avec  $1089 \mu\text{S. cm}^{-1}$ . Plus de  $50 \%$  des mesures sont comprises entre  $240$  et  $540 \mu\text{S. cm}^{-1}$ .

La moyenne du Rhône du Valais est de  $267 \mu\text{S. cm}^{-1}$ , celle des petits affluents de  $471 \mu\text{S. cm}^{-1}$ , la moyenne des apports au lac étant de  $301 \mu\text{S. cm}^{-1}$  (la moyenne arithmétique donne  $571 \mu\text{S. cm}^{-1}$ ).

Le Rhône à Genève est caractérisé par une conductivité moyenne de  $291 \mu\text{S. cm}^{-1}$  proche aux erreurs de mesure près de celle mesurée à l'entrée. La faible différence pourrait correspondre à la précipitation et minéralisation de certains sels dans le lac ( $\text{HCO}_3^- \dots$ ).

L'Arve et les petits affluents genevois et français font passer la conductivité du Rhône à  $299 \mu\text{S. cm}^{-1}$  à Chancy

## 2. PARAMETRES CHIMIQUES

Oxygène dissous et demande en oxygène (tableau 5 à 12 et tableaux B et C)

Les caractéristiques de l'année sont résumées dans le tableau du haut de la page suivante.

Les concentrations en oxygène sont relativement fortes et le taux de saturation supérieur à  $100 \%$ .

Pour avoir un élément de comparaison, il faut signaler que les moyennes arithmétiques montrent un léger progrès pour l'ensemble du lac par rapport à  $1971$  et  $1972$ . (2ème tableau de la page suivante).

	BASSIN DU LEMAN			EMISSAIRE		
	Rhône du Valais	Autres Affluents	Moyenne	Rhône Genève	Arve Allondon	Rhône Chancy
O <sub>2</sub> (mg/l)	11,15	11,05	11,13	11,49	12,19	10,71
% sat.	103,1	104,7	103,4	115,4	114,6	107,4
DBO (mgO <sub>2</sub> /l)	4,5	5,0	4,7	2,1	3,9	3,0
DBO (% cons.)	41	46	42	18	32	28

Année	O <sub>2</sub> (mg/l)	% sat.	DBO (mgO <sub>2</sub> /l)
1969	9,94	92,6	8,2
1970	10,32	94,4	7,1
1971	9,89	91,8	8,7
1972	9,72	89,8	7,5
1973	10,14	93,8	7,6

Les pourcentages de consommations ne figurent pas sur le tableau car leurs valeurs sont trop influencées par la méthode de calcul. Ainsi, en 1973 le taux de consommation calculé est de 240 % alors que la valeur réelle est de 42 % et celle calculée simplement à partir des moyennes d'O<sub>2</sub> dissous et de DBO sur l'ensemble du Léman de 75 %.

A partir des données moyennes pondérées, il est possible de réaliser le bilan en oxygène dissous pour l'année 1973. Les entrées représentent 6'450.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> avec une concentration de 11,13 mg/l soit 71'790 tonnes. La demande biologique en oxygène des affluents représente - 30'315 tonnes soit un solde positif de 41'475 tonnes.

Le débit réel du Rhône à Genève étant pris à 208 m<sup>3</sup>/s (voir chapitre débit-métrie) soit 6'450.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an avec 11,49 mg/l le tonnage est de 74'110 t auquel il faut retrancher le tonnage "fictif" correspondant à la DBO du Rhône à Genève.

Le bilan est donc :

Entrée :	71'790 - 30'315 =	41'475 tonnes
Sortie :	74'110 - 13'545 =	60'565 tonnes
Solde négatif		<u>- 19'090 tonnes</u>

Ce chiffre est du même ordre que celui calculé avec les moyennes arithmétiques : - 19'645 tonnes. Il est en progrès notable par rapport aux trois dernières années. (voir petit tableau de la page suivante)

Année	Déficit en tonnes
1970	41'000
1971	39'800
1972	23'460
1973	19'090

Entre Genève et Chancy, la concentration en oxygène dissous du Rhône passe de 11,49 mg/l à 10,71 mg/l alors que les principaux affluents (Arve et Allondon) ont une concentration de 12,19 mg/l. Cette diminution que l'on peut évaluer à 1,13 mg/l soit 9'800 t d'oxygène est liée aux petits affluents genevois et français ainsi qu'aux eaux usées des agglomérations.

La demande chimique en oxygène, effectuée soit par la méthode de Kübel (oxydabilité au permanganate de potassium) soit par oxydation au bichromate de potassium en milieu acide, est pour l'ensemble des apports au Léman de 9,26 mg/l. La corrélation entre demande chimique (exprimée en mg O<sub>2</sub>/l, facteur de correction 0,253 pour KMnO<sub>4</sub>) et la demande biologique en oxygène est très bonne : corrélation linéaire au 1er degré = 0,93 et au 3e degré = 0,97 avec l'équation :

$$DCO = 2,179 + 4,5 \cdot 10^{-3} \cdot DBO + 3,5 \cdot 10^{-2} \cdot DBO^2 - 7,7 \cdot 10^{-4} \cdot DBO^3$$

Les chiffres de 1972 donnent une relation similaire.

#### Azote minéral et organique (tableaux 13 à 24 et tableau D)

L'azote étant l'un des éléments fondamentaux conditionnant l'état de trophie du lac Léman, les résultats de cette année ont été quelque peu détaillés. Dans un premier temps, les affluents du Léman ont été classés suivant leurs concentrations maximum mesurées ( $C_{\max}$ ) en azote minéral total :

Trois ensembles ont été retenus :

$$\begin{aligned} C_{\max} &< 1 \text{ mg/l} \\ 1 &< C_{\max} < 9 \text{ mg/l} \\ C_{\max} &> 9 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Compte tenu d'un débit spécifique moyen sur le bassin de 30 l/s/km<sup>2</sup>, les rivières dont la concentration maximum en azote minéral est comprise entre 0 et 1 mg/l peuvent être considérées comme proches du niveau naturel avec une charge de 0,45 t/km<sup>2</sup>/an (Biblio.2). Ce sont les affluents VS<sub>1</sub> - VS<sub>2</sub> - VS<sub>3</sub> - VS<sub>4</sub> - et F<sub>1</sub>.

Avec une charge moyenne de 2,6 t/km<sup>2</sup>/an, les rivières dont la concentration maximum est comprise entre 1 et 9 mg/l forment la majorité des affluents du lac.

Le restant (VD<sub>17</sub> - VD<sub>21</sub> - GE<sub>2</sub> et GE<sub>4</sub>) avec une charge moyenne de 10,6 t/km<sup>2</sup>/an peut être considéré comme des égouts à ciel ouvert.

La figure 2 représente la distribution de toutes les valeurs mesurées pour ces trois catégories d'affluents :

Pour les rivières de la première catégorie la distribution est sensiblement gaussienne avec une valeur de classe maximum proche de la moyenne, on peut conclure à un régime sensiblement naturel du lessivage d'azote minéral.

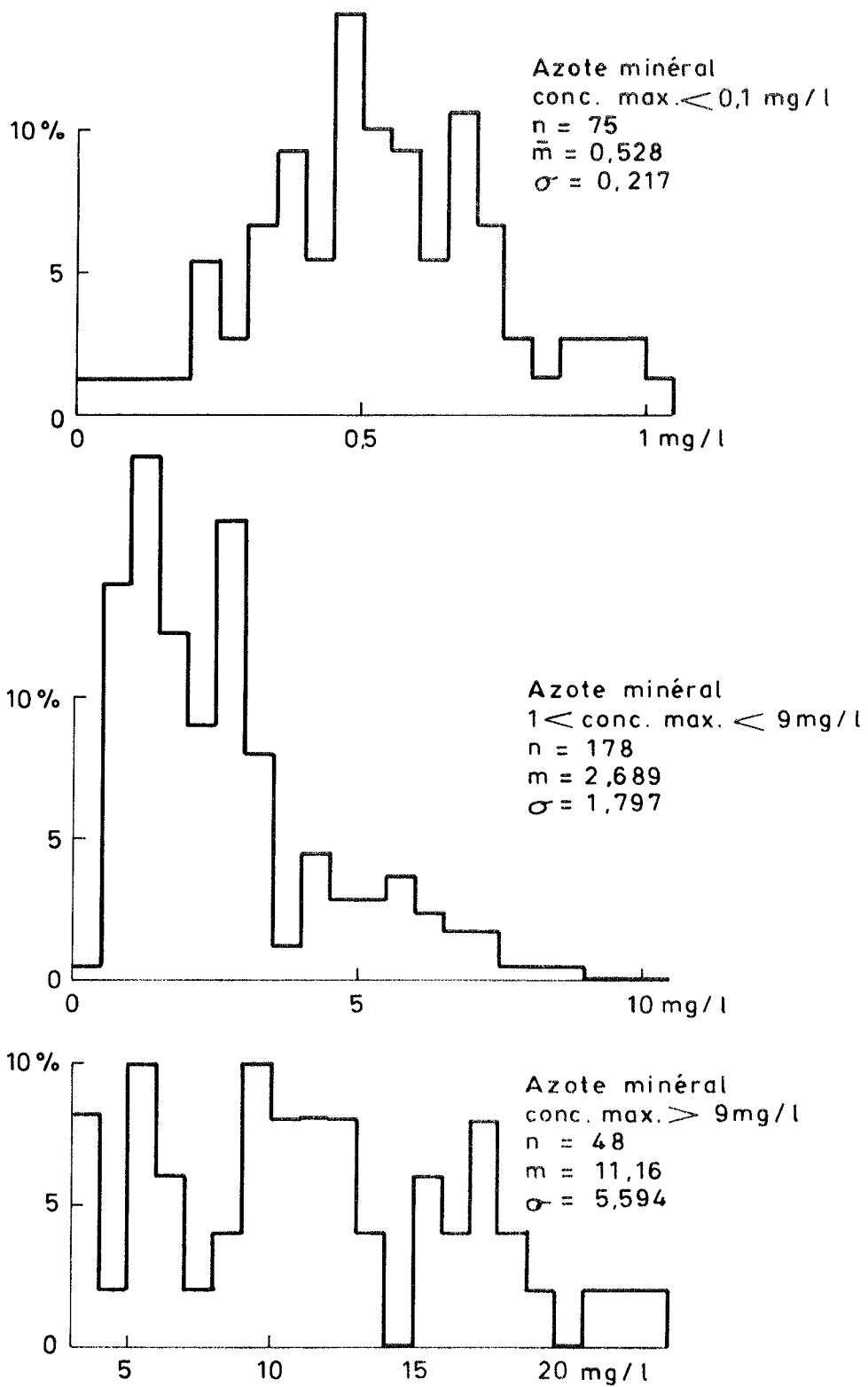


Figure : 2

La deuxième catégorie montre une distribution dissymétrique avec un maximum vers 1,5 mg/l ce qui correspond à une charge de 1,4 t/km<sup>2</sup>/an c'est-à-dire celle produite par le lessivage de terrains cultivés et engraisés (biblio.2).

La troisième catégorie présente une distribution aléatoire caractéristique d'une pollution chronique.

Pour l'ensemble du bassin les caractéristiques sont résumées sur le tableau ci-dessous. Dans ces calculs, la valeur de la Dranse a été corrigée pour tenir compte de la station d'épuration (voir chapitre évolution de la qualité chimique au long du cours de quelques rivières).

	Rhône du Valais	Petits Affluents	Léman	Rhône Genève	Arve Allondon	Rhône Chancy
Moyenne pondérée (mgN/l)	0,480	2,128	0,807	0,310	0,821	0,675
Moyenne arithmétique (mgN/l)	0,529	3,938	3,529	0,319	0,892	0,733

La différence entre les deux évaluations apparaît clairement surtout au niveau de la moyenne pour le Léman.

Le débit global des petits affluents ayant été évalué à 1'187.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an et celui du Rhône du Valais à 5'257.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an l'apport en azote minéral au Léman est donc égal à = 5'050 tonnes.

Le tonnage calculé par le cumul des apports de chaque affluent donne 5'625 t. La différence entre les deux évaluations tient à deux raisons :

- 1) Les concentrations par affluent sont dans un cas, pondérées avec le débit lors des prélèvements et dans l'autre, calculées par moyenne arithmétique.
- 2) La somme des débits mesurée pour les petits affluents est supérieure de 4 m<sup>3</sup>/s à notre évaluation.

En fait, la précision sur ces chiffres étant de l'ordre de 10 %, les deux évaluations sont très comparables.

La répartition NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> figure sur le tableau ci-dessous :

Moyenne pondérée (mgN/l)	Rhône du Valais	Petits Affluents	Léman	Rhône Genève	Arve Allondon	Rhône Chancy
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,072	0,621	0,181	0,044	0,109	0,180
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,025	0,021	0,023	0,006	0,006	0,005
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,383	1,486	0,603	0,260	0,706	0,490

Il faut signaler la proportion d'azote ammoniacal qui est deux fois plus élevée dans les petits affluents (30 %) que dans le Rhône du Valais (15 %). C'est encore une preuve de la dégradation de la qualité des petits affluents et en particulier ceux des rives vaudoises et genevoises. La moyenne pondérée de la concentration en azote ammoniacal des affluents VD<sub>7</sub> - VD<sub>15</sub> - VD<sub>17</sub> - VD<sub>21</sub> - GE<sub>2</sub> - GE<sub>3</sub> et GE<sub>4</sub> est de 8,58 mg/l pour un écoulement d'environ 2,5 m<sup>3</sup>/s, soit un apport de 675 t. A titre de comparaison, le Rhône avec 158 m<sup>3</sup>/s en apporte deux fois moins (325 t) et la Dranse avec 15,7 m<sup>3</sup>/s 25 fois moins (28 t).

Le Rhône à Genève a une concentration en azote minéral total environ deux fois plus faible que celle de l'ensemble des apports. Avec un débit estimé à 208 m<sup>3</sup>/s, le tonnage d'azote minéral évacué par le Rhône est donc d'environ 2'030 t. Le solde est donc pour le lac de 5'050 - 2'030 = 3'020 tonnes, auquel il convient d'ajouter les quelques 1'300 tonnes provenant de l'apport direct par les précipitations, soit un total de 4'320 t d'azote minéral.

Le Rhône à Chancy a une qualité sensiblement équivalente à celle des apports moyens au Léman.

L'azote organique n'est dosé que dans quelques affluents du Léman. Le tableau ci-dessous résume les résultats de l'année en mgN/l.

Affluents	Azote minéral	Azote organique	% Azote organique
Canal Stockalper	0,714	0,132	18,5
Bouverette	0,454	0,134	29,5
Morge de St-			
Gingolph	0,329	0,062	19,0
Dranse	0,840	0,244	29,0
Rhône (Scex)	0,449	0,147	32,5

Il faut préciser qu'il s'agit là de rivières relativement peu polluées (concentration moyenne de N minéral <1 mg/l). D'après LEE (biblio. 2), les proportions respectives d'azote minéral et organique dans les effluents urbains sont de 25 % d'azote minéral et 75 % d'azote organique. La mesure systématique de l'azote organique semble donc s'imposer pour les prochaines campagnes. En tout état de cause, il semble nécessaire de majorer de 30 % le tonnage d'azote minéral pour avoir le minimum des apports totaux d'azote pour les affluents : on aboutit ainsi à 6'565 tonnes d'azote total.

Afin d'évaluer la part de l'échantillonnage et du moyen de calcul sur l'évaluation du tonnage apporté par le bassin versant on a calculé pour un bassin témoin : La Dranse (à la Douceur) l'apport d'azote minéral par différentes méthodes :

- 1) Méthode C.F.S. : concentration moyenne arithmétique des différents prélèvements et débit moyen de la rivière lors des prélèvements :

0,532 mg/l et 14,3 m<sup>3</sup>/s : 240 tonnes

- 2) Concentration moyenne arithmétique des différents prélèvements et débit moyen annuel de la rivière :

0,532 mg/l et 15,7 m<sup>3</sup>/s : 263 tonnes

- 3) Concentration moyenne pondérée des différents prélèvements et débit moyen annuel :

0,483 mg/l et 15,7 m<sup>3</sup>/s : 239 tonnes.

- 4) Calcul de la relation  $Q_A = f(Q)$  où  $Q_A$  est le débit solide d'azote minéral en g/s et  $Q$ , le débit liquide en m<sup>3</sup>/s.

Pour les 22 prélèvements dont on disposait pour la Dranse cette relation est égale à  $Q_A = 0,433 Q + 0,910$  avec un coefficient de corrélation de 0,97.

L'application de la relation au débit moyen annuel (15,7 m<sup>3</sup>/s) donne un apport de 243 tonnes.

- 5) Application de la relation  $Q_A = 0,433 Q + 0,910$  avec les débits classés de la Dranse en 1973. On a choisi une progression logarithmique des débits pour couvrir de façon homogène l'ensemble de la gamme.

Log Q	Q	nombre de jours
0	1	8
0,125	1,3	8
0,375	2,4	28
0,625	4,2	40
0,875	7,5	69
1,125	13,3	125
1,375	23,7	53
1,625	42,2	18
1,875	75,0	14
2,125	133	2

On aboutit par cette méthode à 244 tonnes.

- 6) La relation  $Q_A = 0,433 Q + 0,910$  a été calculée avec les 365 débits moyens journaliers, le résultat est 246 tonnes.

Ces résultats sont très proches les uns des autres, ce qui est normal compte tenu du régime quasiment naturel de la rivière. Ne disposant pas des débits moyens journaliers sur une rivière très polluée, on ne peut effectuer le même traitement et juger ainsi des écarts entre les différentes évaluations. Il est donc nécessaire de contrôler le débit en continu sur quelques affluents témoins vaudois et genevois.

#### Phosphore (soluble organique et total) Tableau 25 à 30 - tableau E

L'étude statistique de la répartition des concentrations moyennes ( $C_m$ ) mesurées en phosphore total fait apparaître, comme dans le cas de l'azote minéral, trois catégories de rivières :

$$C_m < 0,5 \text{ mg/l}$$

$$0,5 < C_m < 1 \text{ mg/l}$$

$$C_m > 1 \text{ mg/l}$$

La figure 3 illustre la répartition des concentrations dans les trois cas.

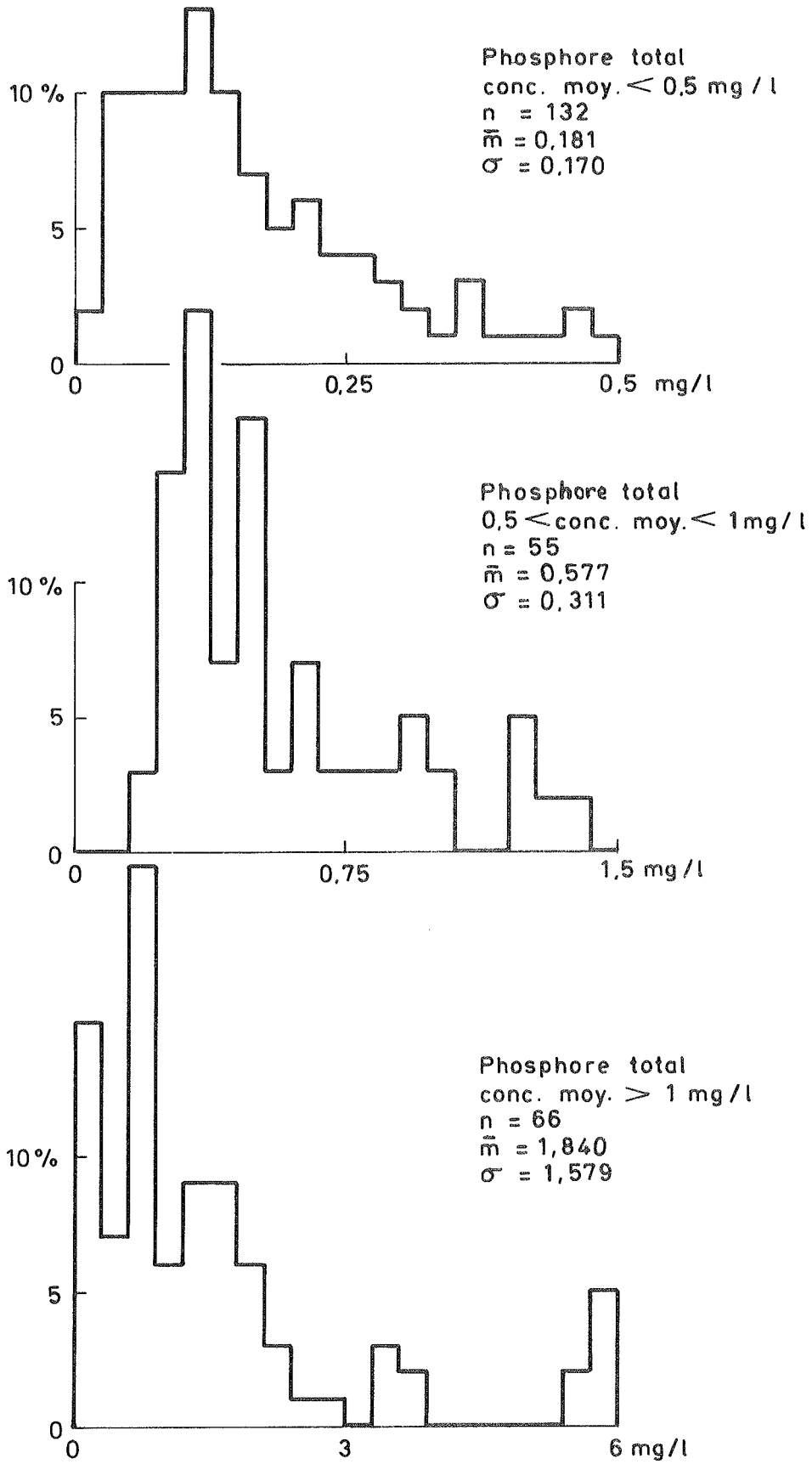


Figure : 3



- La première catégorie (VD<sub>1</sub> - VD<sub>2</sub> - VD<sub>9</sub> - VD<sub>23</sub> - VD<sub>27</sub> - VD<sub>28</sub> - VS<sub>1</sub> - VS<sub>2</sub> - VS<sub>3</sub> - VS<sub>4</sub> - GE<sub>1</sub> et F) a une moyenne de 0,181 mgP/l (132 déterminations) avec 60 % des valeurs comprises entre 0,025 et 0,175 mgP/l (max. 1,484 - min. 0,006).
- La seconde (VD<sub>11</sub> - VD<sub>18</sub> - VD<sub>19</sub> - VD<sub>32</sub> - GE<sub>3</sub>) a une moyenne de 0,577 mgP/l (55 déterminations) avec 60 % des valeurs entre 0,225 et 0,525 mgP/l (max. 1,355 - min. 0,170).
- Enfin la troisième (VD<sub>7</sub> - VD<sub>14</sub> - VD<sub>15</sub> - VD<sub>17</sub> - VD<sub>21</sub> - GE<sub>2</sub> - GE<sub>4</sub>) a une moyenne de 1,840 mgP/l (66 déterminations) avec une répartition plus hétérogène (max. 7,35 - min. 0,260).

Pour l'ensemble du bassin les caractéristiques sont portées sur le tableau ci-dessous :

	Rhône Valais	Petits Affluents	Léman	Rhône Genève	Arve Allondon	Rhône Chancy
Moyenne pondérée (mg P/l)	0,114	0,341	0,159	0,058	0,160	0,115
Moyenne Arithmétique (mg P/l)	0,114	0,856	0,767	0,060	0,165	0,127

Les proportions de phosphore soluble et de phosphore organique sont variables comme le montre le tableau ci-dessous :

	Rhône Valais	Petits Affluents	Léman	Rhône Genève	Arve Allondon	Rhône Chancy
P. ortho	0,037	0,150	0,060	0,028	0,091	0,076
P. orga.	0,076	0,191	0,099	0,030	0,058	0,039
P ortho/ $\frac{2}{3}$ P	33 %	44 %	37 %	48 %	61 %	66 %

En moyenne pour le Léman, il y a 45 % de phosphore soluble. Quelques affluents présentent une proportion de P soluble très différente, ce sont : la Veveyse (VD<sub>9</sub>) : 13 % : le Flon (VD<sub>17</sub>) : 25 %, pour les faibles valeurs et le Vengeron (GE<sub>2</sub>) : 73 % : L'Hermance (GE<sub>3</sub>) : 73 % et le Nant d'Aisy (GE<sub>4</sub>) : 70 %. Dans les cas, il s'agit de rivières fortement polluées.

En fonction des apports liquides, on peut évaluer le tonnage en phosphore total apporté au Léman à 1'025 tonnes (l'évaluation par les moyennes arithmétiques est de 1'105 tonnes).

Avec un débit de 208 m<sup>3</sup>/s le Rhône à Genève évacue 375 tonnes de P. Le solde de l'année est donc de 650 tonnes auquel il faut ajouter au minimum 50 tonnes provenant des précipitations.

La qualité du Rhône se dégrade sensiblement entre Genève et Chancy car sur ce parcours le Rhône reçoit 612 tonnes de phosphore dont 399 par l'Arve et 5 par l'Allondon. Le solde, soit 208 tonnes, est fourni par les 330 km<sup>2</sup> des petits bassins du canton de Genève et de l'Ain. Cet apport correspond à une charge de 0,6 t de P/km<sup>2</sup>/an, soit plus de cinq fois plus que la charge moyenne du bassin (0,13 t de P/km<sup>2</sup>/an et biblio. 2).

Comme dans le cas de l'azote minéral, on a évalué l'apport en phosphore de la Dranse (à la Douceur) par différentes méthodes de calcul.

1) Méthode C.F.S. :  $0,074 \text{ mg/l} \times 14,3 \text{ m}^3/\text{s}$  soit 30,9 tonnes.

2) Concentration moyenne arithmétique et débit moyen annuel :

$0,074 \text{ mg/l} \times 15,7 \text{ m}^3/\text{s}$  soit 36,6 tonnes.

3) Concentration moyenne pondérée et débit moyen annuel :

$0,075 \text{ mg/l} \times 15,7 \text{ m}^3/\text{s}$  soit 37,1 tonnes.

4) Calcul de la relation  $Q_p = f(Q)$  où  $Q_p$  est le débit solide de phosphore en g/s et  $Q$  le débit liquide en m<sup>3</sup>/s.

La relation obtenue est :  $Q_p = 0,074 Q - 0,036$  avec un coefficient de corrélation de 0,87. Avec le débit moyen annuel cette relation donne un apport de 35,5 tonnes.

5) La même relation avec les débits classes et les débits moyens journaliers donne respectivement 35,4 et 35,8 tonnes.

Les résultats sont très proches sauf dans le cas de l'évaluation classique C.F.S. (30,9 tonnes) encore que l'écart ne soit que de l'ordre de 10 %. Les réserves faites lors du calcul de l'apport d'azote peuvent être faites également à ce propos.

#### Détergents (tableau 31 et 32 - tableau F)

La concentration moyenne pondérée pour le Léman est de 0,036 mg/l ce qui correspond à un apport de 232 tonnes. Signalons que le phosphore correspondant à ces détergents a déjà été comptabilisé dans le phosphore total.

Si on excepte les valeurs du Vengeron et du Nant d'Aisy (respectivement 3,437 et 3,157 mg/l de P total en moyenne), la corrélation entre la concentration en détergent et en phosphore total est très bonne avec un coefficient de corrélation linéaire de 0,82 pour 23 couples. La relation exprimée en mg/l étant : détergent = 0,61 phosphore - 0,1.

A titre de comparaison, il faut signaler qu'avec le calcul par moyenne arithmétique, la concentration des affluents est cette année de 0,19 mg/l, soit une valeur proche de celle de 1971 (0,17 mg/l). L'augmentation de 1972 (0,25 mg/l) étant purement artificielle et liée à l'échantillonnage de la Dranse (1,55 mg/l en 1972, soit 100 fois plus qu'en 1973 : 0,017 mg/l).

#### Hydrocarbures (tableaux 33 et 34 - tableau F).

19 affluents ont été étudiés. La moyenne pondérée pour le Léman est de 0,260 mg/l donc proche de celle du Rhône : 0,224 mg/l.

La masse apportée est donc de 1'675 t, dont 1'095 t par le Rhône, 28 t par la Dranse et 130 t. par le Flon. Elle est du même ordre que celle de 1972.

Autres éléments (tableaux 35 à 45 - tableaux E à H)

On a calculé, à partir des valeurs moyennes pondérées les concentrations moyennes en chlorures, potassium, calcium, magnésium (en mg/l) et la dureté totale (m/l). Les résultats, pour les différents domaines du bassin, figurent sur le tableau ci-dessous :

	Rhône Valais	Petits Affluents	Léman	Rhône Genève	Arve Allondon	Rhône Chancy
Chlorures (mg Cl/l)	6,44	11,10	7,37	3,5	4,4	4,2
Potassium (mg K/l)	2,45	1,98	2,36	1,39	1,46	1,45
Calcium (mg Ca/l)	41,5	78,1	48,9	46,2	60,3	49,9
Magnésium (mg Mg/l)	6,52	8,26	6,87	6,2	5,95	7,0
Dureté totale (mé/l)	2,61	4,61	3,00	2,82	3,50	3,07

Les tonnages apportés étant respectivement de 47'550 t de chlorures, 15'220 t de potassium, 315'400 t de calcium et 44'300 t de magnésium. En tenant compte de ce qui est évacué par le Rhône (22'580 t de  $\text{Cl}^-$ , 8'960 t de  $\text{K}^+$ , 297'900 t de  $\text{Ca}^{++}$  et 40'000 t de  $\text{Mg}^{++}$ ), le solde calculé est de :

- 24'970 tonnes de chlorures,
- 6'260 tonnes de potassium,
- 17'500 tonnes de calcium,
- 4'300 tonnes de magnésium.

A titre de comparaison, les moyennes arithmétiques des concentrations sont les suivantes :

	1973	1972	1971	1970
Chlorures (mg Cl/l)	19,2	20,7	18,3	14,9
Potassium (mg K/l)	3,86	-	-	-
Calcium (mg Ca/l)	91,8	92,4	88,8	84,4
Magnésium (mg Mg/l)	12,16	11,7	10,2	11,9
Dureté totale (mé/l)	5,58	5,57	5,28	5,19

Bactériologie (tableaux 46 et 47 - tableau C).

En 1973, la détermination des germes totaux et coliformes n'a eu lieu que sur trois affluents du Valais et quatre vaudois et genevois. Il n'est donc pas possible de calculer une moyenne pour l'ensemble du lac. Par contre, pour trois affluents caractéristiques : Le Rhône, la Versoix et le Vengeron, on peut noter l'évolution depuis 1971 du nombre de germes totaux par ml.

	Moyenne pondérée	Moyenne arithmétique		
		1973	1972	1971
Affluents	1973	1973	1972	1971
Rhône	19'160	18'360	21'125	7'220
Versoix	45'200	37'300	23'840	53'370
Vengeron	304'000	359'500	111'300	603'300

Les résultats pondérés et arithmétiques sont sensiblement les mêmes, on peut donc constater que la dégradation de la qualité du Rhône, observée en 1972, se maintient.

Entre Genève et Chancy, le nombre de germes totaux du Rhône passe de 1'660 à 171'600 principalement en raison de l'Arve (166'000 germes).

### 3. EVOLUTION DE LA QUALITE DE L'EAU LE LONG DU COURS DE QUELQUES AFFLUENTS

#### La Dranse

Il convient de signaler que les moyennes citées pour cette rivière dans les rapports de 1971 et 1972 sont en partie erronées en particulier pour les éléments suivants : azote, phosphore, oxygène dissous, DBO, DCO, chlorures, potassium et détergents.

En effet, comme cela était signalé dans le rapport de 1972, la concentration de la Dranse rive gauche est le reflet, quasiment sans dilution, de celle de l'effluent de la station d'épuration de Thonon. Le débit moyen de cet effluent étant de 0,18 m<sup>3</sup>/s, il n'est pas rigoureux de lui donner la même importance que celui de la Dranse en moyenne 100 fois plus fort.

Sur les 2 tableaux de la page suivante, figurent les concentrations de la Dranse, pour les éléments cités plus haut, effectivement pondérées de l'influence de la station d'épuration. On a pris comme concentration de l'effluent 20 mg/l de N minéral, 5 mg/l de N organique, 10 mg/l de P total et pour les autres éléments la concentration mesurée rive gauche.

Il suffit de comparer ces chiffres avec les moyennes rive gauche/rive droite des rapports de 1970, 1971 et 1972 (tableau ci-dessous) pour constater que la dégradation de la qualité de la Dranse n'a pas été aussi catastrophique qu'on ne pouvait le penser.

mg/l	1970	1971		1972		1973	
	CFS	CFS		CFS		CFS	
Azote minéral	0,732	4,07	0,706	7,42	0,760	1,37	0,820
Phosphore total	0,136	0,927	0,205	3,09	0,147	0,376	0,306

1972

mg/l	P.D.	R.D.	R.G.	Emb.
Azote minéral	0,516	0,546	14,30	0,760
Azote organique				
Phosphore total	0,059	0,084	6,06	0,147
O <sub>2</sub>	11,57	11,11	5,27	11,05
DBO	2,2	4,6	> 5,1	4,6
DCO	3,3	7,2	358	11,0
Chlorure	2,8	3,4	41,4	3,8
Potassium	1,2	1,2	9,1	1,3
Détergent	0,01	0,02	3,07	0,05

1971

mg/l	P.D.	R.D.	R.G.	Emb.
Azote minéral	0,441	0,496	4,39	0,706
Azote organique	0,291	0,225	2,48	0,342
Phosphore total	0,071	0,061	1,76	0,205
O <sub>2</sub>	11,27	10,77	8,74	10,75
DBO	2,4	5,4	> 8,2	5,45
DCO				
Chlorure	2,1	3,9	14,1	4,0
Potassium	1,2	2,3	4,4	3,3
Détergent	0,01	0,01	0,6	0,02

### La Versoix

La Versoix a été étudiée en trois points : à Sauverny, en aval de Richelien et à l'embouchure. Le tableau du haut de la page suivante illustre les principales moyennes pour les trois stations ainsi que les moyennes pondérées à l'embouchure.

La qualité de l'eau se dégrade au niveau de Richelien puis s'améliore légèrement en ce qui concerne l'azote, le phosphore, les chlorures et la demande d'oxygène au niveau de l'embouchure.

Détermination	Sauverny	Richelien	Embouchure	Embouchure pondérée
Température (°C)	8,46	8,49	9,08	9,33
Conductivité ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	381	400	419	415
pH	8,08	8,23	8,29	8,31
Azote total (mg N/l)	0,961	1,403	1,216	1,194
Phosphore total (mg P/l)	0,097	0,126	0,119	0,113
Chlorure (mg Cl/l)	6,4	7,4	7,5	8,1
O <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	11,82	12,04	11,81	12,21
DBO (mg O <sub>2</sub> /l)	2,47	3,35	2,87	2,79
DCO (mg O <sub>2</sub> /l)	6,92	8,35	7,35	7,83
Germes totaux	$1,3 \cdot 10^5$	$0,3 \cdot 10^5$	$0,4 \cdot 10^5$	$0,45 \cdot 10^5$

#### Le Vengeron

Deux points ont été analysés : à l'amont du Step du Vengeron et à l'embouchure. Le tableau ci-dessous illustre les résultats principaux :

Déterminations	Step du Vengeron	Embouchure	Embouchure pondérée
Température (°C)	11,08	10,81	9,29
Conductivité ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	540	729	710
pH	7,87	7,86	7,94
Azote minéral (mg N/l)	3,83	10,94	10,54
Phosphore (mg P/l)	0,154	4,04	3,44
Chlorure (mg Cl/l)	23,2	45,0	45,5
O <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	10,52	8,2	9,24
DBO (mg O <sub>2</sub> /l)	3,09	8,7	9,5
DCO (mg O <sub>2</sub> /l)	8,80	16,3	16,2
Germes totaux	$15 \cdot 10^5$	$3,5 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$

Ces résultats sont significatifs, en particulier pour l'azote, le phosphore, les chlorures et la demande en oxygène. Par rapport à 1972, la qualité du Vengeron s'est légèrement améliorée (15,8 mg/l de N et 4,5 mg/l de P en 1972) mais un débit de 110 l/s le Vengeron amène encore 38 tonnes d'azote et 14 tonnes de phosphore dont l'essentiel provient de la zone aval du cours.

### L'Arve

Deux points de prélèvement sont étudiés : à la frontière suisse et à la Jonction, les principaux résultats figurent sur le tableau ci-dessous :

Déterminations	Frontière	Jonction	Jonction pondérée
Température (°C)	6,99	7,12	9,45
Conductivité ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	381	380	321
pH	8,01	8,01	8,26
Azote minéral (mg N/l)	0,898	0,866	0,796
Phosphore (mg P/l)	0,194	0,168	0,163
Chlorure (mg Cl/l)	4,9	5,2	4,3
O <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	12,5	12,5	12,1
DBO (mg O <sub>2</sub> /l)	4,3	4,0	3,9
DCO (mg O <sub>2</sub> /l)	7,0	6,5	6,3
Germes totaux	$2,8 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^5$

La qualité de l'Arve est à peu de choses près constante de la Frontière à la Jonction avec une légère amélioration en ce qui concerne l'azote et le phosphore. Les concentrations mesurées sont très supérieures à celles du Rhône émissaire et l'Arve contribue à l'augmentation des concentrations du Rhône entre Genève et Chancy. Mais on l'a déjà vu, l'Arve n'est pas la seule responsable et les petits affluents genevois et français contribuent aussi largement à la pollution du Rhône.

### CONCLUSIONS

L'année 1973, avec un écoulement de l'ordre de 210 m<sup>3</sup>/s est comme 1971 et 1972 déficitaire par rapport à la moyenne 1963-1972 : 240 m<sup>3</sup>/s. Malgré ce faible écoulement, les tonnages en azote et phosphore, éléments fondamentaux pour l'état de trophie du lac, restent élevés : 5'000 tonnes de N et 1000 tonnes de P. Si on compare ces résultats à la période 1963-1972 (biblio 2), on constate cependant une certaine amélioration de la situation.

Les mesures d'assainissement prises tout autour du lac contribuent sans doute à ce résultat, mais il convient d'être prudent, car si le tonnage apporté diminue en raison de l'écoulement, les concentrations augmentent régulièrement depuis 1968 pour le phosphore et de façon exponentielle pour l'azote dans les petits affluents. Sur les figures 4 et 5 on a porté l'évo-

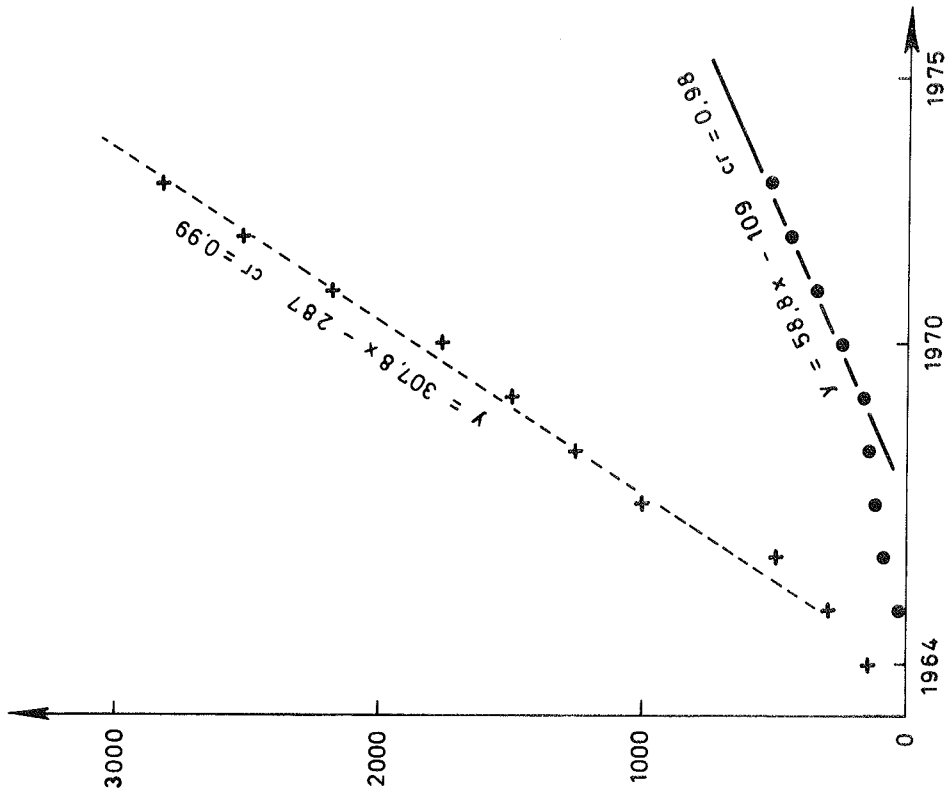


Figure : 5

FONCTION DE CROISSANCE DES CONCENTRATIONS DU PHOSPHORE. ( + Petits affluents, • Rhône )

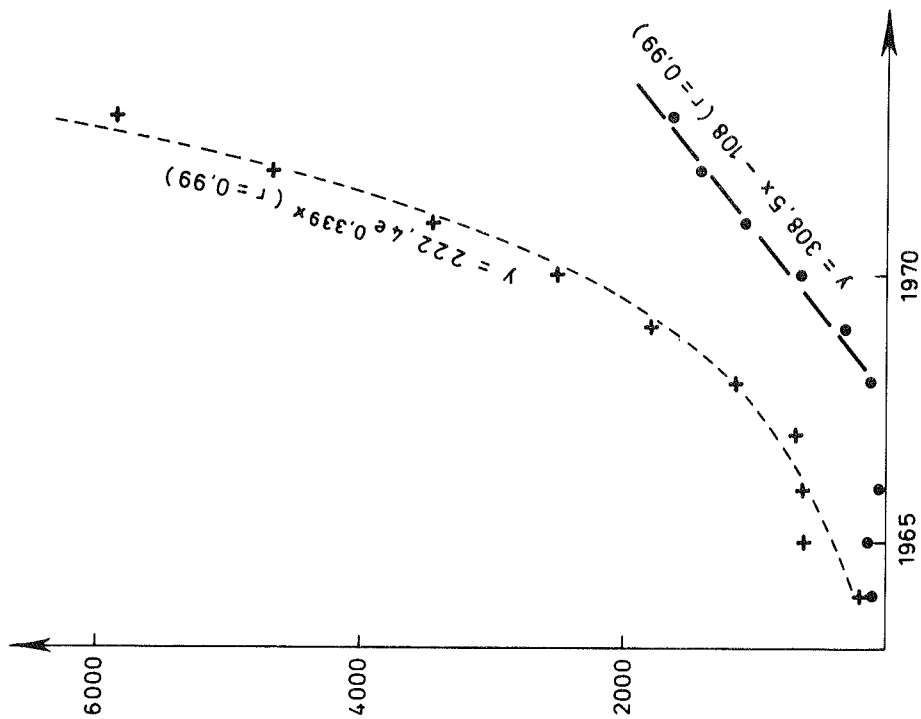


Figure : 4

FONCTION DE CROISSANCE DES CONCENTRATIONS EN AZOTE MINERAL. ( + Petits affluents, • Rhône )



lution de N et P caractérisé par la fonction de croissance :

$W(c_0 - c_t) = f(t)$  où  $c_0$  est la concentration au début des mesures (1963) et  $c_t$  la concentration à l'année t. Ces courbes montrent bien la tendance alarmante de l'évolution des concentrations.

En ce qui concerne les autres éléments et en particulier l'oxygène, l'année 1973 est en progrès sur les années 1971 et 1972. Le déficit en oxygène de l'ordre de 20'000 tonnes, est deux fois plus faible que celui de 1971 (40'000 tonnes). Par contre, entre Genève et Chancy, le Rhône perd près de 10'000 tonnes d'oxygène malgré la bonne situation de l'Arve.

Le solde positif de chlorures, après le pic de 1972 (38'000 tonnes dûs en partie à l'exagération de l'apport de la Dranse : 11'400 tonnes !) retrouve une valeur "normale" avec 25'000 tonnes.

Le bilan de cette année, à ces réserves près, peut donc être considéré comme positif mais il convient d'insister encore sur les importantes lacunes dans la connaissance de ses termes : mesure précise du débit (petits affluents et Rhône à Genève), azote organique, DBO et DCO homogène, apport par ruisellement et réseau d'égout non raccordé et foyer diffus, etc... Le prochain plan quinquennal devrait apporter la solution de certains de ces problèmes.

---

#### BIBLIOGRAPHIE

---

- 1) SIWERTZ E., CHASSAING B., HAUBERT M., OLIVE Ph., 1974. Bilan hydrologique du lac Léman pour la période 1963-1972 (I). (A paraître aux Archives des Sciences de Genève).
- 2) SIWERTZ E., CHASSAING B., HAUBERT M., OLIVE Ph., 1974. Apports en nutriments au lac Léman pour la période 1963-1972 (II). (A paraître aux Archives des Sciences de Genève).

Tableau 0

NOM	CODE	SITUATION
Le Grand Canal	VD 1	embouchure
L'Eau Froide	VD 2	embouchure
La Maladaire	VD 7	embouchure
La Veveyse	VD 9	embouchure
Le Forestay	VD 11	embouchure
La Lutrive	VD 14	embouchure
La Paudèze	VD 15	embouchure
Le Flon	VD 17	effluent station Vidy
La Chamberonne	VD 18	embouchure
La Venoge	VD 19	embouchure
La Morges	VD 21	embouchure
L'Aubonne	VD 23	embouchure
La Dullive	VD 27	embouchure
Canal Stockalper	VS 1	embouchure
La Bouverette	VS 2	embouchure
La Morge St-Gingolph	VS 3	embouchure
Dranse	F	Pont de la Douceur
Dranse	F (RG)	embouchure RG
Dranse	F (RD)	embouchure RD
Rhône (Scex)	VS 4	embouchure
La Promenthouse	VD 28	embouchure
La Doye	VD 32	embouchure
La Versoix	GE 1 A	Sauverny
La Versoix	GE 1 B	Richelien
La Versoix	GE 1 C	embouchure
Le Vengeron	GE 2 A	amont Step du Vengeron
Le Vengeron	GE 2 B	embouchure
L'Hermance	GE 3	embouchure
Le Nant d'Aisy	GE 4	embouchure
Rhône émissaire	GE 5	Rade
Arve	GE 6 A	frontière
Arve	GE 6 B	Jonction
Allondon	GE 7 A	Moulin de Fabry
Allondon	GE 7 B	Pont de la Plaine
Rhône	GE 8	Chancy

Tableau A

## MOYENNES PONDEREES

AFFLUENTS	DEBIT m <sup>3</sup> /sec.	T. EAU °C	TURBIDITE U.I.	CONDUCTIVITE μS.cm <sub>-1</sub>	pH
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	2,792	9,36	6,14	1'089	7,19
L'Eau Froide	1,560	10,12	18,23	395	7,32
La Maladaire	0,004	11,79	20,49	702	7,82
La Veveyse	3,838	8,68	115,42	378	8,00
Le Forestay	0,405	9,43	69,01	482	8,14
La Lutrive	0,218	8,64	58,86	550	8,05
La Paudèze	0,181	8,92	96,44	515	8,11
Le Flon	1,218	14,62	30,94	731	7,24
La Chamberonne	0,818	8,76	30,09	641	8,02
La Venoge	7,056	7,90	21,87	484	7,83
La Morges	0,568	6,42	49,22	661	7,97
L'Aubonne	3,973	8,02	15,04	377	7,92
La Dullive	0,383	9,43	11,95	626	7,84
Moyennes rive droite	23,014	8,80	37,19	541	7,75
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	5,895	8,85	--	591	7,49
La Bouverette	0,685	9,68	--	773	7,69
La Morge de St-Gingolph	--	--	--	--	--
La Dranse	15,700	10,23	--	378	8,05
Moyennes rive gauche	22,280	(10,53)	--	(451)	(7,95)
Le Rhône, embouchure	158,000	8,69	--	240	7,70
Moyennes Grand Lac	203,294	(8,90)	37,19	(297)	(7,73)
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	2,301	7,96	46,70	449	7,92
Le Nant de Riend (Crans)	--	--	--	--	--
Le Nant de Pry	--	--	--	--	--
Le Nant du Brassu	--	--	--	--	--
La Doye	0,040	10,73	54,40	462	7,88
La Versoix	2,315	9,33	--	415	8,31
Le Vengeron	0,110	9,29	--	710	7,94
L'Hermance	0,168	10,64	--	533	8,13
Le Nant d'Aisy	0,036	11,79	--	715	7,62
Moyennes Petit Lac	4,970	8,77	46,83	444	8,11
Moyennes Léman	208,264	(8,90)	38,08	(301)	(7,74)
Rhône, émissaire	192,000	12,31	--	291	8,27
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon	2,388	7,53	--	386	8,26
L'Arve à la Jonction	66'000	9,45	--	321	7,99
Le Rhône à Chancy	275,000	12,24	--	299	8,04

Tableau B

MOYENNES PONDEREES

AFFLUENTS	O <sub>2</sub> mg O <sub>2</sub> /l	% SAT.	DBO <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> /l	DBO <sub>5</sub> % Cons.
<u>Grand Lac, rive droite</u>				
Le Grand Canal	5,04	47,3	4,35	86,3
L'Eau Froide	9,63	92,1	4,98	51,7
La Maladère	10,00	99,3	9,56	95,6
La Veveyse	11,92	110,2	5,90	49,5
Le Forestay	11,47	107,9	8,20	71,5
La Lutrive	12,37	114,2	7,73	62,5
La Paudèze	12,23	113,7	8,62	70,5
Le Flon	1,50	15,8	32,85	2'190,0
La Chamberonne	11,24	104,1	6,75	60,1
La Venoge	11,66	105,8	5,36	46,0
La Morges	11,01	96,2	12,47	113,3
L'Aubonne	11,73	106,6	2,87	24,5
La Dullive	10,83	102,0	6,35	58,6
Moyennes rive droite	10,20	94,5	6,67	65,4
<u>Grand Lac, rive gauche</u>				
Le Canal Stockalper	8,97	83,2	3,11	34,7
La Bouverette	11,02	104,4	3,56	32,3
La Morge de St-Gingolph	--	---	---	---
La Dranse	10,99	106,3	2,63	24,0
Moyennes rive gauche	(10,48)	(101,2)	(3,46)	(33,0)
Le Rhône embouchure	11,34	104,8	4,57	40,3
Moyennes Grand Lac	(11,12)	(103,3)	(4,69)	(42,2)
<u>Petit Lac</u>				
La Promenthouse	11,34	103,0	3,78	33,3
Le Nant de Riond (Crans)	--	---	---	---
Le Nant de Pry	--	---	---	---
Le Nant du Brassu	--	---	---	---
La Doye	10,79	104,7	8,57	79,4
La Versoix	12,21	114,6	2,79	22,9
Le Vengeron	9,24	86,7	9,48	102,6
L'Hermance	11,68	113,0	3,81	32,6
Le Nant d'Aisy	8,18	81,2	8,04	98,3
Moyennes Petit Lac	11,68	108,2	3,52	30,1
Moyennes Léman	(11,13)	(103,4)	(4,66)	(41,9)
Le Rhône, émissaire	11,49	115,4	2,14	18,6
<u>Aval Lac Léman</u>				
L'Allondon, embouchure	13,92	125,2	4,03	29,0
L'Arve à la Jonction	12,13	114,2	3,93	32,4
Le Rhône à Chancy	10,71	107,4	3,03	28,3

Tableau C

## MOYENNES PONDEREES

AFFLUENTS	OXYDABILITE mg KMnO <sub>4</sub> /l	DCO mg O <sub>2</sub> /l	GERMES TOTAUX	COLIFORMES
<u>Grand Lac, rive droite</u>				
Le Grand Canal	8,92	--	--	--
L'Eau Froide	12,54	--	--	--
La Maladaire	15,38	--	--	--
La Veveyse	12,75	--	--	--
Le Forestay	22,56	--	--	--
La Lutrive	17,66	--	--	--
La Paudèze	17,11	--	--	--
Le Flon	51,17	--	--	--
La Chamberonne	14,38	--	--	--
La Venoge	14,06	--	--	--
La Morges	17,42	--	--	--
L'Aubonne	12,50	--	--	--
La Dullive	14,12	--	--	--
Moyennes, rive droite	15,09	--	--	--
<u>Grand Lac, rive gauche</u>				
Le Canal Stockalper	9,58	--	14'170	125
La Bouverette	7,93	--	18'284	216
La Morge de St-Gingolph	--	--	--	--
La Dranse	--	9,44	--	--
Moyennes rive gauche	9,41	9,44	14'598	134
Le Rhône, embouchure	8,32	--	19'160	1'162
Moyennes Grand Lac	9,19	(9,44)	18'978	(1'121)
<u>Petit Lac</u>				
La Promenthouse	11,68	--	--	--
Le Nant de Riond (Crans)	--	--	--	--
Le Nant de Pry	--	--	--	--
Le Nant du Brassu	--	--	--	--
La Doye	12,12	--	--	--
La Versoix	--	7,83	45'228	128
Le Vengeron	--	16,18	304'061	3'986
L'Hermance	--	11,16	60'024	1,434
Le Nant d'Aisy	--	17,36	144'666	4'295
Moyennes Petit Lac	11,69	8,52	58'365	430
Moyennes Léman	9,22	(9,31)	(19'836)	(1'110)
Le Rhône, émissaire	--	5,66	1'656	0
<u>Aval Lac Léman</u>				
L'Allondon, embouchure	--	7,19	89'415	38
L'Arve à la Jonction	--	6,31	165'956	764
Le Rhône à Chancy	--	7,40	171'637	413

Tableau D

MOYENNES PONDEREES

AFFLUENTS	N NH <sub>4</sub> mg N/l	N NO <sub>2</sub> mg N/l	N NO <sub>3</sub> mg N/l	Min. N tot. mg N/l	N org. mg N/l	N tot. mg N/l
<u>Grand Lac, rive droite</u>						
Le Grand Canal	0,385	0,048	1,24	1,763	---	---
L'Eau Froide	0,276	0,012	0,60	0,888	---	---
La Maladaire	1,333	0,267	4,00	5,600	---	---
La Veveyse	0,173	0,008	0,59	0,771	---	---
Le Forestay	0,417	0,044	2,20	2,661	---	---
La Lutrive	0,433	0,057	2,21	2,700	---	---
La Paudèze	0,658	0,044	1,52	2,222	---	---
Le Flon	14,918	0,095	0,31	15,323	---	---
La Chamberonne	0,353	0,070	4,63	5,053	---	---
La Venoge	0,359	0,049	3,27	3,678	---	---
La Morges	0,672	0,068	5,66	6,400	---	---
L'Aubonne	0,161	0,008	0,92	1,089	---	---
La Dullive	0,306	0,071	4,14	4,517	---	---
Moyennes rive droite	1,073	0,037	1,91	3,020	---	---
<u>Grand Lac rive gauche</u>						
Le Canal Stockalper	0,093	0,021	0,60	0,714	0,132	0,846
La Bouverette	0,058	0,006	0,39	0,454	0,134	0,588
La Morge de St-Gingolph	---	---	---	---	---	---
La Dranse	0,057	0,006	0,777	0,870	0,244	1,367
Moyennes rive gauche	0,067	0,010	(1,08)	(1,157)	0,211	1,368
Le Rhône, embouchure	0,065	0,024	0,36	0,449	0,147	0,596
Moyennes Grand Lac	0,179	0,024	(0,61)	(0,813)	0,155	0,968
<u>Petit Lac</u>						
La Promenthouse	0,082	0,016	1,92	2,018	---	---
Le Nant de Rioud (Crans)	---	---	---	---	---	---
Le Nant de Pry	---	---	---	---	---	---
Le Nant du Brassu	---	---	---	---	---	---
La Doye	0,222	0,056	2,18	2,458	---	---
La Versoix	0,068	0,006	1,12	1,194	---	---
Le Vengeron	5,416	0,177	4,95	10,543	---	---
L'Hermance	0,727	0,018	5,45	6,195	---	---
Le Nant d'Aisy	5,320	0,274	5,55	11,144	---	---
Moyennes Petit Lac	0,254	0,018	1,76	2,032	---	---
Moyennes Léman	0,181	0,024	(0,64)	(0,845)	0,155	1,000
Rhône, émissaire	0,044	0,006	0,26	0,310	---	---
<u>Aval Lac Léman</u>						
L'Allondon, embouchure	0,071	0,005	1,43	1,506	---	---
L'Arve à la Jonction	0,110	0,006	0,68	0,796	---	---
Le Rhône à Chancy	0,180	0,005	0,49	0,675	---	---

Tableau E

MOYENNES PONDEREES

AFFLUENTS	Cl mg Cl/l	ORTHO P mg P/l	P ORG. mg P/l	P TOT. mg P/l
<u>Grand Lac, rive droite</u>				
Le Grand Canal	13,1	0,075	0,097	0,172
L'Eau Froide	3,3	0,048	0,096	0,144
La Maladaire	28,9	0,667	0,635	1,302
La Veveyse	4,9	0,054	0,365	0,419
Le Forestay	15,3	0,177	0,359	0,536
La Lutrive	19,9	0,279	0,439	0,718
La Paudèze	23,5	0,296	0,624	0,920
Le Flon	72,5	0,381	1,169	1,550
La Chamberonne	31,4	0,251	0,176	0,427
La Venoge	23,9	0,269	0,229	0,498
La Morges	31,3	0,349	0,710	1,059
L'Aubonne	4,0	0,068	0,074	0,142
La Dullive	23,9	0,264	0,131	0,395
Moyennes rive droite	17,4	0,166	0,265	0,431
<u>Grand Lac, rive gauche</u>				
Le Canal Stockalper	9,6	0,032	0,074	0,106
La Bouverette	3,0	0,060	0,070	0,130
La Morge de St-Gingolph	--	--	--	--
La Dranse	2,5	0,108	0,096	0,204
Moyennes rive gauche	(5,1)	0,086	0,090	0,176
Le Rhône embouchure	6,2	0,037	0,076	0,113
Moyennes Grand Lac	(7,3)	0,057	0,101	0,156
<u>Petit Lac</u>				
La Promenthouse	11,2	0,113	0,156	0,269
Le Nant de Riond (Crans)	--	--	--	--
Le Nant de Pry	--	--	--	--
Le Nant du Brassu	--	--	--	--
La Doye	16,2	0,259	0,168	0,427
La Versoix	8,1	0,078	0,035	0,113
Le Vengeron	45,5	2,520	0,917	3,437
L'Hermance	26,4	0,316	0,117	0,433
Le Nant d'Aisy	41,7	2,189	0,968	3,157
Moyennes Petit Lac	11,3	0,173	0,121	0,294
Moyennes Léman	(7,4)	0,060	0,099	0,159
Le Rhône émissaire	3,5	0,028	0,030	0,058
<u>Aval Lac Léman</u>				
L'Allondon, embouchure	6,8	0,047	0,023	0,070
L'Arve à la Jonction	4,3	0,070	0,093	0,163
Le Rhône à Chancy	4,2	0,076	0,039	0,115

Tableau F

MOYENNES PONDEREES

AFFLUENTS	Détergents mg/l	Hydrocarbures mg/l
<u>Grand Lac, rive droite</u>		
Le Grand Canal	0,078	0,249
L'Eau Froide	0,028	0,579
La Maladaire	0,281	2,500
La Veveyse	0,105	0,329
Le Forestay	0,355	1,814
La Lutrive	0,287	1,298
La Paudèze	0,297	1,025
Le Flon	1,396	3,406
La Chamberonne	0,166	1,532
La Venoge	0,108	0,519
La Morges	0,427	1,184
L'Aubonne	0,112	0,380
La Dullive	0,083	0,546
Moyennes rive droite	0,184	0,675
<u>Grand Lac, rive gauche</u>		
Canal Stockalper	0,012	0,208
La Bouverette	0,010	0,189
La Morge de St-Gingolph	---	---
La Dranse	0,017	0,056
Moyennes rive gauche	0,015	0,100
Le Rhône, embouchure	0,016	0,224
Moyennes Grand Lac	0,035	0,261
<u>Petit Lac</u>		
La Promenthouse	0,029	0,405
Le Nant de Riond (Crans)	---	---
Le Nant de Pny	---	---
Le Nant du Brassu	---	---
La Doye	0,105	0,035
La Versoix	0	0
Le Vengeron	0,220	---
L'Hermance	0,008	---
Le Nant d'Aisy	0,159	---
Moyennes Petit Lac	0,038	0,200
Moyennes Léman	0,036	0,260
Le Rhône émissaire	0	---
<u>Aval Lac Léman</u>		
L'Allondon, embouchure	0,002	---
L'Arve à la Jonction	0,001	---
Le Rhône à Chancy	0,012	---



Tableau G

## MOYENNES PONDEREES

AFFLUENTS	Ca mé/1	Ca mg Ca/1	Mg mé/1	Mg mg Mg/1	K mg K/1
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	10,02	200,9	2,11	25,7	2,58
L'Eau Froide	3,41	68,4	0,37	4,5	1,77
La Maladaire	5,66	113,3	2,01	24,4	6,22
La Veveyse	3,45	69,2	0,57	6,9	1,57
Le Forestay	4,78	95,9	0,83	10,1	3,53
La Lutrive	4,45	89,1	0,79	9,6	4,05
La Paudèze	4,09	80,0	0,71	8,6	3,91
Le Flon	3,45	69,0	0,74	9,0	10,33
La Chamberonne	5,34	107,0	0,81	9,8	4,42
La Venoge	4,89	97,9	0,65	7,9	3,10
La Morges	5,43	108,8	0,87	10,5	4,96
L'Aubonne	3,49	70,0	0,37	4,5	0,76
La Dullive	5,37	107,7	0,90	10,9	2,84
Moyennes rive droite	4,88	97,8	0,77	9,4	2,78
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	4,31	86,3	2,26	27,5	2,27
La Bouverette	6,44	129,1	2,80	34,1	1,77
La Morge de St-Gingolph	--	--	--	--	--
La Dranse	3,38	67,7	0,74	9,0	1,06
Moyennes rive gauche	3,72	74,6	1,21	14,7	1,40
Rhône, embouchure	1,85	37,0	0,45	5,4	2,46
Moyennes Grand Lac	2,40	48,1	0,57	6,9	2,38
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	4,31	86,3	0,64	7,7	1,52
Le Nant de Riond (Crans)	--	--	--	--	--
Le Nant de Pry	--	--	--	--	--
Le Nant du Brassu	--	--	--	--	--
La Doye	3,76	75,3	0,75	9,1	3,05
La Versoix	3,74	75,0	0,48	5,8	0,86
Le Vengeron	5,22	104,5	0,76	9,2	9,47
L'Hermance	4,32	86,5	0,79	9,6	3,68
Le Nant d'Aisy	5,44	109,0	1,08	13,1	9,29
Moyennes Petit Lac	4,07	81,5	0,58	7,0	1,53
Moyennes Léman	2,44	48,9	0,57	6,9	2,36
Le Rhône, émissaire	2,31	46,2	0,51	6,2	1,39
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	3,68	73,7	0,59	7,2	1,06
L'Arve à la Jonction	2,98	59,8	0,49	5,9	1,48
Le Rhône à Chancy	2,49	49,9	0,58	7,0	1,45

Tableau H

MOYENNES PONDEREES

AFFLUENTS	Dureté totale mé/l	Dureté passa- gère mé/l	Dureté perma- nente mé/l
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	12,14	4,56	7,58
L'Eau Froide	3,79	3,12	0,67
La Maladaire	6,76	5,74	1,02
La Veveyse	4,05	3,57	0,48
Le Forestay	5,57	4,93	0,64
La Lutrive	5,41	4,58	0,83
La Paudèze	4,77	3,96	0,81
Le Flon	4,19	3,73	0,46
La Chamberonne	6,11	4,63	1,48
La Venoge	5,51	4,41	1,10
La Morges	6,30	4,72	1,58
L'Aubonne	3,97	3,62	0,35
La Dullive	6,27	4,91	1,36
Moyennes rive droite	5,67	4,06	1,61
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	6,57	2,92	3,65
La Bouverette	9,25	2,65	6,60
La Morge de St-Gingolph	---	---	---
La Dranse	7,19	3,04	1,08
Moyennes rive gauche	(4,93)	3,00	1,93
Rhône, embouchure	2,29	1,20	1,09
Moyennes Grand Lac	(2,96)	1,72	1,24
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	4,95	4,24	0,71
Le Nant de Riond (Crans)	---	---	---
Le Nant de Pny	---	---	---
Le Nant du Brassu	---	---	---
La Doye	4,49	3,76	0,73
La Versoix	4,20	3,66	0,54
Le Vengeron	5,97	5,17	0,80
L'Hermance	5,05	3,57	1,48
Le Nant d'Aisy	6,49	4,36	2,13
Moyennes Petit Lac	4,63	3,96	0,67
Moyennes Léman	(3,00)	1,77	1,23
Le Rhône, émissaire	2,82	1,71	1,11
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	4,27	3,56	0,71
L'Arve à la Jonction	3,47	2,26	1,21
Le Rhône à Chancy	3,07	1,86	1,21

Tableau No 1

## DEBIT DES AFFLUENTS

exprimé en mètres cube par seconde

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	1,921	2,792	4,400	1,690	2,028
L'Eau froide	1,171	1,560	7,090	0,200	1,219
La Maladaire	0,057	0,004	0,008	0,002	0,051
La Veveyse	1,755	3,838	13,940	0,620	2,010
Le Forestay	0,354	0,405	1,140	0,150	0,360
La Lutrive	0,123	0,218	0,730	0,074	0,135
La Paudèze	0,267	0,181	0,510	0,072	0,256
Le Flon	1,246	1,218	1,450	0,960	1,241
La Chamberonne	0,641	0,818	2,120	0,130	0,663
La Venoge	3,649	7,056	19,860	1,410	4,067
La Morges	0,460	0,568	2,290	0,110	0,473
L'Aubonne	4,984	3,973	10,090	0,670	4,861
La Dullive	0,402	0,383	0,808	0,167	0,397
<b>Totaux</b>	<b>17,030</b>	<b>23,014</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>17,761</b>
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	5,874	5,895	8,304	4,152	5,877
La Bouverette	0,547	0,685	0,931	0,294	0,565
La Morge de St Gingolph	-	-	-	-	-
La Dranse	18,626	15,700	-	-	18,135
<b>Totaux</b>	<b>25,047</b>	<b>22,280</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>24,577</b>
Le Rhône, embouchure	183,674	158,000	406,000	43,700	180,352
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Totaux	225,751	203,294	-	-	222,690
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	1,442	2,301	6,400	0,590	1,547
Le Nant de Riond (Crans)	0,039	-	-	-	0,039
Le Nant de Pry	0,142	-	-	-	0,142
Le Nant du Brassu	0,196	-	-	-	0,196
La Doye	0,117	0,040	0,112	0,005	0,108
La Versoix	3,797	2,315	3,760	1,150	3,619
Le Vengeron	0,211	0,110	0,290	0,060	0,199
L'Hermance	0,345	0,168	1,080	0,020	0,324
Le Nant d'Aisy	0,121	0,036	0,070	0,004	0,109
<b>Totaux</b>	<b>6,410</b>	<b>4,970</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6,283</b>
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Totaux	232,161	208,264	-	-	228,973
Le Rhône, émissaire	226,556	192,000	481,000	35,000	223,100
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	2,525	2,388	6,620	0,800	2,457
L'Arve à la Jonction	73,724	66,000	305,000	15,000	72,670
Le Rhône à Chancy	303,000	275,000	716,000	86,600	298,333

Tableau No 2

TEMPERATURE DE L'EAU DES AFFLUENTS  
en degrés centigrades

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	9,65	9,26	12,70	4,80	9,61
L'Eau froide	8,97	9,46	22,00	3,40	9,03
La Maladaire	11,28	10,39	18,40	4,30	11,18
La Veveyse	8,90	8,26	18,40	1,70	8,83
Le Forestay	10,00	9,54	18,00	2,00	9,94
La Lutrive	11,06	9,98	19,20	2,60	10,94
La Paudèze	10,53	9,76	20,50	2,90	10,44
Le Flon	14,46	14,57	21,00	7,30	14,47
La Chamberonne	11,52	10,32	20,00	1,50	11,38
La Venoge	10,67	9,73	19,20	2,00	10,56
La Morges	11,42	10,59	20,80	1,80	11,33
L'Aubonne	9,37	7,43	13,80	0,80	9,15
La Dullive	9,15	9,83	14,20	4,10	9,33
Moyennes	10,54	9,93	-	-	10,48
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	9,04	8,56	12,20	4,70	8,98
La Bouverette	10,03	9,55	13,20	5,50	9,97
La Morge de St Gingolph	7,92	7,68	10,80	2,50	7,89
La Dranse	10,45	9,95	18,25	1,90	10,37
Moyennes	9,36	8,94	-	-	9,30
Le Rhône, embouchure	8,14	7,66	11,80	3,50	8,08
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	10,14	9,58	-	-	10,08
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	9,04	8,48	13,80	3,80	8,98
Le Nant de Rioud (Crans)	9,68	-	-	-	9,68
Le Nant de Pry	8,76	-	-	-	8,76
Le Nant du Brassu	8,18	-	-	-	8,18
La Doye	9,87	9,58	16,40	4,00	9,84
La Versoix	9,06	9,08	14,10	3,40	9,06
Le Vengeron	10,64	10,81	18,00	3,60	10,66
L'Hermance	10,20	9,78	19,00	2,00	10,15
Le Nant d'Aisy	11,28	11,30	18,40	4,50	11,28
Moyennes	9,63	9,84	-	-	9,62
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	9,97	9,65	-	-	9,93
Le Rhône, émissaire	11,90	10,98	22,70	3,60	11,77
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	10,08	7,78	13,20	2,20	9,69
L'Arve à la Jonction	8,43	7,12	13,00	1,00	8,26
Le Rhône à Chancy	10,81	10,56	19,10	3,90	10,76

Tableau No 2 bis

TURBIDITE DE L'EAU DES AFFLUENTS  
UNITES internationales

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973	
		Moyennes	Maxima	Minima		
<u>Grand Lac, rive droite</u>						
Le Grand Canal	7,4	6,8	10,5	2,5	7,3	
L'Eau froide	16,7	20,3	35,0	8,0	17,1	
La Maladaire	35,9	21,2	22,5	9,0	34,4	
La Veveyse	71,3	67,9	200,0	7,0	70,9	
Le Forestay	64,1	88,1	200,0	18,0	66,9	
La Lutrive	42,1	58,1	200,0	10,0	43,9	
La Paudèze	66,6	89,4	200,0	25,0	69,3	
Le Flon	27,9	31,6	76,0	13,0	28,5	
La Chamberonne	82,7	33,2	160,0	5,0	77,0	
La Venoge	25,5	16,5	50,0	9,0	24,5	
La Morges	36,5	67,3	170,0	14,0	40,1	
L'Aubonne	24,7	12,6	23,0	4,0	23,3	
La Dullive	33,2	11,0	30,0	4,0	27,6	
Moyennes	41,1	40,3	-	-	40,8	
<u>Grand Lac, rive gauche</u>						
Le Canal Stockalper	-	-	-	-	-	
La Bouverette	-	-	-	-	-	
La Morge de St Gingolph	-	-	-	-	-	
La Dranse	-	-	-	-	-	
Moyennes	-	-	-	-	-	
<u>Le Rhône, embouchure</u>						
-						
<u>Ensemble</u> Moyennes <u>Grand Lac</u>		41,1	40,3	-	-	40,8
<u>Petit Lac</u>						
La Promenthouse	18,8	27,5	140,0	5,0	19,8	
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-	-	-	
Le Nant de Pry	-	-	-	-	-	
Le Nant du Brassu	-	-	-	-	-	
La Doye	31,9	30,6	130,0	4,0	31,8	
La Versoix	-	-	-	-	-	
Le Vengeron	-	-	-	-	-	
L'Hermance	-	-	-	-	-	
Le Nant d'Aisy	-	-	-	-	-	
Moyennes	25,4	29,1	-	-	25,8	
<u>Ensemble</u> Moyennes <u>Lac Léman</u>		39,0	38,8	-	-	38,8
<u>Le Rhône, émissaire</u>						
-						
<u>Aval Lac Léman</u>						
L'Allondon, embouchure	-	-	-	-	-	
L'Arve à la Jonction	-	-	-	-	-	
Le Rhône à Chancy	-	-	-	-	-	

Tableau No 3

 CONDUCTIVITE DE L'EAU DES AFFLUENTS  
 en  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	1'050	1'090	1'115	1'060	1'055
L'Eau froide	462	464	609	311	462
La Maladaire	671	698	775	430	674
La Veveyse	397	404	529	337	398
Le Forestay	536	531	590	455	535
La Lutrive	556	550	647	487	555
La Paudèze	494	515	662	461	496
Le Flon	683	732	812	550	691
La Chamberonne	667	639	690	615	664
La Venoge	542	578	703	473	546
La Morges	599	647	745	535	605
L'Aubonne	399	416	584	305	401
La Dullive	526	596	757	483	544
Moyennes	583	605	-	-	587
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	581	593	661	532	582
La Bouverette	767	803	1'038	678	772
La Morge de St Gingolph	294	326	380	263	298
La Dranse	523	448	671	318	506
Moyennes	541	543	-	-	540
Le Rhône, embouchure	262	266	343	158	263
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	556	572	-	-	558
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	442	482	615	351	446
Le Nant de Riond (Crans)	440	-	-	-	440
Le Nant de Pry	394	-	-	-	394
Le Nant du Brassu	401	-	-	-	401
La Doye	430	451	564	375	433
La Versoix	413	419	471	362	415
Le Vengeron	683	729	838	551	698
L'Hermance	537	615	730	384	564
Le Nant d'Aisy	662	711	829	573	679
Moyennes	489	568	-	-	497
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	534	571	-	-	538
Le Rhône, émissaire	278	292	314	256	281
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	383	405	453	311	390
L'Arve à la Jonction	365	380	491	251	370
Le Rhône à Chancy	335	303	333	281	324

Tableau No 4

pH MESURE DE L'EAU DES AFFLUENTS  
mesure directe au prélèvement

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	7,23	7,19	7,20	7,10	7,22
L'Eau froide	7,31	7,29	7,70	7,20	7,31
La Maladaire	7,84	7,81	7,90	7,70	7,84
La Veveyse	7,98	8,04	8,30	7,90	7,99
Le Forestay	8,03	8,13	8,30	7,90	8,04
La Lutrive	8,00	8,08	8,30	7,90	8,01
La Paudèze	8,09	8,14	8,40	7,90	8,10
Le Flon	7,25	7,24	7,70	7,10	7,25
La Chamberonne	7,77	7,95	8,20	7,60	7,79
La Venoge	7,80	7,78	8,00	7,60	7,80
La Morges	7,94	7,91	8,20	7,60	7,94
L'Aubonne	7,98	7,95	8,20	7,90	7,98
La Dullive	7,83	7,84	8,10	7,70	7,84
Moyennes	7,77	7,80	-	-	7,78
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	7,56	7,49	7,60	7,40	7,55
La Bouverette	7,67	7,70	7,90	7,50	7,67
La Morge de St Gingolph	8,07	7,98	8,20	7,90	8,06
La Dranse	8,06	8,13	8,45	7,70	8,07
Moyennes	7,84	7,83	-	-	7,84
Le Rhône, embouchure	7,70	7,66	8,00	7,40	7,70
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	7,78	7,80	-	-	7,79
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	7,88	7,91	8,10	7,80	7,89
Le Nant de Riond (Crans)	8,17	-	-	-	8,17
Le Nant de Pry	8,25	-	-	-	8,25
Le Nant du Brassu	8,23	-	-	-	8,23
La Doye	7,85	7,88	8,20	7,70	7,85
La Versoix	8,17	8,29	8,62	8,05	8,19
Le Vengeron	7,89	7,86	8,58	7,52	7,89
L'Hermance	8,08	8,13	8,63	7,75	8,09
Le Nant d'Aisy	7,82	7,62	7,87	7,28	7,79
Moyennes	8,04	7,95	-	-	8,04
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	7,87	7,83	-	-	7,87
Le Rhône, émissaire	8,15	8,23	8,70	7,73	8,17
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	8,26	8,22	8,52	7,77	8,25
L'Arve à la Jonction	8,05	8,01	8,26	7,79	8,05
Le Rhône à Chancy	8,07	8,01	8,28	7,60	8,06

Tableau No 5

 CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS  
 exprimée en mg O<sub>2</sub> par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	5,66	5,20	7,80	3,05	5,60
L'Eau froide	8,37	7,88	12,11	4,57	8,31
La Maladaire	10,00	10,69	13,05	7,40	10,08
La Veveyse	11,83	12,30	15,29	10,28	11,88
Le Forestay	11,31	11,48	12,98	10,02	11,33
La Lutrive	11,04	11,48	14,58	9,38	11,09
La Paudèze	12,23	12,25	13,85	10,73	12,23
Le Flon	2,21	1,50	3,42	0,42	2,10
La Chamberonne	8,49	10,96	14,86	7,43	8,78
La Venoge	10,35	10,97	14,24	8,02	10,42
La Morges	10,24	8,85	13,02	2,08	10,08
L'Aubonne	11,38	12,13	15,56	10,30	11,46
La Dullive	10,75	10,75	14,19	9,26	10,75
Moyennes	9,53	9,73	-	-	9,55
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	9,27	9,08	12,82	7,74	9,25
La Bouverette	11,55	11,19	13,64	5,46	11,50
La Morge de St Gingolph	12,20	11,82	13,37	10,61	12,15
La Dranse	10,15	11,42	14,55	9,46	10,35
Moyennes	10,79	10,88	-	-	10,81
Le Rhône, embouchure	11,44	11,46	12,25	10,86	11,44
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	9,92	10,08	-	-	9,93
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	11,09	11,49	13,00	9,62	11,14
Le Nant de Riend (Crans)	10,44	-	-	-	10,44
Le Nant de Pry	11,18	-	-	-	11,18
Le Nant du Brassu	11,13	-	-	-	11,13
La Doye	10,52	11,03	12,76	8,90	10,58
La Versoix	11,75	11,81	14,05	10,89	11,81
Le Vengeron	7,86	8,20	12,65	4,32	7,90
L'Hermance	10,35	11,37	15,50	6,31	10,46
Le Nant d'Aisy	8,95	7,99	10,00	4,33	8,82
Moyennes	10,36	10,32	-	-	10,38
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	10,06	10,14	-	-	10,08
Le Rhône, émissaire	11,36	11,68	14,64	9,20	11,40
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	11,43	13,54	14,98	12,49	11,79
L'Arve à la Jonction	11,53	12,48	14,05	11,26	11,65
Le Rhône à Chancy	10,94	10,90	12,58	9,82	10,93



Tableau No 6

 TAUX DE SATURATION EN OXYGENE DISSOUS  
 exprimé en %

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	53,4	48,3	78,9	30,0	52,8
L'Eau froide	77,8	74,8	113,3	42,3	77,4
La Maladaire	97,2	101,3	115,8	84,1	97,6
La Veveyse	108,6	110,8	124,1	98,6	108,8
Le Forestay	107,4	107,3	120,0	101,0	107,4
La Lutrive	106,5	108,6	138,3	86,8	106,8
La Paudèze	117,3	114,8	129,5	103,8	117,0
Le Flon	22,6	15,2	33,0	4,9	21,4
La Chamberonne	80,5	102,9	125,0	87,1	83,1
La Venoge	98,5	101,7	115,8	85,6	98,9
La Morges	98,8	81,2	104,5	24,8	96,8
L'Aubonne	106,7	106,5	113,7	101,7	106,6
La Dullive	99,7	101,0	123,4	94,3	100,0
Moyennes	90,4	90,3	-	-	90,4
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	86,5	83,8	126,4	71,9	86,2
La Bouverette	109,8	106,1	133,7	48,7	109,3
La Morge de St Gingolph	109,9	106,2	114,2	100,0	109,4
La Dranse	96,9	107,0	120,9	86,0	98,5
Moyennes	100,8	100,8	-	-	100,8
Le Rhône, embouchure	103,9	103,1	112,8	95,4	103,8
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	93,4	93,4	-	-	93,4
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	100,8	104,4	118,1	88,1	101,2
Le Nant de Riond (Crans)	97,2	-	-	-	97,2
Le Nant de Pry	101,7	-	-	-	101,7
Le Nant du Brassu	100,6	-	-	-	100,6
La Doye	98,7	102,8	105,3	97,7	99,2
La Versoix	108,8	109,1	126,3	101,1	109,1
Le Vengeron	73,2	76,5	122,6	43,3	73,6
L'Hermance	97,3	102,1	145,6	71,9	97,8
Le Nant d'Aisy	85,2	76,2	93,7	42,7	84,0
Moyennes	95,9	95,2	-	-	96,0
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	94,3	93,8	-	-	94,3
Le Rhône, émissaire	112,2	111,9	149,9	79,0	112,2
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	108,4	119,2	135,8	105,1	110,3
L'Arve à la Jonction	105,3	107,7	121,5	97,2	105,6
Le Rhône à Chancy	104,8	102,9	119,0	91,1	104,5

Tableau No 7

 APPORTS EN OXYGENE DISSOUS  
 exprimés en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	346,5	443,6	358,4
L'Eau Froide	332,0	473,6	349,0
La Maladaire	18,5	1,3	16,5
La Veveyse	658,1	1'442,6	754,1
Le Forestay	131,2	146,4	133,0
La Lutrive	42,9	85,0	48,1
La Paudèze	100,5	69,9	96,7
Le Flon	84,5	57,6	80,2
La Chamberonne	159,8	290,1	175,9
La Venoge	1'269,6	2'595,1	1'431,9
La Morges	156,5	197,4	161,5
L'Aubonne	1'807,3	1'470,0	1'766,0
La Dullive	152,8	130,7	147,2
Totaux	5'260,2	7'403,3	5'518,5
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	1'717,9	1'668,4	1'711,4
La Bouverette	198,6	238,0	203,7
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	6'001,2	5'651,7	5'942,1
Totaux	7'917,7	7'558,1	7'857,2
Le Rhône, embouchure	65'359,9	57'097,1	64'290,6
<u>Ensemble</u> Grand Lac Totaux	78'537,8	72'058,5	77'666,3
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	508,4	845,3	546,7
Le Nant de Riend (Crans)	12,8	-	12,8
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	70,1	-	70,1
La Doye	38,8	13,7	35,6
La Versoix	1'410,9	891,4	1'348,5
Le Vengeron	67,8	32,1	63,6
L'Hermance	119,9	62,0	113,0
Le Nant d'Aisy	38,6	9,3	34,5
Totaux	2'267,3	1'853,8	2'224,8
Ensemble Lac Léman	80'805,1	73'912,3	79'891,1
Rhône, émissaire	79'928,7	70'739,0	78'567,3
SOLDES	876,4	3'173,3	1'323,8
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	981,8	1'048,6	1'015,2
L'Arve à la Jonction	26'346,0	25'968,6	26'294,5
Le Rhône à Chancy	103'896,5	94'500,3	102'262,4

Tableau No 8

DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE  
exprimée en mg O<sub>2</sub> par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	4,19	4,20	7,89	1,34	4,19
L'Eau froide	8,07	5,96	12,59	1,34	7,83
La Maladaire	14,37	8,59	12,97	4,34	13,75
La Veveyse	4,53	5,23	9,36	3,36	4,61
Le Forestay	10,48	9,36	14,80	4,56	10,35
La Lutrive	10,76	9,76	13,72	3,55	10,65
La Paudèze	11,31	9,72	14,74	4,54	11,13
Le Flon	26,35	36,04	70,40	15,75	27,79
La Chamberonne	18,89	7,76	21,28	2,15	17,58
La Venoge	5,80	5,52	7,65	2,80	5,77
La Morges	12,52	16,46	32,86	7,96	12,98
L'Aubonne	4,12	3,40	5,77	2,11	4,03
La Dullive	5,95	5,93	11,37	2,89	5,94
Moyennes	10,56	9,84	-	-	10,51
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	2,67	3,14	6,89	1,43	2,73
La Bouverette	3,90	4,01	9,98	0,65	3,91
La Morge de St Gingolph	2,52	2,88	4,18	1,27	2,57
La Dranse	4,65	4,73	11,77	1,83	4,67
Moyennes	3,44	3,69	-	-	3,47
Le Rhône, embouchure	3,77	4,82	7,61	2,55	3,90
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	8,60	8,20	-	-	8,58
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	4,14	4,61	12,61	2,09	4,19
Le Nant de Riond (Crans)	3,25	-	-	-	3,25
Le Nant de Pry	3,82	-	-	-	3,82
Le Nant du Brassu	3,34	-	-	-	3,34
La Doye	11,36	6,59	15,72	2,76	10,79
La Versoix	2,63	2,87	3,94	1,85	2,66
Le Vengeron	8,58	> 8,69	12,65	3,35	> 8,59
L'Hermance	3,76	4,52	6,93	1,91	3,85
Le Nant d'Aisy	7,02	> 6,58	11,73	1,55	> 6,96
Moyennes	5,32	5,64	-	-	5,27
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	7,51	7,56	-	-	7,48
Le Rhône, émissaire	1,99	2,15	4,11	0,73	2,02
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	2,14	3,79	4,72	3,05	2,43
L'Arve à la Jonction	4,18	3,99	4,56	2,93	4,15
Le Rhône à Chancy	3,05	3,04	4,45	2,37	3,05

Tableau No 9

 DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE  
 TAUX DE CONSOMMATION en %

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	77,2	97,1	260,0	48,0	79,5
L'Eau froide	117,1	79,1	160,0	19,8	112,7
La Maladaire	143,4	84,4	149,0	35,7	137,0
La Veveyse	38,9	43,3	81,3	28,7	39,4
Le Forestay	93,7	82,8	139,3	37,2	92,4
La Lutrive	102,6	87,1	123,0	29,1	100,8
La Paudèze	96,5	80,4	131,0	35,4	94,6
Le Flon	2'159,0	4'112,6	16'650,0	735,0	2'449,4
La Chamberonne	1'549,5	80,9	261,0	19,1	1'376,8
La Venoge	58,6	53,5	81,9	25,5	58,0
La Morges	191,9	315,1	1'577,0	61,1	206,2
L'Aubonne	36,8	28,6	56,0	18,3	35,9
La Dullive	57,0	56,7	99,0	24,4	56,9
Moyennes	363,2	400,1	-	-	372,3
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	29,0	34,3	64,5	16,3	29,7
La Bouverette	34,0	34,9	73,2	6,9	34,1
La Morge de St Gingolph	21,0	24,4	35,6	12,0	21,4
La Dranse	46,3	41,2	84,4	17,3	45,5
Moyennes	32,6	33,7	-	-	32,7
Le Rhône, embouchure	32,9	41,9	64,5	22,7	34,0
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	271,4	298,8	-	-	278,0
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	37,9	42,7	118,1	16,7	38,4
Le Nant de Riond (Crans)	36,3	-	-	-	36,3
Le Nant de Pry	36,0	-	-	-	36,0
Le Nant du Brassu	29,4	-	-	-	29,4
La Doye	137,4	61,8	160,0	19,6	128,5
La Versoix	22,7	23,3	31,1	16,9	22,8
Le Vengeron	160,2	> 115,2	245,4	44,6	> 155,1
L'Hermance	42,2	43,0	100,0	18,7	42,3
Le Nant d'Aisy	80,0	> 91,5	271,0	18,4	> 81,6
Moyennes	64,7	62,9	-	-	63,4
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	209,5	239,8	-	-	206,5
Le Rhône, émissaire	16,6	18,0	29,6	6,2	16,8
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	18,4	28,0	32,8	22,6	20,1
L'Arve à la Jonction	36,4	32,0	37,9	25,6	35,8
Le Rhône à Chancy	27,7	27,9	40,4	22,2	27,7

Tableau No 10

DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE ( DBO<sub>5j</sub> )  
 Apport "négatif" en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	259,8	382,8	274,8
L'Eau Froide	274,0	245,2	270,4
La Maladaire	25,1	1,2	22,2
La Veveyse	237,3	714,4	295,7
Le Forestay	110,8	104,8	110,1
La Lutrive	34,4	53,1	36,7
La Paudèze	80,2	49,2	76,4
Le Flon	1'037,1	1'376,9	1'073,1
La Chamberonne	718,5	174,3	650,5
La Venoge	687,3	1'192,7	749,2
La Morges	191,9	233,5	195,8
L'Aubonne	590,9	359,1	562,5
La Dullive	86,7	76,6	84,2
Totaux	4'334,1	4'963,8	4'401,6
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	502,7	578,1	512,7
La Bouverette	68,0	77,3	69,3
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	2'576,0	2'342,6	2'537,9
Totaux	3'146,7	2'998,0	3'119,9
Le Rhône, embouchure	21'146,2	24'030,1	21'528,4
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Totaux	28'627,0	31'991,9	29'049,9
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	182,8	274,0	194,0
Le Nant de Riond (Crans)	3,8	-	3,8
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	23,2	-	23,2
La Doye	29,7	10,9	27,3
La Versoix	294,1	203,6	283,3
Le Vengeron	53,9	32,9	51,4
L'Hermance	29,5	20,2	28,4
Le Nant d'Aisy	31,2	9,2	28,2
Totaux	648,2	550,8	639,6
Ensemble Lac Léman	29'275,2	32'542,7	29'689,5
Rhône, émissaire	14'033,6	12'987,8	13'878,6
SOLDES	15'241,6	19'644,9	15'810,9
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	311,5	303,2	307,4
L'Arve à la Jonction	8'765,7	8'301,2	8'702,4
Le Rhône à Chancy	29'061,4	26'371,3	28'586,7

Tableau No 11

 OXYDABILITE DE L'EAU DES AFFLUENTS  
 exprimée en mg  $\text{KMnO}_4$  par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	10,18	8,54	14,20	5,50	9,24
L'Eau froide	23,13	11,43	16,50	7,60	16,45
La Maladaire	15,92	15,05	23,00	10,00	15,44
La Veveyse	15,54	11,57	21,50	7,10	13,27
Le Forestay	22,63	28,20	105,00	9,00	25,80
La Lutrive	49,03	19,09	60,00	8,40	31,92
La Paudèze	21,76	18,07	27,00	12,10	19,65
Le Flon	50,48	51,09	114,00	20,50	50,83
La Chamberonne	18,20	14,03	20,00	10,00	15,70
La Venoge	18,57	12,93	22,60	9,60	15,34
La Morges	32,50	21,32	45,00	9,10	25,79
L'Aubonne	13,58	11,23	18,00	8,50	12,23
La Dullive	17,24	12,89	26,00	7,40	14,76
Moyennes	23,75	18,11	-	-	20,49
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	7,98	9,47	13,80	6,23	8,31
La Bouverette	7,35	7,88	12,21	5,92	7,47
La Morge de St Gingolph	6,03	6,01	11,18	3,32	6,03
La Dranse	-	-	-	-	-
Moyennes	7,12	7,79	-	-	7,27
Le Rhône, embouchure	6,96	7,62	12,32	5,32	7,11
<u>Ensemble</u> Grand Lac Moyennes	19,83	15,67	-	-	17,37
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	11,01	10,98	18,00	6,90	10,99
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-	-	-
La Doye	35,96	14,25	24,50	7,80	23,55
La Versoix	-	-	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-	-	-
L'Hermance	-	-	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-	-	-
Moyennes	23,49	12,62	-	-	17,27
<u>Ensemble</u> Lac Léman Moyennes	20,21	15,35	-	-	17,36
Le Rhône, émissaire	-	-	-	-	-
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	-	-	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-	-	-

Tableau No 12

DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE ( DCO )  
 exprimée en mg O<sub>2</sub> par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	-	-	-	-	-
L'Eau froide	-	-	-	-	-
La Maladaire	-	-	-	-	-
La Veveyse	-	-	-	-	-
Le Forestay	-	-	-	-	-
La Lutrive	-	-	-	-	-
La Paudèze	-	-	-	-	-
Le Flon	-	-	-	-	-
La Chamberonne	-	-	-	-	-
La Venoge	-	-	-	-	-
La Morges	-	-	-	-	-
L'Aubonne	-	-	-	-	-
La Dullive	-	-	-	-	-
Moyennes	-	-	-	-	-
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	-	-	-	-	-
La Bouverette	-	-	-	-	-
La Morge de St Gingolph	-	-	-	-	-
La Dranse	182,55	12,73	53,00	0,75	72,99
Moyennes	182,55	12,73	-	-	72,99
Le Rhône, embouchure	-	-	-	-	-
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	-	-	-	-	-
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	-	-	-	-	-
Le Nant de Riond (Crans)	4,94	-	-	-	4,94
Le Nant de Pry	6,97	-	-	-	6,97
Le Nant du Brassu	9,23	-	-	-	9,23
La Doye	-	-	-	-	-
La Versoix	6,09	7,35	16,10	1,10	6,39
Le Vengeron	25,00	16,33	23,90	5,20	22,83
L'Hermance	10,05	10,03	21,90	5,20	10,04
Le Nant d'Aisy	22,38	18,21	31,20	8,80	21,33
Moyennes	12,09	12,98	-	-	11,68
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	-	-	-	-	-
Le Rhône, émissaire	3,90	5,21	10,50	0,80	4,23
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	4,01	6,87	11,10	1,70	4,72
L'Arve à la Jonction	5,65	6,50	19,80	0,70	5,87
Le Rhône à Chaney	4,79	7,45	23,10	2,10	5,46

Tableau No 13

## AZOTE AMMONIACAL

exprimé en mg N par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	0,226	0,401	0,684	0,214	0,246
L'Eau froide	0,478	0,534	1,338	0,109	0,484
La Maladaire	2,851	1,159	3,212	0,247	2,670
La Veveyse	0,260	0,185	0,303	0,109	0,251
Le Forestay	0,503	0,532	1,012	0,158	0,506
La Lutrive	1,037	0,673	1,416	0,171	0,995
La Paudèze	1,181	0,791	1,797	0,296	1,136
Le Flon	10,263	14,972	25,356	5,732	11,016
La Chamberonne	2,010	0,369	0,786	0,195	1,819
La Venoge	0,357	0,363	0,723	0,223	0,357
La Morges	0,717	1,001	2,396	0,381	0,750
L'Aubonne	0,176	0,177	0,311	0,031	0,176
La Dullive	0,503	0,311	0,506	0,093	0,454
Moyennes	1,582	1,651	-	-	1,605
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	0,125	0,098	0,385	0	0,122
La Bouverette	0,105	0,061	0,279	0	0,099
La Morge de St Gingolph	0,023	0,022	0,097	0	0,023
La Dranse	1,632	(0,069)	0,283	0,014	1,376
Moyennes	0,471	0,063	-	-	0,405
Le Rhône, embouchure	0,192	0,099	0,528	0	0,181
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	1,258	1,212	-	-	1,259
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	0,143	0,111	0,163	0,047	0,139
Le Nant de Riond (Crans)	0,315	-	-	-	0,315
Le Nant de Pry	0,441	-	-	-	0,441
Le Nant du Brassu	0,234	-	-	-	0,234
La Doye	0,942	0,239	0,638	0,109	0,858
La Versoix	0,086	0,069	0,188	0	0,084
Le Vengeron	6,358	5,729	11,100	0,400	6,288
L'Hermance	0,660	0,698	1,410	0,110	0,664
Le Nant d'Aisy	5,774	5,929	13,050	0,500	5,795
Moyennes	1,661	2,129	-	-	1,646
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	1,393	1,441	-	-	1,388
Le Rhône, émissaire	0,040	0,044	0,213	0	0,041
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	0,078	0,064	0,176	0	0,076
L'Arve à la Jonction	0,231	0,115	0,218	0,020	0,216
Le Rhône à Chancy	0,273	0,217	0,454	0,044	0,263



Tableau No 14

## AZOTE NITREUX

exprimé en mg N par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	0,030	0,046	0,088	0,023	0,032
L'Eau froide	0,018	0,014	0,027	0,004	0,017
La Maladaire	0,237	0,146	0,568	0,023	0,227
La Veveyse	0,023	0,010	0,026	0,005	0,022
Le Forestay	0,109	0,056	0,191	0,011	0,103
La Lutrive	0,185	0,087	0,305	0,023	0,174
La Paudèze	0,110	0,057	0,173	0,021	0,104
Le Flon	0,138	0,093	0,266	0,002	0,131
La Chamberonne	0,214	0,087	0,192	0,028	0,199
La Venoge	0,084	0,059	0,116	0,028	0,082
La Morges	0,107	0,127	0,451	0,031	0,109
L'Aubonne	0,030	0,016	0,029	0,002	0,028
La Dullive	0,069	0,071	0,105	0,028	0,069
Moyennes	0,104	0,066	-	-	0,100
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	0,029	0,021	0,045	0,009	0,028
La Bouverette	0,027	0,006	0,012	0,002	0,025
La Morge de St Gingolph	0,003	0,007	0,023	0	0,003
La Dranse	0,017	(0,010)	0,048	0,002	0,016
Moyennes	0,019	0,011	-	-	0,018
Le Rhône, embouchure	0,025	0,026	0,060	0,007	0,025
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	0,081	0,052	-	-	0,077
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	0,022	0,019	0,031	0,008	0,022
Le Nant de Riond (Crans)	0,043	-	-	-	0,043
Le Nant de Pry	0,031	-	-	-	0,031
Le Nant du Brassu	0,016	-	-	-	0,016
La Doye	0,078	0,032	0,084	0,008	0,073
La Versoix	0,010	0,007	0,022	0,001	0,009
Le Vengeron	0,171	0,203	1,300	0,020	0,175
L'Hermance	0,040	0,042	0,150	0,006	0,040
Le Nant d'Aisy	0,200	0,249	1,100	0	0,207
Moyennes	0,068	0,092	-	-	0,068
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	0,077	0,062	-	-	0,074
Le Rhône, émissaire	0,003	0,005	0,025	0,001	0,004
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	0,007	0,006	0,012	0,002	0,007
L'Arve à la Jonction	0,017	0,011	0,050	0,001	0,016
Le Rhône à Chancy	0,008	0,006	0,012	0,002	0,008

Tableau No 15

## AZOTE NITRIQUE

Exprimé en mg N par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	0,84	1,12	2,89	0,61	0,87
L'Eau froide	0,35	0,52	1,75	0,10	0,37
La Maladaire	2,75	3,58	4,65	1,57	2,84
La Veveyse	0,62	0,76	1,75	0,41	0,63
Le Forestay	2,25	2,03	2,78	1,21	2,23
La Lutrive	1,80	1,87	2,78	1,36	1,81
La Paudèze	1,44	1,42	1,97	1,03	1,44
Le Flon	0,44	0,32	0,68	0,09	0,42
La Chamberonne	1,74	3,97	6,46	2,34	2,00
La Venoge	2,05	2,86	7,89	0,57	2,14
La Morges	3,05	3,85	8,61	0,75	3,14
L'Aubonne	1,10	1,46	4,65	0,51	1,14
La Dullive	2,48	3,50	7,38	1,28	2,74
Moyennes	1,61	2,10	-	-	1,67
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	0,44	0,59	0,92	0	0,46
La Bouverette	0,33	0,38	0,60	0,22	0,33
La Morge de St Gingolph	0,24	0,30	0,51	0,10	0,25
La Dranse	0,51	(1,29)	10,20	0,24	0,64
Moyennes	0,38	0,64	-	-	0,42
Le Rhône, embouchure	0,34	0,39	0,61	0,05	0,35
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	1,27	1,68	-	-	1,32
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	1,48	2,19	5,43	0,83	1,56
Le Nant de Riond (Crans)	4,45	-	-	-	4,45
Le Nant de Pry	1,72	-	-	-	1,72
Le Nant du Brassu	1,27	-	-	-	1,27
La Doye	1,18	2,23	8,30	0,50	1,30
La Versoix	1,02	1,14	2,50	0,65	1,03
Le Vengeron	3,29	5,01	8,25	2,75	3,48
L'Hermance	2,58	4,71	6,50	2,00	2,82
Le Nant d'Aisy	5,51	7,14	17,25	2,75	5,74
Moyennes	2,50	3,74	-	-	2,60
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	1,68	2,19	-	-	1,75
Le Rhône, émissaire	0,29	0,27	0,44	0,08	0,28
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	1,19	1,53	2,55	0,90	1,25
L'Arve à la Jonction	0,61	0,74	1,13	0,53	0,63
Le Rhône à Chancy	0,45	0,51	0,84	0,30	0,46

Tableau No 16

AZOTE AMMONIACAL exprimé en N

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	14,32	33,92	16,72
L'Eau Froide	16,05	13,59	15,75
La Maladaire	4,11	0,18	3,66
La Veveyse	11,37	20,94	12,54
Le Forestay	4,21	5,32	4,35
La Lutrive	1,91	2,97	2,04
La Paudèze	5,87	3,76	5,61
Le Flon	406,52	573,19	433,18
La Chamberonne	46,97	9,10	42,29
La Venoge	35,14	77,76	40,36
La Morges	10,09	12,05	10,34
L'Aubonne	27,88	20,21	26,94
La Dullive	7,54	3,70	5,69
Totaux	591,98	776,69	619,47
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	23,35	17,26	22,55
La Bouverette	1,83	1,24	1,76
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	( 831,69 )	( 33,94 )	695,91
Totaux	856,87	52,44	720,22
Le Rhône, embouchure	1'027,77	495,55	958,89
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Totaux	2'476,62	1'324,68	2'298,58
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	7,29	5,93	7,12
Le Nant de Riond (Crans)	0,32	-	0,32
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	1,18	-	1,18
La Doye	3,85	0,28	3,40
La Versoix	8,46	5,00	8,05
Le Vengeron	18,42	18,79	18,47
L'Hermance	3,47	3,86	3,52
Le Nant d'Aisy	13,47	6,07	12,57
Totaux	56,46	39,93	46,01
Ensemble Lac Léman	2'533,08	1'364,61	2'344,59
Rhône, émissaire	260,89	268,69	262,05
SOLDES	2'272,19	1'095,92	2'082,54
<u>Avai Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	4,82	5,38	5,10
L'Arve à la Jonction	436,49	238,49	409,49
Le Rhône à Chancy	2'437,73	1'885,52	2'341,70

Tableau No 17

AZOTE NITREUX exprimé en N

Apport en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	1,80	4,18	2,09
L'Eau Froide	0,58	0,57	0,58
La Maladaire	0,36	0,03	0,32
La Veveyse	1,49	1,00	1,43
Le Forestay	1,02	0,56	0,97
La Lutrive	0,39	0,39	0,39
La Paudèze	0,58	0,25	0,54
Le Flon	5,42	3,66	5,14
La Chamberonne	3,10	1,81	2,94
La Venoge	7,44	10,88	7,86
La Morges	1,43	1,21	1,40
L'Aubonne	3,51	1,06	3,21
La Dullive	1,02	0,86	0,98
Totaux	28,14	26,46	27,85
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	5,12	3,90	4,96
La Bouverette	0,52	0,14	0,47
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	( 9,44 )	( 5,08 )	8,71
Totaux	15,08	9,12	14,14
Le Rhône, embouchure	131,48	127,29	130,94
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Totaux	174,70	162,87	172,93
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	0,98	1,15	1,00
Le Nant de Riond (Crans)	0,05	-	0,05
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	0,08	-	0,08
La Doye	0,42	0,07	0,37
La Versoix	1,09	0,43	1,01
Le Vengeron	0,65	0,61	0,64
L'Hermance	0,20	0,09	0,19
Le Nant d'Aisy	0,47	0,31	0,45
Totaux	3,94	2,66	3,79
Ensemble Lac Léman	178,64	165,53	176,72
Rhône, émissaire	24,16	32,80	25,44
SOLDES	154,48	132,73	151,28
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	0,54	0,40	0,47
L'Arve à la Jonction	21,41	22,37	21,54
Le Rhône à Chancy	75,09	52,03	71,08

Tableau No 18

AZOTE NITRIQUE exprimé en N

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	57,73	109,30	63,40
L'Eau Froide	14,72	29,46	16,53
La Maladaire	4,66	0,52	4,19
La Veveyse	33,11	71,77	37,84
Le Forestay	22,72	28,07	23,37
La Lutrive	6,13	15,19	7,24
La Paudèze	11,85	8,70	11,46
Le Flon	16,73	11,77	15,94
La Chamberonne	36,09	119,57	46,42
La Venoge	267,02	728,48	323,52
La Morges	50,91	101,49	57,17
L'Aubonne	127,23	115,84	125,84
La Dullive	42,11	49,98	44,12
Totaux	687,01	1'390,14	777,04
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	77,51	110,63	81,85
La Bouverette	5,37	8,37	5,76
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	( 321,94 )	( 637,87 )	375,72
Totaux	404,82	756,87	463,33
Le Rhône, embouchure	1'858,76	1'934,19	1'868,52
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Totaux	2'950,59	4'081,20	3'108,89
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	67,10	139,3	75,96
Le Nant de Riond (Crans)	5,42	-	5,42
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	7,65	-	7,65
La Doye	4,40	2,76	4,19
La Versoix	120,32	81,49	115,66
Le Vengeron	21,10	17,16	20,63
L'Hermance	28,82	28,91	28,83
Le Nant d'Aisy	22,73	6,33	20,44
Totaux	277,54	275,95	278,78
Ensemble Lac Léman	3'228,13	4'357,15	3'387,67
Rhône, émissaire	1'958,82	1'619,69	1'908,58
SOLDES	1'269,31	2'737,46	1'479,09
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	128,19	107,43	117,81
L'Arve à la Jonction	1'327,93	1'540,22	1'356,88
Le Rhône à Chancy	4'200,21	4'430,15	4'240,20

Tableau No 19

## AZOTE MINERAL TOTAL

exprimé en mg N par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	1,096	1,567	3,394	1,041	1,148
L'Eau froide	0,846	1,068	2,332	0,443	0,871
La Maladaire	5,838	4,885	7,427	2,701	5,737
La Veveyse	0,903	0,955	1,970	0,572	0,903
Le Forestay	2,862	2,618	3,085	1,957	2,839
La Lutrive	3,022	2,630	3,035	1,961	2,979
La Paudèze	2,731	2,268	3,083	1,475	2,680
Le Flon	10,841	15,385	25,542	6,678	11,567
La Chamberonne	3,964	4,426	6,846	2,842	4,018
La Venoge	2,491	3,282	8,230	1,384	2,579
La Morges	3,874	4,978	9,030	1,494	3,999
L'Aubonne	1,306	1,637	4,974	0,670	1,344
La Dullive	3,052	3,882	7,630	1,803	3,263
Moyennes	3,294	3,817	-	-	3,375
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	0,594	0,709	1,036	0,026	0,610
La Bouverette	0,462	0,447	0,658	0,234	0,454
La Morge de St Gingolph	0,266	0,329	0,516	0,100	0,276
La Dranse	2,159	(0,870)	10,344	0,327	2,032
Moyennes	0,870	0,714	-	-	0,843
Le Rhône, embouchure	0,557	0,515	0,902	0,065	0,556
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	2,604	2,944	-	-	2,656
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	1,645	2,320	5,614	0,908	1,721
Le Nant de Riond (Crans)	4,808	-	-	-	4,808
Le Nant de Pry	2,192	-	-	-	2,192
Le Nant du Brassu	1,520	-	-	-	1,520
La Doye	2,200	2,501	8,809	0,650	2,231
La Versoix	1,116	1,216	2,502	0,716	1,123
Le Vengeron	9,819	10,942	15,670	5,750	9,943
L'Hermance	3,280	5,450	7,070	2,130	3,524
Le Nant d'Aisy	11,484	13,318	22,290	6,530	11,732
Moyennes	4,229	5,961	-	-	4,314
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	3,145	(3,529)	-	-	3,212
Le Rhône, émissaire	0,333	0,319	0,655	0,091	0,325
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	1,275	1,600	2,576	1,080	1,333
L'Arve à la Jonction	0,858	0,866	1,154	0,620	0,862
Le Rhône à Chancy	0,731	0,733	1,079	0,346	0,731

Tableau No 20

AZOTE MINERAL TOTAL exprimé en N  
Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	73,85	147,40	82,21
L'Eau Froide	31,35	43,62	32,86
La Maladaire	9,13	0,73	8,17
La Veveyse	45,97	93,71	51,81
Le Forestay	27,95	33,95	28,69
La Lutrive	8,43	18,55	9,67
La Paudèze	18,30	12,71	17,61
Le Flon	428,67	588,62	454,26
La Chamberonne	86,16	130,48	91,65
La Venoge	309,60	817,12	371,74
La Morges	62,43	114,75	68,91
L'Aubonne	158,62	137,11	155,99
La Dullive	50,67	54,54	50,79
Totaux	1'311,13	2'193,29	1'424,36
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	105,98	131,79	109,36
La Bouverette	7,72	9,75	7,99
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	1'163,07	415	1'080,34
Totaux	1'276,77	-	1'197,69
Le Rhône, embouchure	3'018,01	2'557,03	2'958,35
Ensemble Grand Lac	5'605,91	-	5'580,40
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	75,37	146,38	84,08
Le Nant de Riond (Crans)	5,79	-	5,79
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	8,91	-	8,91
La Doye	8,67	3,11	7,96
La Versoix	129,87	86,92	124,72
Le Vengeron	40,17	36,56	39,74
L'Hermance	32,49	32,86	32,54
Le Nant d'Aisy	36,67	12,71	33,46
Totaux	337,94	318,54	328,58
Ensemble Lac Léman	5'943,85	5'625	5'908,98
Rhône, émissaire	2'243,87	1'921,18	2'196,07
SOLDES	3'699,98	3'966,11	3'712,91
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	133,55	113,21	123,38
L'Arve à la Jonction	1'785,83	1'801,08	1'787,91
Le Rhône à Chancy	6'713,03	6'367,70	6'652,98

Tableau No 21

AZOTE ORGANIQUE  
exprimé en mg N par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	-	-	-	-	-
L'Eau froide	-	-	-	-	-
La Maladaire	-	-	-	-	-
La Veveyse	-	-	-	-	-
Le Forestay	-	-	-	-	-
La Lutrive	-	-	-	-	-
La Paudèze	-	-	-	-	-
Le Flon	-	-	-	-	-
La Chamberonne	-	-	-	-	-
La Venoge	-	-	-	-	-
La Morges	-	-	-	-	-
L'Aubonne	-	-	-	-	-
La Dullive	-	-	-	-	-
Moyennes	-	-	-	-	-
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	0,589	0,125	0,635	0,015	0,273
La Bouverette	0,464	0,128	0,641	0,013	0,233
La Morge de St Gingolph	0,418	0,062	0,163	0,012	0,173
La Dranse	0,483	0,238	0,422	0,088	0,339
Moyennes	0,489	0,138	-	-	0,255
Le Rhône, embouchure	0,388	0,203	0,746	0,012	0,261
<u>Ensemble</u> Grand Lac Moyennes	-	-	-	-	-
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	-	-	-	-	-
Le Nant de Riend (Crans)	-	-	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-	-	-
La Doye	-	-	-	-	-
La Versoix	-	-	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-	-	-
L'Hermance	-	-	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-	-	-
Moyennes	-	-	-	-	-
<u>Ensemble</u> Lac Léman Moyennes	-	-	-	-	-
Le Rhône, émissaire	-	-	-	-	-
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	-	-	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-	-	-



Tableau No 22

AZOTE ORGANIQUE exprimé en N  
Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	-	-	-
L'Eau Froide	-	-	-
La Maladaire	-	-	-
La Veveyse	-	-	-
Le Forestay	-	-	-
La Lutrive	-	-	-
La Paudèze	-	-	-
Le Flon	-	-	-
La Chamberonne	-	-	-
La Venoge	-	-	-
La Morges	-	-	-
L'Aubonne	-	-	-
La Dullive	-	-	-
Totaux	-	-	-
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	102,96	24,50	49,02
La Bouverette	8,83	2,88	4,74
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	230,25	117,64	164,01
Totaux	342,04	145,02	217,77
Le Rhône, embouchure	1'628,22	1'009,22	1'202,66
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Totaux	-	-	-
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	-	-	-
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-
La Doye	-	-	-
La Versoix	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-
L'Hermance	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-
Totaux	-	-	-
Ensemble Lac Léman	-	-	-
Rhône, émissaire	-	-	-
SOLDES	-	-	-
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-

Tableau No 23

## AZOTE TOTAL

exprimé en mg N par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	-	-	-	-	-
L'Eau froide	-	-	-	-	-
La Maladaire	-	-	-	-	-
La Veveyse	-	-	-	-	-
Le Forestay	-	-	-	-	-
La Lutrive	-	-	-	-	-
La Paudèze	-	-	-	-	-
Le Flon	-	-	-	-	-
La Chamberonne	-	-	-	-	-
La Venoge	-	-	-	-	-
La Morges	-	-	-	-	-
L'Aubonne	-	-	-	-	-
La Dullive	-	-	-	-	-
Moyennes	-	-	-	-	-
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	1,183	0,834	1,602	0,179	0,883
La Bouverette	0,926	0,575	1,299	0,288	0,687
La Morge de St Gingolph	0,684	0,391	0,591	0,122	0,449
La Dranse	-	1,078	1,018	0,474	-
Moyennes	1,359	0,852	-	-	1,098
Le Rhône, embouchure	0,945	0,718	1,604	0,112	0,817
<u>Ensemble</u> Grand Lac Moyennes	-	-	-	-	-
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	-	-	-	-	-
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-	-	-
La Doye	-	-	-	-	-
La Versoix	-	-	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-	-	-
L'Hermance	-	-	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-	-	-
Moyennes	-	-	-	-	-
<u>Ensemble</u> Lac Léman Moyennes	-	-	-	-	-
Le Rhône, émissaire	-	-	-	-	-
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	-	-	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-	-	-

Tableau No 24

AZOTE TOTAL exprimé en N  
Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	--	--	--
L'Eau Froide	--	--	--
La Maladaire	--	--	--
La Veveyse	--	--	--
Le Forestay	--	--	--
La Lutrive	--	--	--
La Paudèze	--	--	--
Le Flon	--	--	--
La Chamberonne	--	--	--
La Venoge	--	--	--
La Morges	--	--	--
L'Aubonne	--	--	--
La Dullive	--	--	--
Totaux	--	--	--
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	208,94	156,29	158,38
La Bouverette	16,55	12,63	12,73
La Morge de St Gingolph	--	--	--
La Dranse	--	675	--
Totaux	1'618,81	963,45	1'415,46
Le Rhône, embouchure	4'646,23	3'566,25	4'161,01
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Totaux	--	--	--
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	--	--	--
Le Nant de Riond (Crans)	--	--	--
Le Nant de Pry	--	--	--
Le Nant du Brassu	--	--	--
La Doye	--	--	--
La Versoix	--	--	--
Le Vengeron	--	--	--
L'Hermance	--	--	--
Le Nant d'Aisy	--	--	--
Totaux	--	--	--
Ensemble Lac Léman	--	--	--
Rhône, émissaire	--	--	--
SOLDES	--	--	--
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	--	--	--
L'Arve à la Jonction	--	--	--
Le Rhône à Chancy	--	--	--

Tableau No 25

 ORTHOPHOSPHATES (Phosphore soluble)  
 exprimés en mg P par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	0,032	0,078	0,134	0,050	0,037
L'Eau froide	0,099	0,086	0,414	0,019	0,098
La Maladaire	0,691	0,639	1,278	0,163	0,686
La Veveyse	0,090	0,078	0,166	0,032	0,088
Le Forestay	0,328	0,199	0,373	0,098	0,313
La Lutrive	0,566	0,408	0,814	0,123	0,548
La Paudèze	0,545	0,370	0,725	0,075	0,524
Le Flon	1,305	0,378	0,890	0,063	1,157
La Chamberonne	0,663	0,320	0,627	0,087	0,623
La Venoge	0,298	0,381	0,861	0,113	0,308
La Morges	0,475	0,534	1,103	0,151	0,482
L'Aubonne	0,123	0,117	0,242	0,025	0,123
La Dullive	0,305	0,275	0,401	0,123	0,275
Moyennes	0,425	0,297	-	-	0,405
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	0,037	0,032	0,048	0,015	0,036
La Bouverette	0,078	0,064	0,161	0,022	0,076
La Morge de St Gingolph	0,014	0,014	0,026	0,006	0,014
La Dranse	0,753	0,234	1,959	0,022	0,638
Moyennes	0,221	0,086	-	-	0,191
Le Rhône, embouchure	0,043	0,043	0,083	0,006	0,043
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	0,358	0,236	-	-	0,337
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	0,098	0,137	0,200	0,061	0,102
Le Nant de Riond (Crans)	0,188	-	-	-	0,188
Le Nant de Pny	0,182	-	-	-	0,182
Le Nant du Brassu	0,133	-	-	-	0,133
La Doye	0,451	0,255	0,416	0,125	0,428
La Versoix	0,070	0,081	0,128	0,026	0,071
Le Vengeron	2,493	3,150	6,300	1,100	2,567
L'Hermance	0,279	0,370	0,650	0,100	0,289
Le Nant d'Aisy	2,312	2,346	5,100	0,450	2,316
Moyennes	0,690	1,057	-	-	0,697
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	0,469	0,441	-	-	0,457
Le Rhône, émissaire	0,017	0,032	0,063	0,002	0,019
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	0,037	0,061	0,112	0,022	0,041
L'Arve à la Jonction	0,098	0,098	0,188	0,020	0,098
Le Rhône à Chancy	0,084	0,086	0,132	0,008	0,084

Tableau No 26

ORTHOPHOSPHATES ( PHOSPHORE SOLUBLE )  
 Apports en tonnes par an, exprimés en P

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	2,02	6,60	2,58
L'Eau Froide	3,37	2,35	3,24
La Maladaire	1,07	0,09	0,96
La Veveyse	3,69	6,53	4,04
Le Forestay	2,51	2,26	2,48
La Lutrive	1,89	1,92	1,90
La Paudèze	3,54	1,69	3,32
Le Flon	50,70	14,64	44,93
La Chamberonne	13,24	6,47	12,40
La Venoge	23,61	59,80	28,04
La Morges	6,84	6,26	6,77
L'Aubonne	10,40	8,51	10,17
La Dullive	3,73	3,19	3,59
Totaux	126,61	120,31	124,42
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	8,05	5,96	7,77
La Bouverette	1,42	1,30	1,40
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	374,57	116,06	317,12
Totaux	384,04	123,32	326,29
Le Rhône, embouchure	233,57	216,07	231,28
Ensemble Grand Lac	Totaux 744,22	459,70	681,99
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	3,04	8,17	3,68
Le Nant de Rioud (Crans)	0,23	-	0,23
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	0,60	-	0,60
La Doye	1,16	0,33	1,06
La Versoix	7,32	5,66	7,12
Le Vengeron	7,19	8,74	7,37
L'Hermance	1,19	1,68	1,23
Le Nant d'Aisy	4,06	2,50	3,84
Totaux	24,79	27,08	25,13
Ensemble Lac Léman	769,01	486,78	707,12
Rhône, émissaire	115,05	190,98	126,50
SOLDES	653,96	295,80	580,62
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	3,99	3,57	3,78
L'Arve à la Jonction	192,16	203,11	193,65
Le Rhône à Chancy	730,67	748,72	733,81

Tableau No 27

## PHOSPHORE ORGANIQUE

exprimé en mg P par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	0,148	0,101	0,157	0,035	0,143
L'Eau froide	0,212	0,155	0,269	0,023	0,208
La Maladaire	1,258	0,621	1,225	0,170	1,195
La Veveyse	0,230	0,240	1,425	0,065	0,232
Le Forestay	0,496	0,471	1,066	0,123	0,494
La Lutrive	0,940	0,643	1,820	0,133	0,909
La Paudèze	0,836	0,708	1,584	0,194	0,824
Le Flon	2,379	1,264	2,970	0,120	2,219
La Chamberonne	0,883	0,236	1,000	0,025	0,814
La Venoge	0,334	0,268	0,924	0,060	0,326
La Morges	0,618	1,156	5,839	0,218	0,676
L'Aubonne	0,135	0,081	0,161	0,034	0,128
La Dullive	0,185	0,134	0,234	0,026	0,195
Moyennes	0,666	0,391	-	-	0,643
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	0,079	0,058	0,177	0,027	0,076
La Bouverette	0,044	0,075	0,132	0,033	0,049
La Morge de St Gingolph	0,026	0,026	0,121	0	0,025
La Dranse	0,406	0,139	1,029	0,014	0,347
Moyennes	0,139	0,075	-	-	0,124
Le Rhône, embouchure	0,055	0,071	0,137	0,023	0,058
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	0,515	0,303	-	-	0,496
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	0,222	0,109	0,390	0,032	0,210
Le Nant de Riond (Crans)	0,237	-	-	-	0,237
Le Nant de Pry	0,186	-	-	-	0,186
Le Nant du Brassu	0,086	-	-	-	0,086
La Doye	0,511	0,205	0,924	0,030	0,478
La Versoix	0,046	0,038	0,070	0,016	0,045
Le Vengeron	0,929	0,888	1,500	0,200	0,924
L'Hermance	0,186	0,140	0,370	0,040	0,181
Le Nant d'Aisy	0,823	1,000	1,900	0,150	0,848
Moyennes	0,358	0,396	-	-	0,355
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	0,463	0,326	-	-	0,449
Le Rhône, émissaire	0,024	0,028	0,063	0,004	0,025
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	0,017	0,028	0,064	0,003	0,019
L'Arve à la Jonction	0,071	0,070	0,125	0,014	0,071
Le Rhône à Chancy	0,049	0,041	0,070	0,024	0,048

Tableau No 28

PHOSPHORE ORGANIQUE exprimé en P

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	9,83	8,74	9,67
L'Eau Froide	7,57	5,24	7,31
La Maladaire	1,92	0,09	1,74
La Veveyse	19,42	45,66	22,40
Le Forestay	5,21	4,12	5,09
La Lutrive	1,95	2,25	1,98
La Paudèze	5,12	3,49	4,94
Le Flon	98,20	16,90	90,50
La Chamberonne	31,65	4,46	28,51
La Venoge	32,18	48,74	33,86
La Morges	7,57	13,03	8,05
L'Aubonne	37,37	9,45	34,19
La Dullive	3,24	1,36	2,79
Totaux	261,23	163,53	251,03
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	15,85	13,82	15,58
La Bouverette	0,81	1,51	1,04
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	189,39	68,62	164,83
Totaux	206,05	83,95	181,45
Le Rhône, embouchure	281,19	354,22	290,75
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Totaux	748,47	601,70	723,23
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	5,90	9,40	6,15
Le Nant de Riond (Crans)	0,23	-	0,23
Le Nant de Pny	-	-	-
Le Nant du Brassu	0,52	-	0,52
La Doye	1,41	0,24	1,27
La Versoix	4,80	2,57	4,53
Le Vengeron	4,42	3,18	4,27
L'Hermance	1,81	0,62	1,68
Le Nant d'Aisy	2,10	1,10	1,96
Totaux	21,19	17,11	20,61
Ensemble Lac Léman	769,66	618,81	743,84
Rhône, émissaire	163,01	171,31	164,04
SOLDES	606,65	447,50	579,80
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	0,66	1,70	1,18
L'Arve à la Jonction	173,08	145,52	169,32
Le Rhône à Chancy	479,83	353,40	457,84

Tableau No 29

## PHOSPHORE TOTAL

exprimé en mg P par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	0,180	0,179	0,287	0,104	0,180
L'Eau froide	0,311	0,241	0,354	0,045	0,306
La Maladaire	1,949	1,260	2,213	0,389	1,881
La Veveyse	0,320	0,318	1,484	0,097	0,320
Le Forestay	0,824	0,670	1,248	0,265	0,807
La Lutrive	1,506	1,051	2,633	0,260	1,457
La Paudèze	1,381	1,078	2,191	0,410	1,348
Le Flon	3,684	1,642	3,033	0,292	3,376
La Chamberonne	1,546	0,556	1,355	0,185	1,437
La Venoge	0,632	0,649	1,272	0,249	0,634
La Morges	1,093	1,690	6,570	0,388	1,158
L'Aubonne	0,258	0,198	0,390	0,078	0,251
La Dullive	0,490	0,409	0,602	0,229	0,470
Moyennes	1,090	0,688	--	--	1,048
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	0,116	0,090	0,209	0,042	0,112
La Bouverette	0,122	0,139	0,224	0,055	0,125
La Morge de St Gingolph	0,040	0,040	0,141	0,006	0,039
La Dranse	1,159	0,306	2,983	0,075	0,985
Moyennes	0,359	0,161	--	--	0,315
Le Rhône, embouchure	0,098	0,114	0,179	0,035	0,101
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	0,873	0,539	--	--	0,833
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	0,320	0,246	0,471	0,113	0,312
Le Nant de Riond (Crans)	0,425	--	--	--	0,425
Le Nant de Pny	0,368	--	--	--	0,368
Le Nant du Brassu	0,219	--	--	--	0,219
La Doye	0,962	0,460	1,340	0,170	0,906
La Versoix	0,116	0,119	0,180	0,062	0,116
Le Vengeron	3,422	4,038	7,350	2,000	3,491
L'Hermance	0,465	0,510	0,760	0,310	0,470
Le Nant d'Aisy	3,135	3,346	5,900	1,450	3,164
Moyennes	1,048	1,453	--	--	1,052
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	0,931	0,767	--	--	0,906
Le Rhône, émissaire	0,041	0,060	0,112	0,023	0,044
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	0,054	0,089	0,169	0,036	0,060
L'Arve à la Jonction	0,169	0,168	0,240	0,125	0,169
Le Rhône à Chancy	0,133	0,127	0,200	0,050	0,132



Tableau No 30

PHOSPHORE TOTAL exprimé en P  
Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	11,85	15,34	12,25
L'Eau Froide	10,94	7,59	10,55
La Maladaire	2,99	0,18	2,70
La Veveyse	23,11	52,19	26,44
Le Forestay	7,72	6,38	7,57
La Lutrive	3,84	4,17	3,88
La Paudèze	8,66	5,18	8,26
Le Flon	148,90	31,54	135,43
La Chamberonne	44,89	10,93	40,91
La Venoge	55,79	108,54	61,90
La Morges	14,41	19,29	14,82
L'Aubonne	47,77	17,96	44,36
La Dullive	6,97	4,55	6,38
Totaux	387,84	283,84	375,45
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	23,90	19,78	23,35
La Bouverette	2,23	2,81	2,44
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	563,96	184,68	481,95
Totaux	590,09	207,27	507,74
Le Rhône, embouchure	514,76	570,29	522,03
<u>Ensemble</u> Grand Lac Totaux	1'492,69	1'061,40	1'405,22
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	8,94	17,57	9,83
Le Nant de Riond (Crans)	0,46	-	0,46
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	1,12	-	1,12
La Doye	2,57	0,57	2,33
La Versoix	12,12	8,23	11,65
Le Vengeron	11,61	11,92	11,64
L'Hernance	3,00	2,30	2,91
Le Nant d'Aisy	6,16	3,60	5,80
Totaux	45,98	44,19	45,74
Ensemble Lac Léman	1'538,67	1'105,59	1'450,96
Rhône, émissaire	278,06	362,29	290,54
SOLDES	1'260,61	743,30	1'160,42
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	4,65	5,27	4,96
L'Arve à la Jonction	365,24	348,63	362,97
Le Rhône à Chancy	1'210,50	1'102,12	1'191,65

Tableau No 31

## DETERGENTS

Concentration en mg par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	0,07	0,09	0,25	0	0,07
L'Eau froide	0,09	0,10	0,39	0	0,09
La Maladaire	0,18	0,22	0,45	0,09	0,19
La Veveyse	0,06	0,10	0,22	0,02	0,07
Le Forestay	0,11	0,25	0,68	0,03	0,13
La Lutrive	0,16	0,34	0,75	0,04	0,18
La Paudèze	0,13	0,28	0,51	0	0,15
Le Flon	0,61	1,39	2,45	0,42	0,71
La Chamberonne	0,27	0,14	0,33	0,02	0,26
La Venoge	0,06	0,11	0,19	0,04	0,06
La Morges	0,16	0,67	1,37	0,27	0,21
L'Aubonne	0,05	0,11	0,21	0,05	0,05
La Dullive	0,05	0,08	0,17	0	0,06
Moyennes	0,15	0,30	-	-	0,17
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	0,02	0,01	0,02	0	0,02
La Bouverette	0,02	0,01	0,02	0	0,02
La Morge de St Gingolph	0,01	0,01	0,02	0	0,01
La Dranse	0,39	0,03	0,17	0	0,28
Moyennes	0,11	0,02	-	-	0,08
Le Rhône, embouchure	0,02	0,02	0,04	0,01	0,02
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	0,14	0,22	-	-	0,14
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	0,03	0,03	0,06	0	0,03
Le Nant de Riond (Crans)	0,05	-	-	-	0,05
Le Nant de Pry	0,03	-	-	-	0,03
Le Nant du Brassu	0,01	-	-	-	0,01
La Doye	0,22	0,11	0,33	0	0,21
La Versoix	0,03	0	0	0	0
Le Vengeron	0,82	0,24	0,40	0,10	0,76
L'Hermance	0,06	0,02	0,13	0	0,06
Le Nant d'Aisy	0,45	0,16	0,30	0	0,40
Moyennes	0,19	0,09	-	-	0,17
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	0,15	0,19	-	-	0,15
Le Rhône, émissaire	0	0	0	0	0
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	0,002	0,003	0,03	0	0,002
L'Arve à la Jonction	0,04	0,00	0,03	0	0,03
Le Rhône à Chancy	0,02	0,01	0,14	0	0,02

Tableau No 32

## DETERGENTS

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	4,16	7,00	4,43
L'Eau Froide	2,95	1,54	2,81
La Maladaire	0,30	0,04	0,27
La Veveyse	2,70	8,80	3,30
Le Forestay	0,72	3,41	0,98
La Lutrive	0,34	1,09	0,41
La Paudèze	0,75	1,35	0,81
Le Flon	23,00	54,15	26,95
La Chamberonne	6,46	3,64	6,19
La Venoge	5,28	18,26	6,60
La Morges	2,22	8,42	2,82
L'Aubonne	6,84	9,93	7,13
La Dullive	0,80	0,82	0,80
Totaux	56,52	118,45	63,50
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	2,88	2,20	2,76
La Bouverette	0,31	0,21	0,29
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	191,01	14,85	138,82
Totaux	194,20	17,26	141,87
Le Rhône, embouchure	87,78	86,06	87,49
Ensemble Grand Lac	Totaux 338,50	221,77	292,86
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	1,69	1,29	1,63
Le Nant de Riond (Crans)	0,04	-	0,04
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	0,05	-	0,05
La Doye	0,36	0,13	0,34
La Versoix	2,74	-	2,40
Le Vengeron	2,52	0,76	2,30
L'Hermance	0,31	0,04	0,28
Le Nant d'Aisy	0,71	0,18	0,63
Totaux	8,42	2,40	7,68
Ensemble Lac Léman	346,92	224,17	300,54
Rhône, émissaire	0	0	0
SOLDES	346,92	224,17	300,54
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	0	0,15	0,07
L'Arve à la Jonction	58,56	5,20	50,35
Le Rhône à Chancy	153,93	122,86	148,37

Tableau No 33

## HYDROCARBURES

concentration en ppm

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	0,34	0,22	0,60	0	0,31
L'Eau froide	1,47	0,41	0,70	0	1,25
La Maladaire	5,23	0,83	1,90	0,10	4,10
La Veveyse	0,58	0,40	0,70	0	0,54
Le Forestay	0,88	2,06	13,00	0,1	1,24
La Lutrive	1,26	1,28	4,00	0,4	1,26
La Paudèze	4,07	1,09	2,10	0,3	3,21
Le Flon	4,61	3,39	9,00	1,40	4,19
La Chamberonne	12,98	1,76	5,40	0,30	9,85
La Venoge	1,24	0,62	1,20	0,2	1,07
La Morges	7,86	1,66	4,20	0,50	5,53
L'Aubonne	0,25	0,42	0,90	0	0,31
La Dullive	0,46	0,56	1,50	0	0,49
Moyennes	3,17	1,13	-	-	2,57
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	0,38	0,21	0,30	0	0,35
La Bouverette	0,36	0,19	0,30	0	0,33
La Morge de St Gingolph	0,18	0,21	0,40	0	0,19
La Dranse	-	0,06	0,15	0	0,06
Moyennes	0,31	0,17	-	-	0,23
Le Rhône, embouchure	0,36	0,22	0,40	0,10	0,33
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	2,50	0,87	-	-	1,92
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	0,51	0,39	0,60	0	0,48
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-	-	-
Le Nant de Pny	-	-	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-	-	-
La Doye	6,10	0,50	0,90	0	4,53
La Versoix	-	-	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-	-	-
L'Hermance	-	-	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-	-	-
Moyennes	3,31	0,45	-	-	2,51
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	2,59	0,82	-	-	1,98
Le Rhône, émissaire	-	-	-	-	-
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	-	-	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-	-	-

Tableau No 34

## HYDROCARBURES

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	22,38	22,50	22,41
L'Eau Froide	41,52	32,48	39,67
La Maladaire	11,08	0,32	8,30
La Veveyse	23,56	27,75	24,67
Le Forestay	6,73	17,41	10,05
La Lutrive	2,12	4,94	2,87
La Paudèze	33,70	4,66	25,27
Le Flon	177,20	130,87	161,32
La Chamberonne	771,76	39,53	567,41
La Venoge	129,52	87,49	118,06
La Morges	68,39	21,23	50,70
L'Aubonne	14,27	33,81	20,55
La Dullive	6,58	5,40	6,21
Totaux	1'308,81	428,39	1'057,49
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	69,07	38,65	63,40
La Bouverette	4,95	4,07	4,78
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	-	-	-
Totaux	74,02	42,72	68,18
Le Rhône, embouchure	2'041,41	1'087,13	1'869,32
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Totaux	3'424,24	1'558,24	2'994,99
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	12,55	18,31	14,29
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-
La Doye	2,82	0,42	2,15
La Versoix	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-
L'Hermance	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-
Totaux	15,37	18,73	16,44
Ensemble Lac Léman	3'439,61	1'576,97	3'011,43
Rhône, émissaire	-	-	-
SOLDES	-	-	-
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-

Tableau No 35

## CHLORURES

exprimés en mg Cl par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	9,9	13,0	16,4	10,7	10,3
L'Eau froide	5,5	5,7	11,8	1,5	5,5
La Maladaire	17,1	21,4	51,6	9,2	17,6
La Veveyse	4,4	6,8	21,7	2,3	4,7
Le Forestay	11,6	16,1	29,6	11,0	12,1
La Lutrive	16,9	20,7	43,1	11,5	17,3
La Paudèze	16,5	23,1	50,8	14,2	17,2
Le Flon	50,9	72,6	93,0	57,2	54,4
La Chamberonne	37,6	29,9	44,1	24,0	36,7
La Venoge	15,5	24,2	40,4	13,3	16,5
La Morges	19,4	28,3	31,8	19,0	20,4
L'Aubonne	4,8	6,7	19,0	2,1	5,0
La Dullive	17,4	21,1	43,7	8,0	18,3
Moyennes	17,5	22,3	-	-	18,2
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	8,6	9,8	14,6	7,1	8,7
La Bouverette	3,1	3,1	4,9	1,4	3,1
La Morge de St Gingolph	2,4	2,1	4,0	0,8	2,3
La Dranse	7,8	5,3	22,3	1,5	7,3
Moyennes	5,5	5,1	-	-	5,4
Le Rhône, embouchure	5,1	7,6	13,3	2,4	5,5
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	14,1	17,6	-	-	14,6
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	6,6	12,2	34,2	6,0	7,3
Le Nant de Riond (Crans)	22,6	-	-	-	22,6
Le Nant de Pry	12,2	-	-	-	12,2
Le Nant du Brassu	5,7	-	-	-	5,7
La Doye	10,1	14,7	35,1	6,1	10,6
La Versoix	5,2	7,5	15,2	3,8	5,4
Le Vengeron	32,9	45,0	64,0	32,0	34,3
L'Hermance	15,4	23,5	33,2	8,0	16,3
Le Nant d'Aisy	38,0	40,3	56,0	10,0	38,3
Moyennes	16,5	23,9	-	-	17,0
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	14,9	19,2	-	-	15,4
Le Rhône, émissaire	2,8	3,5	4,0	3,3	2,9
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	5,1	7,0	10,0	5,0	5,4
L'Arve à la Jonction	4,1	5,2	10,5	2,1	4,2
Le Rhône à Chancy	4,2	4,3	5,1	3,4	4,2

Tableau No 36

## CHLORURES

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	613,9	1'154,5	680,1
L'Eau Froide	175,6	161,4	173,9
La Maladaire	27,5	3,7	24,8
La Veveyse	197,3	592,4	245,7
Le Forestay	113,5	196,0	123,6
La Lutrive	49,0	136,7	59,8
La Paudèze	128,6	134,3	129,3
Le Flon	1'977,1	2'787,3	2'106,7
La Chamberonne	714,4	809,2	726,1
La Venoge	1'632,5	5'310,9	2'083,0
La Morges	291,7	561,6	325,1
L'Aubonne	574,1	495,6	564,5
La Dullive	286,1	288,0	286,6
Totaux	6'781,3	12'631,6	7'529,2
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	1'579,9	1'787,2	1'609,1
La Bouverette	48,0	65,1	50,4
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	3'951,9	2'609,7	3'711,5
Totaux	5'579,8	4'462,0	5'371,0
Le Rhône, embouchure	26'563,6	37'959,0	28'170,7
<u>Ensemble</u> Grand Lac Totaux	38'924,7	55'052,6	41'070,9
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	266,3	809,4	332,9
Le Nant de Riond (Crans)	29,2	-	29,2
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	36,5	-	36,5
La Doye	35,1	20,5	33,3
La Versoix	580,5	592,9	582,0
Le Vengeron	147,4	157,7	148,7
L'Hermance	118,2	140,3	120,9
Le Nant d'Aisy	106,8	47,6	98,5
Totaux	1'320,0	1'768,4	1'382,0
Ensemble Lac Léman	40'244,7	56'821,0	42'452,9
Rhône, émissaire	20'002,7	20'990,4	20'149,1
SOLDES	20'242,0	35'830,6	22'303,8
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	569,2	509,6	539,4
L'Arve à la Jonction	8'069,4	10'719,1	8'430,7
Le Rhône à Chancy	38'194,8	37'219,0	38'025,1

Tableau No 37

## POTASSIUM

Concentration en mg K par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	2,61	2,53	3,00	2,00	2,60
L'Eau froide	2,05	2,17	5,00	1,10	2,07
La Maladaire	7,86	6,56	8,80	5,20	7,71
La Veveyse	2,20	1,88	3,40	0,90	2,16
Le Forestay	4,18	3,60	5,00	2,00	4,11
La Lutrive	5,13	4,65	6,40	3,20	5,07
La Paudèze	4,37	4,07	5,60	3,00	4,33
Le Flon	10,59	10,31	12,50	5,30	10,54
La Chamberonne	7,11	4,71	6,20	3,10	6,81
La Venoge	3,60	3,60	6,60	1,80	3,60
La Morges	6,30	6,32	13,10	3,90	6,30
L'Aubonne	1,47	1,15	2,80	0,50	1,43
La Dullive	3,03	2,64	4,30	1,80	2,93
Moyennes	4,65	4,17	-	-	4,59
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	2,58	2,57	4,30	1,18	2,58
La Bouverette	2,13	1,85	3,91	0,39	2,04
La Morge de St Gingolph	1,23	0,95	3,91	0	1,14
La Dranse	3,44	1,42	4,73	0,41	2,91
Moyennes	2,35	1,70	-	-	2,17
Le Rhône, embouchure	2,26	2,62	5,18	0,78	2,37
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	4,01	3,53	-	-	3,93
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	1,74	1,63	2,60	0,80	1,72
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-	-	-
La Doye	3,05	2,17	4,30	1,00	2,94
La Versoix	-	0,87	1,30	0,50	0,87
Le Vengeron	-	9,58	11,30	5,00	9,58
L'Hermance	-	5,43	8,50	1,20	5,43
Le Nant d'Aisy	-	9,28	12,30	6,60	9,28
Moyennes	2,40	4,83	-	-	4,97
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	3,85	3,86	-	-	4,19
Le Rhône, émissaire	1,50	1,43	1,90	1,30	1,47
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	-	1,12	1,50	0,70	1,12
L'Arve à la Jonction	-	1,60	2,00	1,20	1,60
Le Rhône à Chancy	-	1,48	1,70	1,30	1,48



Tableau No 38

## POTASSIUM

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	158,7	227,6	167,2
L'Eau Froide	69,2	87,0	71,4
La Maladaire	12,8	0,8	11,4
La Veveyse	121,0	190,6	129,6
Le Forestay	41,9	45,1	42,3
La Lutrive	15,7	27,8	17,2
La Paudèze	30,3	22,3	29,3
Le Flon	416,0	397,0	412,9
La Chamberonne	139,9	114,0	136,6
La Venoge	347,9	690,7	390,3
La Morges	85,4	94,2	86,5
L'Aubonne	191,9	95,8	180,0
La Dullive	44,3	34,2	41,7
Totaux	1'675,0	2'027,1	1'716,4
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	478,8	422,2	460,5
La Bouverette	30,9	38,2	33,3
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	1'735,7	701,8	1'466,0
Totaux	2'245,4	1'162,2	1'959,8
Le Rhône, embouchure	9'642,7	13'036,5	10'740,7
<u>Ensemble</u> Grand Lac Totaux	13'563,1	16'225,8	14'416,9
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	68,3	110,3	73,5
Le Nant de Riend (Crans)	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-
La Doye	11,8	3,9	10,8
La Versoix	-	56,2	56,2
Le Vengeron	-	21,4	21,4
L'Hermance	-	9,7	9,7
Le Nant d'Aisy	-	10,0	10,0
Totaux	80,1	211,5	181,6
Ensemble Lac Léman	13'643,2	16'437,3	14'598,5
Rhône, émissaire	8'418,7	8'638,3	8'515,6
SOLDES	5'224,5	7'799,0	6'082,9
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	-	57,2	57,2
L'Arve à la Jonction	-	3'330,2	3'330,2
Le Rhône à Chancy	-	12'864,1	12'864,1

Tableau No 39

## CALCIUM

Concentration en mé par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	10,00	10,01	10,49	9,54	10,00
L'Eau froide	3,81	3,83	5,34	2,33	3,81
La Maladaire	5,51	5,64	6,44	3,18	5,53
La Veveyse	3,46	3,55	4,43	3,01	3,48
Le Forestay	4,68	4,55	5,46	3,78	4,66
La Lutrive	4,46	4,39	5,05	3,90	4,45
La Paudèze	3,86	4,02	4,85	3,61	3,88
Le Flon	3,75	3,45	4,20	2,58	3,70
La Chamberonne	4,92	5,24	5,80	4,87	4,96
La Venoge	4,75	4,76	5,55	4,07	4,76
La Morges	5,04	5,31	6,54	4,47	5,07
L'Aubonne	3,62	3,76	4,74	2,91	3,64
La Dullive	4,47	5,10	6,64	4,22	4,63
Moyennes	4,79	4,89	-	-	4,81
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	4,63	4,33	5,81	3,20	4,59
La Bouverette	6,97	6,91	10,08	3,59	6,96
La Morge de St Gingolph	2,36	1,96	3,09	0,86	2,31
La Dranse	4,05	3,81	5,02	2,59	3,97
Moyennes	4,50	4,25	-	-	4,46
Le Rhône, embouchure	2,08	2,03	3,01	1,13	2,07
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	4,58	4,59	-	-	4,58
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	4,02	4,25	4,84	3,24	4,05
Le Nant de Riond (Crans)	4,50	-	-	-	4,50
Le Nant de Pry	4,03	-	-	-	4,03
Le Nant du Brassu	3,69	-	-	-	3,69
La Doye	3,70	3,77	4,56	2,84	3,70
La Versoix	3,65	3,80	4,50	3,37	3,67
Le Vengeron	4,85	5,12	5,85	3,10	4,89
L'Hermance	4,18	5,11	6,16	3,42	4,31
Le Nant d'Aisy	5,15	5,21	7,64	1,80	5,16
Moyennes	4,20	4,54	-	-	4,22
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	4,45	4,58	-	-	4,46
Le Rhône, émissaire	2,22	2,30	2,55	2,00	2,24
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	3,80	3,93	4,64	2,48	3,82
L'Arve à la Jonction	3,27	3,48	5,03	2,14	3,31
Le Rhône à Chancy	2,53	2,49	2,84	2,09	2,52

Tableau No 40

## CALCIUM

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	12'131,5	17'683,5	12'811,3
L'Eau Froide	2'601,4	3'365,7	2'695,0
La Maladaire	179,2	15,1	160,6
La Veveyse	3'511,3	8'734,6	4'106,8
Le Forestay	1'018,2	1'224,6	1'043,5
La Lutrive	286,9	612,8	326,8
La Paudèze	598,3	468,6	582,4
Le Flon	2'951,0	2'653,0	2'903,3
La Chamberonne	1'919,9	2'760,7	2'023,9
La Venoge	10'519,2	21'789,5	11'899,3
La Morges	1'430,0	1'950,	1'494,4
L'Aubonne	10'392,8	8'765,2	10'193,5
La Dullive	1'259,8	1'299,0	1'269,8
Totaux	48'799,5	71'322,5	51'510,6
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	17'448,7	16'044,7	17'250,7
La Bouverette	2'290,3	2'788,9	2'359,7
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	39'335,9	37'803,2	38'817,8
Totaux	59'074,9	56'636,8	58'428,2
Le Rhône, embouchure	228'235,6	202'974,1	224'673,1
<u>Ensemble</u> Grand Lac Totaux	336'110,0	330'933,4	334'611,9
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	3'551,9	6'258,8	3'883,9
Le Nant de Riond (Crans)	110,8	-	110,8
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	451,1	-	451,1
La Doye	259,8	95,4	239,0
La Versoix	8'313,7	5'472,5	7'912,6
Le Vengeron	653,2	362,7	612,7
L'Hermance	826,8	459,1	774,9
Le Nant d'Aisy	445,4	124,3	400,6
Totaux	14'612,7	12'772,8	14'385,6
Ensemble Lac Léman	350'722,7	343'706,2	348'997,5
Rhône, émissaire	314'274,0	279'487,5	309'120,5
SOLDES	36'448,7	64'218,7	39'877,0
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	5'261,5	5'551,6	5'406,6
L'Arve à la Jonction	133'198,3	145'257,8	135'295,6
Le Rhône à Chancy	480'967,0	433'473,4	472'707,2

Tableau No 41

## MAGNESIUM

Concentration en mé par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	2,44	2,21	2,86	1,07	2,41
L'Eau froide	0,70	0,55	1,03	0,18	0,69
La Maladaire	0,96	1,00	1,24	0,54	0,96
La Veveyse	0,66	0,64	1,86	0,25	0,65
Le Forestay	0,92	0,85	1,64	0,50	0,92
La Lutrive	0,89	0,79	1,88	0,12	0,88
La Paudèze	0,76	0,76	1,45	0,38	0,76
Le Flon	0,77	0,74	1,08	0,33	0,77
La Chamberonne	0,88	0,88	1,89	0,53	0,88
La Venoge	0,69	0,78	1,00	0,29	0,69
La Morges	0,93	0,88	1,09	0,42	0,93
L'Aubonne	0,60	0,55	1,80	0,23	0,59
La Dullive	0,80	0,87	1,08	0,72	0,82
Moyennes	0,92	0,89	-	-	0,92
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	1,95	2,25	3,18	1,26	1,99
La Bouverette	2,48	2,74	5,92	1,48	2,52
La Morge de St Gingolph	0,90	1,38	2,51	0,48	0,96
La Dranse	1,12	0,90	1,32	0,54	1,00
Moyennes	1,61	1,82	-	-	1,61
Le Rhône, embouchure	0,61	0,50	0,73	0,28	0,60
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	1,06	1,07	-	-	1,06
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	0,76	0,68	1,04	0,31	0,75
Le Nant de Rioud (Crans)	0,92	-	-	-	0,92
Le Nant de Pry	0,62	-	-	-	0,62
Le Nant du Brassu	0,47	-	-	-	0,47
La Doye	0,63	0,66	1,22	0,23	0,64
La Versoix	0,55	0,46	0,75	0,16	0,54
Le Vengeron	0,96	0,75	1,64	0,09	0,93
L'Hermance	0,89	0,91	1,18	0,64	0,89
Le Nant d'Aisy	0,84	1,17	3,27	0,34	0,89
Moyennes	0,73	0,78	-	-	0,74
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	0,95	1,00	-	-	0,95
Le Rhône, émissaire	0,47	0,51	0,60	0,33	0,47
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	0,51	0,57	1,06	0,38	0,53
L'Arve à la Jonction	0,56	0,53	0,73	0,26	0,55
Le Rhône à Chancy	0,46	0,57	0,69	0,40	0,48

Tableau No 42

## MAGNESIUM

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1972	Année 1973	NORMES 1964-1973
<u>Grand Lac, rive droite</u>			
Le Grand Canal	1'765,6	2'263,0	1'826,5
L'Eau Froide	281,2	223,1	274,1
La Maladaire	22,3	3,3	20,1
La Veveyse	411,0	841,0	463,6
Le Forestay	117,4	128,8	118,8
La Lutrive	33,0	66,0	37,0
La Paudèze	68,4	49,4	66,1
Le Flon	380,3	346,6	374,9
La Chamberonne	195,2	253,1	202,3
La Venoge	1'076,8	1'762,3	1'160,7
La Morges	153,5	188,7	157,8
L'Aubonne	1'038,6	564,0	980,5
La Dullive	134,3	131,9	133,7
Totaux	5'677,6	6'821,2	5'816,1
<u>Grand Lac, rive gauche</u>			
Le Canal Stockalper	4'425,8	5'105,1	4'521,6
La Bouverette	499,0	736,2	532,0
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	6'130,3	5'428,6	5'889,7
Totaux	11'055,1	11'269,9	10'943,3
Le Rhône, embouchure	39'517,3	30'184,6	38'201,1
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Totaux	56'250,0	48'275,7	54'960,5
<u>Petit Lac</u>			
La Promenthouse	399,3	560,2	419,0
Le Nant de Riond (Crans)	14,2	-	14,2
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	36,1	-	36,1
La Doye	30,4	11,6	28,1
La Versoix	793,8	422,6	741,4
Le Vengeron	89,8	32,1	81,7
L'Hermance	91,5	51,0	85,8
Le Nant d'Aisy	49,5	15,0	44,7
Totaux	1'504,6	1'092,5	1'451,0
Ensemble Lac Léman	57'754,6	49'368,2	56'411,5
Rhône, émissaire	39'836,8	36'997,9	39'416,2
SOLDES	17'917,8	12'370,3	16'995,3
<u>Aval Lac Léman</u>			
L'Allondon, embouchure	464,4	540,3	502,3
L'Arve à la Jonction	14'022,5	13'245,3	13'887,4
Le Rhône à Chancy	53'347,3	59'582,9	54'431,7

Tableau No 43

## DURETE TOTALE ( TITRE HYDROTOMETRIQUE )

Concentration en mé par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	12,44	12,22	12,73	11,05	12,41
L'Eau froide	4,51	4,38	5,64	2,84	4,50
La Maladaire	6,47	6,64	7,58	3,72	6,49
La Veveyse	4,12	4,19	5,46	3,50	4,13
Le Forestay	5,60	5,40	6,24	4,64	5,58
La Lutrive	5,35	5,18	5,82	4,61	5,33
La Paudèze	4,62	4,78	5,54	4,44	4,64
Le Flon	4,52	4,19	5,02	2,91	4,47
La Chamberonne	5,80	6,12	6,94	5,67	5,84
La Venoge	5,44	5,54	6,40	4,55	5,45
La Morges	5,97	6,19	7,47	4,89	6,00
L'Aubonne	4,22	4,31	5,61	3,14	4,23
La Dullive	5,27	5,97	7,72	4,97	5,45
Moyennes	5,72	5,78	-	-	5,73
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	6,58	6,58	7,49	5,91	6,58
La Bouverette	9,45	9,65	12,33	7,54	9,48
La Morge de St Gingolph	3,26	3,34	3,68	2,42	3,27
La Dranse	5,17	4,71	6,21	3,13	4,94
Moyennes	6,12	6,07	-	-	6,07
Le Rhône, embouchure	2,69	2,53	3,74	1,41	2,67
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	5,64	5,66	-	-	5,64
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	4,78	4,93	5,60	3,66	4,80
Le Nant de Riond (Crans)	5,42	-	-	-	5,42
Le Nant de Pry	4,65	-	-	-	4,65
Le Nant du Brassu	4,16	-	-	-	4,16
La Doye	4,33	4,43	5,14	3,67	4,34
La Versoix	4,20	4,26	4,98	3,78	4,21
Le Vengeron	5,81	5,87	6,45	4,11	5,82
L'Hermance	5,07	6,02	7,22	3,44	5,20
Le Nant d'Aisy	5,99	6,38	8,24	4,74	6,05
Moyennes	4,93	5,32	-	-	4,96
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	5,40	5,58	-	-	5,41
Le Rhône, émissaire	2,69	2,81	3,01	2,50	2,71
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	4,31	4,50	5,14	2,95	4,35
L'Arve à la Jonction	3,83	4,01	5,49	2,40	3,86
Le Rhône à Chancy	2,99	3,06	3,49	2,72	3,00

Tableau No 44

## TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET

Concentration en mé par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	4,53	4,53	4,93	4,24	4,53
L'Eau froide	3,47	3,39	4,21	1,88	3,46
La Maladaire	5,78	5,64	6,36	3,30	5,77
La Veveyse	3,61	3,68	5,00	3,02	3,62
Le Forestay	4,97	4,78	5,52	4,22	4,95
La Lutrive	4,67	4,42	4,90	3,96	4,64
La Paudèze	3,95	3,99	4,76	3,32	3,96
Le Flon	4,14	3,74	4,42	2,06	4,07
La Chamberonne	4,81	4,73	5,66	4,20	4,80
La Venoge	4,60	4,43	5,12	3,74	4,58
La Morges	4,94	4,89	5,86	4,11	4,94
L'Aubonne	3,82	3,89	4,65	2,82	3,83
La Dullive	4,43	4,79	5,52	4,20	4,52
Moyennes	4,44	4,38	-	-	4,44
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	3,19	2,89	3,58	2,26	3,15
La Bouverette	2,90	2,67	2,93	1,36	2,87
La Morge de St Gingolph	2,80	2,65	2,87	1,99	2,78
La Dranse	4,20	3,21	3,91	2,49	3,85
Moyennes	3,27	2,86	-	-	3,16
Le Rhône, embouchure	1,57	1,28	1,78	0,51	1,53
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	4,02	3,87	-	-	3,99
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	4,33	4,28	4,66	3,27	4,33
Le Nant de Riond (Crans)	4,52	-	-	-	4,52
Le Nant de Pry	4,07	-	-	-	4,07
Le Nant du Brassu	3,73	-	-	-	3,73
La Doye	3,88	3,82	4,92	3,23	3,87
La Versoix	3,80	3,73	4,10	2,65	3,79
Le Vengeron	5,30	5,19	5,82	3,77	5,28
L'Hermance	4,07	4,51	5,75	2,25	4,13
Le Nant d'Aisy	4,78	4,39	5,13	3,29	4,72
Moyennes	4,28	4,32	-	-	4,27
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	4,11	3,98	-	-	4,08
Le Rhône, émissaire	1,69	1,70	1,81	1,42	1,69
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	3,93	3,79	4,58	1,80	3,90
L'Arve à la Jonction	2,59	2,55	3,22	1,44	2,59
Le Rhône à Chancy	1,96	1,86	2,23	1,42	1,94

Tableau No 45

## DURETE PERMANENTE

Concentration en mé par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	7,91	7,69	8,24	6,51	7,88
L'Eau froide	1,04	0,99	1,43	0,36	1,04
La Maladaire	0,69	1,00	1,25	0,42	0,72
La Veveyse	0,51	0,51	0,86	0,31	0,51
Le Forestay	0,63	0,62	1,56	0,37	0,63
La Lutrive	0,68	0,76	1,64	0,48	0,69
La Paudèze	0,67	0,79	1,08	0,52	0,68
Le Flon	0,38	0,45	1,12	0	0,40
La Chamberonne	0,99	1,39	2,22	0,34	1,04
La Venoge	0,84	1,11	2,02	0,73	0,87
La Morges	1,03	1,30	2,09	0,68	1,06
L'Aubonne	0,40	0,42	0,96	0,26	0,40
La Dullive	0,84	1,18	2,23	0,60	0,93
Moyennes	1,24	1,40	--	--	1,29
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	3,39	3,69	4,65	2,93	3,43
La Bouverette	6,55	6,98	9,54	4,90	6,61
La Morge de St Gingolph	0,46	0,69	1,18	0,37	0,49
La Dranse	0,97	1,50	2,72	0,60	1,09
Moyennes	2,84	3,21	--	--	2,91
Le Rhône, embouchure	1,12	1,25	2,28	0,47	1,14
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	1,59	1,79	--	--	1,65
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	0,45	0,65	1,16	0,33	0,47
Le Nant de Riond (Crans)	0,90	--	--	--	0,90
Le Nant de Pry	0,58	--	--	--	0,58
Le Nant du Brassu	0,43	--	--	--	0,43
La Doye	0,45	0,61	1,53	0,16	0,47
La Versoix	0,40	0,53	1,13	0,28	0,42
Le Vengeron	0,51	0,68	1,28	0,17	0,54
L'Hermance	1,00	1,51	2,08	1,15	1,07
Le Nant d'Aisy	1,21	1,99	3,56	0,70	1,33
Moyennes	0,66	1,00	--	--	0,69
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	1,29	1,60	--	--	1,33
Le Rhône, émissaire	1,00	1,11	1,22	0,97	1,02
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	0,38	0,71	2,40	0,43	0,45
L'Arve à la Jonction	1,24	1,46	2,27	0,82	1,27
Le Rhône à Chancy	1,03	1,20	1,58	0,90	1,06



Tableau No 46

## ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

Nombre de germes par ml

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	---	---	---	---	---
L'Eau froide	---	---	---	---	---
La Maladaire	---	---	---	---	---
La Veveyse	---	---	---	---	---
Le Forestay	---	---	---	---	---
La Lutrive	---	---	---	---	---
La Paudèze	---	---	---	---	---
Le Flon	---	---	---	---	---
La Chamberonne	---	---	---	---	---
La Venoge	---	---	---	---	---
La Morges	---	---	---	---	---
L'Aubonne	---	---	---	---	---
La Dullive	---	---	---	---	---
Moyennes	---	---	---	---	---
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	9'357	13'727	21'000	9'000	10'358
La Bouverette	11'800	17'127	36'000	10'000	12'996
La Morge de St Gingolph	3'207	4'973	15'000	1'200	3'621
La Dranse	---	---	---	---	---
Moyennes	8'121	11'942	---	---	8'992
Le Rhône, embouchure	11'061	18'364	35'000	11'000	12'735
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	8'121	13'548	---	---	9'928
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	---	---	---	---	---
Le Nant de Riond (Crans)	170'743	---	---	---	170'743
Le Nant de Pry	158'143	---	---	---	158'143
Le Nant du Brassu	228'900	---	---	---	228'900
La Doye	---	---	---	---	---
La Versoix	87'096	37'333	104'000	7'600	78'565
Le Vengeron	1'023'155	359'500	1'260'000	8'000	808'169
L'Hermance	101'752	77'117	180'000	4'000	96'655
Le Nant d'Aisy	601'021	193'608	780'000	300	531'179
Moyennes	338'744	168'890	---	---	296'051
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	218'785	90'219	---	---	192'006
Le Rhône, émissaire	2'400	1'655	13'000	46	2'264
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	31'400	102'867	816'000	3'200	43'651
L'Arve à la Jonction	115'874	152'917	496'000	5'000	122'316
Le Rhône à Chancy	105'925	143'808	880'000	2'700	112'513

Tableau No 47

## ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

Nombre de coliformes par ml (sauf Rhône émissaire)

AFFLUENTS	NORMES 1963-1972	ANNEE 1973			NORMES 1963-1973
		Moyennes	Maxima	Minima	
<u>Grand Lac, rive droite</u>					
Le Grand Canal	--	--	--	--	--
L'Eau froide	--	--	--	--	--
La Maladaire	--	--	--	--	--
La Veveyse	--	--	--	--	--
Le Forestay	--	--	--	--	--
La Lutrive	--	--	--	--	--
La Paudèze	--	--	--	--	--
Le Flon	--	--	--	--	--
La Chamberonne	--	--	--	--	--
La Venoge	--	--	--	--	--
La Morges	--	--	--	--	--
L'Aubonne	--	--	--	--	--
La Dullive	--	--	--	--	--
Moyennes	--	--	--	--	--
<u>Grand Lac, rive gauche</u>					
Le Canal Stockalper	235	128	300	0	206
La Bouverette	332	243	820	0	307
La Morge de St Gingolph	48	5	38	0	36
La Dranse	--	--	--	--	--
Moyennes	205	125	--	--	183
Le Rhône, embouchure	190	1'003	7'000	50	413
<u>Ensemble</u> <u>Grand Lac</u> Moyennes	201	345	--	--	241
<u>Petit Lac</u>					
La Promenthouse	--	--	--	--	--
Le Nant de Riond (Crans)	885	--	--	--	885
Le Nant de Pry	2'184	--	--	--	2'184
Le Nant du Brassu	859	--	--	--	859
La Doye	--	--	--	--	--
La Versoix	205	103	1'000	0	188
Le Vengeron	12'550	5'350	10'000	100	6'110
L'Hermance	623	3'093	10'000	10	1'125
Le Nant d'Aisy	3'131	5'258	10'000	0	3'490
Moyennes	2'920	3'451	--	--	2'120
<u>Ensemble</u> <u>Lac Léman</u> Moyennes	1'931	1'898	--	--	1'436
Le Rhône, émissaire	378	1	7	0	309
<u>Aval Lac Léman</u>					
L'Allondon, embouchure	281	39	100	0	239
L'Arve à la Jonction	946	1'143	10'000	10	980
Le Rhône à Chancy	1'295	468	1'000	10	1'151

## R A P P O R T

## SUR L'ORIGINE DU PHOSPHORE DANS LE RHONE

Campagne 1973

par P.-P. Haenni

Adjoint du chimiste  
cantonal

Sion

1. INTRODUCTION

L'étude de la recherche sur l'origine du phosphore dans les eaux du Rhône prévue au programme quinquennal 1971-1975, s'est poursuivie au cours de l'année 1973.

2. Points de prélèvement et leur situation géographique

Leur situation est indiquée sur la carte de la page suivante.

Le tableau No 1 donne la nomenclature des divers points de prélèvements avec leurs coordonnées.

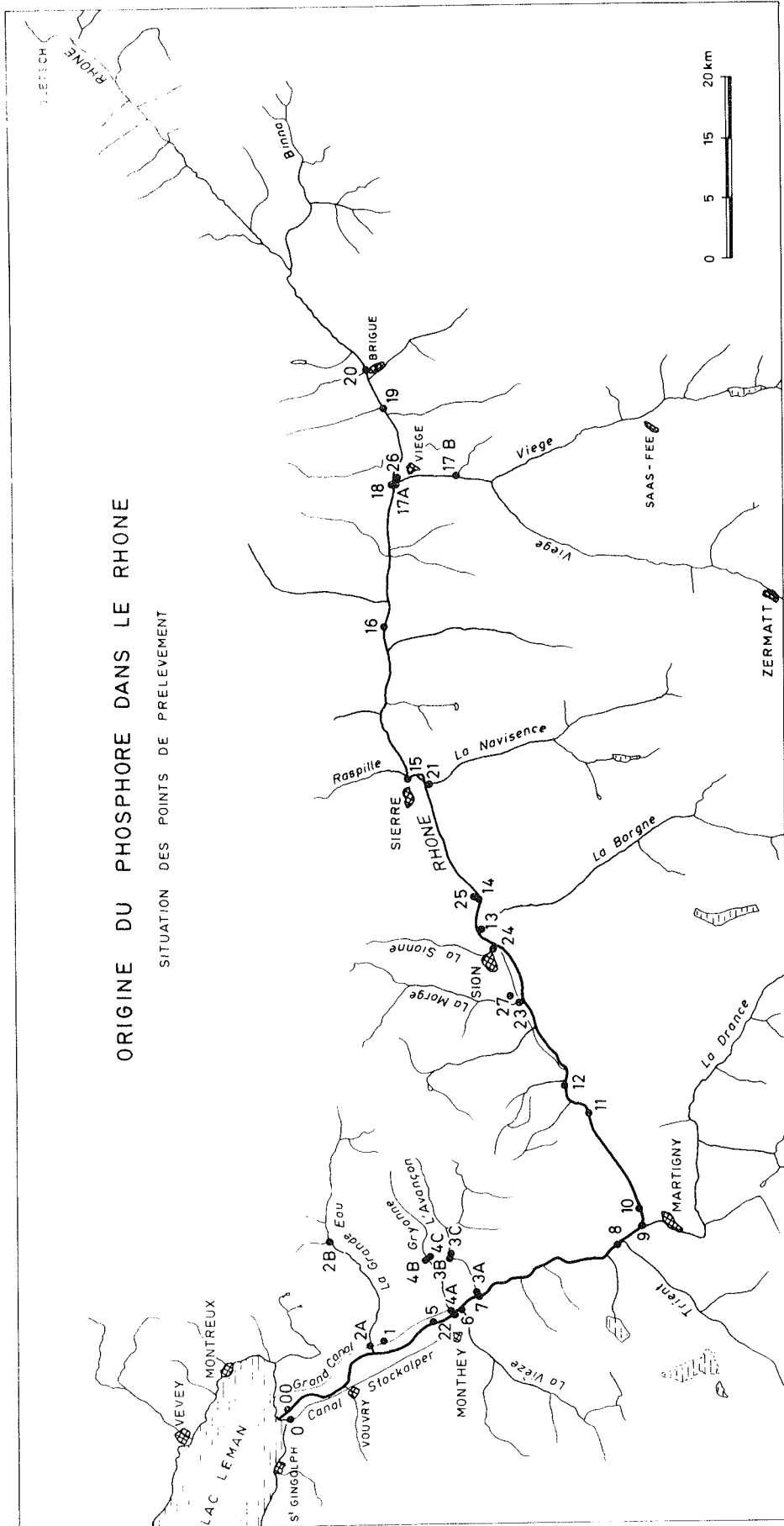
Contrairement aux années précédentes, le Rhône n'a plus été contrôlé que sur 4 points :

- No 00 - Embouchure au Léman
- No 11 - Pont de Saillon, au km 48
- No 14 - Pont St.-Léonard/Bramois, au km 69,5
- No 20 - Naters, au km 116

Ces points sur le Rhône ont été conservés afin d'avoir une vue d'ensemble tout au long du cours d'eau et de pouvoir procéder à des comparaisons avec les années 1971 et 1972.

La recherche a été concentrée sur plusieurs affluents du Rhône à teneur souvent élevée en fertilisants. Une partie de ces cours d'eau ont, non seulement été échantillonnés à leur embouchure dans le Rhône, mais aussi dans leurs parties amonts. Il s'agit notamment de :

- No 2 La Grande Eau (2 prélèvements)
- No 3 L'Avançon (3 prélèvements)
- No 4 La Gryonne (3 prélèvements)
- No 13 La Borgne
- No 17 La Viège
- No 22 Canal STEP, Monthey
- No 23 La Morge en aval de Sion



- No 24 La Sionne  
 No 25 La Lienne  
 No 26 Le Grossgrundkanal (recevant les eaux d'un complexe industriel de la région de Viège.)  
 No 27 l'effluent de la STEP de Sion

D'autre part 2 affluents du Léman ont continué à être auscultés : le canal Stockalper (No 0) et le Grand Canal (No 1). Au total 22 échantillons ont été prélevés par campagne et il a été possible d'effectuer en 1973 10 campagnes de prélèvements.

### 3. Analyses

Aucune mesure de débit n'a été effectuée, par manque de personnel et de matériel. Comme déjà soulevée antérieurement, il s'agit d'une lacune regrettable que ne permet pas de chiffrer les apports de Phosphore dans le temps. Une simple estimation des débits ne peut pas être effectuée car trop souvent il s'est avéré que les erreurs commises dans les cours d'eau torrentiels peuvent être considérables.

Les dosages suivants ont été effectués en Laboratoire :

- pH rapporté à 20<sup>0</sup>C
- conductivité rapportée à 20<sup>0</sup>C
- duretés passagère et totale
- Orthophosphates (phosphore soluble)
- Phosphore total
- Phosphore total après filtration de l'échantillon sur membrane de 0,8 µ.

### 4. Résultats analytiques

Les résultats analytiques figurent dans les tableaux rassemblés à la fin de ce rapport.

Lors des campagnes d'octobre et novembre le No 25 (Lienne) n'a pas été échantillonné par manque d'eau.

Au mois de décembre, les points No 2 B (Grande Eau, partie amont), 3 B 3 C (Avançon, partie amont) 4 B et 4 C (Gryonne, partie amont), n'ont pas pu être prélevés, les terrains n'étant plus accessibles.

### 5. Comparaison entre les années 1971, 1972 et 1973

#### RHONE

En 1972, on avait pu constater une légère augmentation de la teneur en Phosphore particulièrement du phosphore soluble sur tous les points du Rhône sauf à l'embouchure où la concentration semblait se stabiliser. En 1973, on peut remarquer que la teneur en Phosphore n'a que peu varié par rapport aux années précédentes et que pour le point No 20 au km 116, les concentrations oscillent pour le phosphore soluble autour de 0,017 mg/l, pour le phosphore total après filtration sur membrane, autour de 0,038 mg/l et pour le phosphore total autour de 0,068 mg/l. Néanmoins, ces résultats démontrent que dans le cours d'eau supérieur du Rhône, la teneur en phosphore a malgré tout légèrement augmenté par rapport au début de l'étude en 1971. L'augmentation de la concentration en phosphore total la plus flagrante se trouve au point No 11 où la teneur a passé successivement de 0,097 en 1971 à 0,099 en 1972 et à 0,163 mg/l en 1973.

A l'embouchure, la concentration en phosphore soluble est restée constante (0,037 mg/l); la teneur en phosphore total a augmenté. (40 % pour les échantillons filtrés et 24 % par rapport à 1972 pour les échantillons non filtrés.

#### STOCKALPER

Pour le canal de Stockalper (No 0), on retrouve pratiquement les mêmes résultats que l'année précédente, c'est-à-dire, une diminution du phosphore soluble et total par rapport à 1971. Cela confirme bien la conclusion tirée en 1972, que depuis la mise en service de la station d'épuration, les eaux usées de la région de Monthey, très chargées en phosphore, ne se déversent plus dans le canal mais sont traitées dans la STEP avant d'être déversées dans le Rhône.

#### LE GRAND CANAL

Dans l'eau du Grand Canal (No 1), on constate une augmentation inquiétante du Phosphore par rapport aux années précédentes :

Augmentation en % par rapport à		
P. soluble	P. total après filtration	P total
<u>1971</u> : 328	134	102
<u>1972</u> : 175	152	83

#### GRANDE EAU (2) et GRYONNE (4)

La concentration en Phosphore aussi bien soluble que total, est en nette diminution par rapport à l'année 1972. Il serait erroné de vouloir déjà se prononcer sur cette variation car l'année précédente le phénomène était inverse.

#### L'AVANCON

En ce qui concerne l'Avançon (No 3), on peut constater une nette diminution du Phosphore, aussi bien à l'embouchure du Rhône que, dans les deux cours d'eau supérieurs. Il semble que ce phénomène, déjà décrit en 1972, se soit encore accentué dans le courant de 1973 et qu'il soit bel et bien dû à l'épuration des eaux de l'agglomération de Gryon.

#### BORGNE

La concentration en phosphore soluble est assez stable dans les eaux de la Borgne (No 13) bien que le phosphore total soit en légère diminution depuis 3 ans.

#### LA VIEGE ET LA SIONNE

Dans les eaux de la Viège (No 17) et de la Sionne (No 24), seul le phosphore total est en nette progression. Il faut surtout remarquer la teneur moyenne élevée dans la Sionne qui est de 0,773 mg/l en 1973 contre 0,514 mg/l en 1972, avec des pointes allant jusqu'à dépasser 2 mg/l au mois de décembre 1973.

CANAL DE LA STATION D'EPURATION DE MONTHEY

Dans le canal de la STEP de Monthey (No 22), on peut relever que la teneur en phosphore qui avait sensiblement diminuée en 1972 par rapport à 1971 va de nouveau en augmentant.

LA MORGE (près de Sion)

La concentration en phosphore soluble augmente légèrement dans la Morge (No 23) alors que le phosphore total a plutôt tendance à la diminuer.

LA LIENNE ET LE GROSSGRUNDKANAL

Dans les deux cours d'eau, Lienne (No 25) et Grossgrundkanal (No 26), on peut remarquer une augmentation générale de phosphore.

EFFLUENT DE LA STATION D'EPURATION DE SION

Dans l'effluent de la STEP de Sion (No 27), les valeurs moyennes sont sensiblement plus élevées qu'en 1972. Ceci est dû au fait que la déphosphatation provisoire a été mise en service au mois d'avril et a été arrêtée, à nouveau, vers la fin du mois de novembre. L'installation définitive ainsi que le traitement permanent débiteront au mois de mai 1974.

6. Conclusions

Il a été possible de montrer une fois de plus que l'origine du phosphore dans les eaux du Rhône et du Léman est à rechercher d'une part, dans les eaux usées ménagères, qu'il s'agisse d'eau d'égout ou d'effluents de stations d'épuration se déversant dans un cours d'eau, et, d'autre part, dans les eaux usées de certaines industries.

Il a été possible de constater également des diminutions réjouissantes de la teneur en phosphore dans les effluents de stations d'épuration lorsque le 3ème stade d'épuration est en fonction. Au vu de certains résultats analytiques de cette étude, il s'agit de rappeler ici que les dosages sont effectués sur des prises d'échantillons instantanés, et que les valeurs moyennes sont calculées sur 10 échantillons prélevés pendant l'année. Comme c'est le cas pour les stations d'épuration, il serait également souhaitable, pour une étude de ce genre, d'effectuer un échantillonnage moyen, par exemple sur 24 H., et en plus de pouvoir mesurer des débits précis. Mais malheureusement, il s'agit là de travaux qui, actuellement du moins, ne sont pas réalisables pour différentes raisons.

Dans une prochaine phase de cette étude, il sera effectué des dosages dans différents canaux valaisans afin de vérifier dans quelle proportion l'agriculture contribue à l'apport en phosphore dans les eaux du Rhône.

---

Tableau No 1 SITUATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS

No	Désignation	Distance * de l'embou- chure au lac	Coordonnées
00	Rhône, embouchure au Léman	1,5	556 400/137 200
11	Rhône, pont de Saillon	48,0	580 750/112 150
14	Rhône, pont St-Léonard-Bramois	69,5	598 700/121 100
20	Rhône, Naters, pont amont	116	642 200/130 050
0	Canal Stockalper, embouchure au Léman	0,38	555 550/137 000
1	Grand Canal, pont Illarsaz-Aigle	12	561 750/129 300
2a	Grande Eau, embouchure dans le Rhône	10,6 + 0	561 050/130 550
2b	Grande Eau, amont	10,6 + 6,7	570 150/133 550
3a	Avançon, embouchure dans le Rhône	21,6 + 0	565 550/121 350
3b	Avançon, amont rive droite	21,6 + 6	570 900/123 950
3c	Avançon, amont rive gauche	21,6 + 6	570 950/123 900
4a	Gryonne, embouchure dans le Rhône	19,1 + 0	564 150/123 500
4b	Gryonne, amont rive droite	19,1 + 5	568 425/125 650
4c	Gryonne, amont rive gauche	19,1 + 5	568 450/125 600
13	Borgne, embouchure dans le Rhône	66,3 + 0	595 300/121 350
17a	Viège, embouchure dans le Rhône	106,1 + 0	633 250/127 900
22	Canal STEP Monthey, embouch. au Rhône	18,9 + 0	563 875/123 650
23	Morge, embouchure dans le Rhône	59,7 + 0	590 000/117 600
24	Sionne, embouchure dans le Rhône	64,3 + 0,2	594 500/119 850
25	Lienne, embouchure dans le Rhône	69,6 + 0	598 800/121 200
26	Grossgrundkanal	106,8 + 9,0	633 700/127 700
27	STEP Sion, effluent	---	590 300/118 600

\* Distance de l'embouchure au lac : Le premier nombre indique la distance du point de prélèvement à l'embouchure au Léman, ou la distance du confluent de la rivière avec le Rhône jusqu'à l'embouchure. Le second nombre indique la distance du point de prélèvement au confluent. Les distances sont indiquées en km.



Tableau No 2

Prélèvements des 9 et 10 janvier 1973

Point de prél.	pH à 20°C	Conduc- tivité 20°C $\mu\text{S.cm}^{-1}$	Dureté		Phosphate		
			passag.	totale	soluble	total	total eau filtrée
			mé/1	mé/1	mg P/1	mg P/1	mg P/1
00	7,2	250	1,34	2,58	0,070	0,160	0,130
0	7,5	561	2,42	3,78	0,070	0,120	0,100
1	8,1	1'062	4,44	14,42	0,170	0,220	0,195
2 A	8,1	711	3,10	8,54	0,185	0,500	0,430
2 B	8,0	646	3,42	7,72	1,820	2,040	1,860
3 A	8,2	1'963	2,78	8,62	0,070	0,110	0,100
3 B	8,1	821	3,52	7,94	0,430	0,430	0,430
3 C	8,1	357	2,68	3,70	0,030	0,070	0,030
4 A	8,1	1'686	3,56	15,72	0,130	0,420	0,420
4 B	8,2	1'463	3,46	20,80	0,290	0,300	0,300
4 C	8,0	1'783	3,48	27,18	0,060	0,100	0,060
11	7,6	186	0,96	1,82	0,040	0,800	0,150
13	8,0	763	2,56	9,94	0,025	0,080	0,080
14	7,9	276	1,68	2,84	0,025	0,105	0,090
17	7,8	125	0,60	1,12	0,050	0,090	0,090
20	7,6	99	0,54	0,94	0,015	0,053	0,040
22	6,8	1'512	1,54	5,12	1,290	1,760	1,760
23	8,0	482	3,58	4,94	0,155	0,205	0,205
24	7,8	821	4,18	10,44	0,274	0,340	0,340
25	8,0	646	4,22	7,36	0,300	0,358	0,358
26	7,8	616	2,32	4,70	0,075	0,210	0,080
27	7,7	839	5,68	7,42	5,200	5,200	5,200

Tableau No 3

Prélèvements des 1er et 2 mars 1973

Point de préél.	pH à 20°C	Conductivité à 20°C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Dureté		Phosphore		
			passag. mé/l	totale mé/l	soluble mg P/l	total mg P/l	total eau filtrée mg P/l
00	7,5	239	1,14	2,34	0,052	0,222	0,184
0	8,0	644	2,86	7,30	0,042	0,158	0,118
1	8,3	1'097	4,42	14,30	0,187	0,420	0,373
2 A	8,1	495	2,38	5,16	0,192	0,410	0,363
2 B	8,0	731	3,26	7,54	0,872	1,096	0,978
3 A	8,1	664	2,74	8,06	0,135	0,264	0,158
3 B	8,1	617	3,34	7,16	0,374	0,442	0,423
3 C	8,1	332	2,68	3,62	0,027	0,101	0,075
4 A	8,1	164	3,38	23,52	0,094	0,163	0,135
4 B	8,1	1'381	3,20	18,68	0,153	0,217	0,187
4 C	8,2	1'773	3,14	25,42	0,163	0,195	0,181
11	7,7	269	0,86	2,10	0,037	0,098	0,087
13	8,1	759	2,40	9,90	0,022	0,048	0,025
14	8,0	263	1,12	2,38	0,025	0,089	0,029
17	7,5	100	0,42	0,84	0,023	0,082	0,025
20	7,5	143	0,74	1,66	0,022	0,073	0,027
22	7,8	1'747	2,02	4,74	1,496	3,800	3,560
23	8,3	588	4,10	6,12	0,396	0,492	0,449
24	7,8	643	3,80	9,52	0,254	0,297	0,272
25	8,3	690	4,20	7,78	0,494	0,692	0,578
26	7,8	768	2,16	5,82	0,025	0,328	0,082
27	8,1	971	5,26	6,62	1,824	6,840	5,260

Tableau No 4 Prélèvements des 4 et 5 avril 1973

Point de préél.	pH à 20°C	Conductivité 20°C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Dureté		Phosphore		
			passag. mé/l	totale mé/l	soluble mg P/l	total mg P/l	total eau filtrée mg P/l
00	8,1	297	1,56	3,02	0,045	0,174	0,153
0	8,4	500	2,74	5,90	0,069	0,172	0,141
1	8,6	929	4,16	13,58	0,081	0,176	0,129
2 A	8,5	524	3,16	6,92	0,042	0,102	0,075
2 B	8,5	448	3,32	6,52	0,083	0,147	0,127
3 A	8,5	534	2,94	6,64	0,021	0,092	0,062
3 B	8,6	497	3,66	5,98	0,159	0,312	0,165
3 C	8,4	340	2,98	3,76	0,042	0,091	0,052
4 A	8,4	981	3,32	12,70	0,054	0,137	0,073
4 B	8,4	929	3,40	11,98	0,126	0,211	0,148
4 C	8,4	1'077	3,48	10,24	0,088	0,168	0,092
11	7,9	191	1,00	1,82	0,068	0,126	0,075
13	8,4	787	2,54	9,90	0,012	0,037	0,028
14	8,0	274	1,56	2,82	0,058	0,092	0,078
17	7,7	121	0,64	1,22	0,053	0,095	0,081
20	7,8	250	1,32	2,66	0,012	0,032	0,027
22	8,1	1'084	2,60	4,56	1,032	3,620	3,300
23	8,3	348	3,10	3,92	0,062	0,087	0,078
24	8,4	574	3,78	7,04	0,202	0,377	0,233
25	8,4	530	4,04	6,30	0,178	0,248	0,181
26	7,9	574	2,52	2,86	0,121	0,186	0,172
27	8,3	843	4,52	6,98	0,704	1,840	1,085

Tableau No 5

Prélèvements des 10 et 11 mai 1973

Point de prél.	pH à 20°C	Conductivité à 20°C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Dureté		Phosphore		
			passag. mé/1	totale mé/1	soluble mg P/1	total mg P/1	total eau filtrée mg P/1
00	7,9	283	1,90	3,18	0,031	0,188	0,066
0	8,1	426	2,72	5,46	0,028	0,132	0,047
1	8,4	993	4,18	16,74	0,053	0,105	0,069
2 A	8,3	412	2,54	5,48	0,023	0,094	0,037
2 B	8,4	332	2,54	5,60	0,058	0,081	0,067
3 A	8,3	290	2,18	4,20	0,002	0,117	0,012
3 B	8,4	366	3,34	5,76	0,028	0,044	0,042
3 C	8,3	233	2,14	3,40	0,031	0,048	0,045
4 A	8,2	471	2,26	7,40	0,028	0,048	0,045
4 B	8,2	431	2,14	6,48	0,037	0,064	0,052
4 C	8,2	423	2,18	6,38	0,012	0,064	0,031
11	8,1	286	1,66	3,86	0,042	0,061	0,058
13	8,1	484	2,14	8,62	0,012	0,026	0,021
14	8,0	338	1,78	4,64	0,059	0,088	0,081
17	7,9	188	1,04	2,54	0,105	0,168	0,122
20	7,9	168	1,08	2,68	0,012	0,026	0,021
22	8,0	1763	2,78	5,44	0,616	3,440	3,240
23	8,1	280	2,64	4,02	0,056	0,088	0,079
24	8,1	502	3,94	8,58	0,644	0,908	0,838
25	8,2	450	3,50	7,18	0,162	0,242	0,218
26	7,8	450	2,08	5,04	0,012	0,056	0,041
27	7,8	713	4,24	8,96	0,716	4,720	3,880

Tableau No 6

Prélèvements des 7 et 8 juin 1973

Point de préél.	pH à 20°C	Conductivité 20°C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Dureté		Phosphore		
			passag. mé/1	totale mé/1	soluble mg P/1	total mg P/1	total eau filtrée mg P/1
00	7,5	218	1,28	2,03	0,028	0,172	0,092
0	7,8	586	2,81	6,34	0,020	0,112	0,066
1	8,0	1'170	4,20	14,32	0,042	0,092	0,070
2 A	7,8	574	2,41	5,17	0,259	0,283	0,188
2 B	8,0	474	2,27	4,88	0,025	0,062	0,040
3 A	7,8	330	2,01	3,30	0,010	0,048	0,030
3 B	8,1	524	2,97	5,82	0,015	0,041	0,039
3 C	7,9	272	1,96	2,69	0,032	0,108	0,070
4 A	8,0	1'298	2,80	16,62	0,025	0,092	0,051
4 B	7,9	1'680	2,81	22,10	0,013	0,074	0,030
4 C	8,2	1'241	3,11	23,19	0,039	0,101	0,058
11	7,6	272	1,20	2,19	0,009	0,081	0,020
13	8,1	349	1,64	3,58	0,005	0,059	0,031
14	7,9	165	1,04	1,53	0,005	0,070	0,031
17	7,6	112	0,70	1,01	0,015	0,042	0,025
20	7,4	74	0,51	0,66	0,010	0,116	0,051
22	7,9	1'642	3,32	3,88	1,221	3,220	2,550
23	8,1	223	1,85	2,10	0,025	0,048	0,030
24	8,2	558	3,61	6,30	0,279	0,696	0,298
25	8,3	343	2,69	3,65	0,031	0,140	0,065
26	7,4	363	1,47	2,63	0,005	0,209	0,034
27	8,3	776	4,05	7,11	1,230	2,170	1,860

Tableau No 7

Prélèvements des 3 et 5 juillet 1973

Point de préél.	pH à 20°C	Conductivité 20°C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Dureté		Phosphore		
			passag. mé/l	totale mé/l	soluble mg P/l	total mg P/l	total eau filtrée mg P/l
00	7,8	162	0,96	1,64	0,045	0,217	0,063
0	8,4	547	2,94	6,48	0,055	0,233	0,140
1	8,1	1'020	3,06	13,24	0,008	0,153	0,075
2 A	8,5	465	2,42	5,40	0,025	0,157	0,091
2 B	8,5	465	2,40	5,56	0,092	0,118	0,108
3 A	8,4	324	2,00	3,56	0,003	0,154	0,048
3 B	8,6	496	3,20	5,98	0,211	0,253	0,248
3 C	8,4	238	1,94	2,72	0,009	0,112	0,058
4 A	8,5	1'239	3,12	16,94	0,106	0,216	0,194
4 B	8,6	1'127	3,64	14,88	0,448	0,804	0,568
4 C	8,2	1'377	2,12	19,22	0,024	0,116	0,112
11	8,0	155	0,92	1,56	0,003	0,167	0,028
13	8,3	344	1,66	3,98	0,026	0,132	0,082
14	7,7	118	0,78	1,16	0,037	0,128	0,085
17	8,0	104	0,84	1,08	0,012	0,075	0,042
20	7,4	57	0,42	0,56	0,012	0,075	0,037
22	8,2	1'706	3,24	5,64	1,920	4,040	3,580
23	8,2	258	2,26	2,72	0,003	0,075	0,032
24	8,3	638	4,14	7,54	0,187	0,548	0,376
25	7,9	130	0,92	1,30	0,042	0,116	0,085
26	7,5	425	1,72	2,90	0,095	0,374	0,286
27	8,3	713	4,12	7,42	0,420	0,840	0,790

Tableau No 8

Prélèvements des 2 et 3 août 1973

Point du prél.	pH à 20°C	Conduc- tivité 20°C  µS.cm <sup>-1</sup>	Dureté		Phosphore		
			passag.	totale	soluble	total	total eau filtrée
			mé/l	mé/l	mg P/l	mg P/l	mg P/l
00	7,7	216	1,30	2,24	0,025	0,095	0,083
0	8,0	519	3,06	6,18	0,013	0,083	0,056
1	8,1	1'046	4,38	14,08	0,134	0,212	0,185
2 A	8,2	491	2,58	5,54	0,070	0,143	0,128
2 B	8,2	426	2,58	5,02	0,076	0,135	0,088
3 A	8,0	368	2,26	4,08	0,015	0,061	0,028
3 B	8,3	468	3,42	5,88	0,177	0,208	0,197
3 C	8,2	270	2,22	3,08	0,009	0,075	0,024
4 A	8,3	1'025	3,14	6,30	0,069	0,138	0,119
4 B	8,3	948	3,42	4,42	0,064	0,086	0,069
4 C	8,2	1'204	2,98	16,86	0,041	0,072	0,053
11	8,0	244	1,08	2,04	0,028	0,102	0,054
13	8,2	329	1,70	3,72	0,006	0,135	0,028
14	7,9	156	0,98	1,56	0,004	0,083	0,035
17	7,7	123	0,84	1,28	0,004	0,106	0,026
20	7,5	61	0,46	0,58	0,002	0,104	0,042
22	8,1	2'119	3,20	3,58	1,664	2,480	2,180
23	8,4	364	2,90	3,74	0,012	0,086	0,028
24	8,5	565	3,62	6,88	0,076	0,716	0,347
25	7,9	166	1,04	1,56	0,042	0,095	0,082
26	7,7	347	1,14	2,84	0,058	0,198	0,094
27	8,4	611	3,08	6,74	0,102	0,410	0,397

Tableau No 9

Prélèvements des 9 et 10 octobre 1973

Point de préél.	pH à 20°C	Conductivité 20°C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Dureté		Phosphore		
			passag. mé/l	totale mé/l	soluble mg P/l	total mg P/l	total eau filtrée mg P/l
00	7,5	300	1,38	2,88	0,022	0,052	0,041
0	7,7	318	3,12	7,12	0,022	0,065	0,037
1	7,6	1'057	4,38	14,12	0,025	0,083	0,052
2 A	8,1	610	2,96	7,48	0,018	0,050	0,042
2 B	8,2	570	2,88	6,92	0,126	0,218	0,178
3 A	8,1	455	2,60	5,32	0,036	0,175	0,088
3 B	8,1	449	3,30	6,66	0,042	0,155	0,097
3 C	8,2	281	2,90	3,38	0,012	0,052	0,041
4 A	8,1	1'166	3,20	16,24	0,012	0,055	0,042
4 B	8,2	1'103	3,70	15,10	0,008	0,045	0,026
4 C	8,1	1'503	3,30	19,60	0,008	0,048	0,018
11	7,9	231	1,19	2,32	0,012	0,042	0,018
13	7,6	518	2,26	6,72	0,010	0,038	0,022
14	7,7	217	1,46	2,52	0,010	0,050	0,018
17	7,5	161	0,86	1,56	0,086	0,555	0,156
20	7,4	168	0,80	1,72	0,028	0,095	0,036
22	7,6	2'121	3,40	4,68	0,786	1,435	1,245
23	8,2	366	3,28	4,30	0,025	0,145	0,055
24	7,6	740	3,98	8,96	0,087	0,645	0,350
25	-	-	-	-	-	-	-
26	7,2	489	1,78	2,96	0,126	1,038	0,257
27	7,8	789	4,32	6,78	0,076	0,802	0,157



Tableau No 10

Prélèvements des 6, 7 et 8 novembre 1973

Point de prél.	pH à 20°C	Conduc- tivité 20°C  µS.cm <sup>-1</sup>	Dureté		Phosphore		
			passaq.	totale	soluble	total	total eau filtrée
			mé/1	mé/1	mg P/1	mg P/1	mg P/1
00	7,2	537	1,22	2,48	0,020	0,143	0,076
0	7,4	579	1,36	6,58	0,024	0,090	0,055
1	7,4	1'135	2,52	14,36	0,038	0,126	0,082
2 A	8,1	388	4,44	8,72	0,067	0,089	0,075
2 B	8,0	287	3,00	7,96	0,076	0,152	0,122
3 A	8,1	504	2,84	6,72	0,045	0,048	0,048
3 B	8,1	579	3,34	7,26	0,056	0,102	0,098
3 C	8,1	273	2,80	3,30	0,015	0,028	0,026
4 A	8,1	1'262	3,30	18,14	0,026	0,088	0,067
4 B	8,1	1'195	3,46	16,48	0,008	0,022	0,015
4 C	8,0	1'564	3,30	23,12	0,031	0,075	0,073
11	7,8	201	1,02	2,32	0,031	0,112	0,069
13	7,6	258	2,08	7,22	0,015	0,074	0,018
14	7,1	219	1,30	2,36	0,016	0,090	0,028
17	7,2	109	0,52	1,02	0,012	0,023	0,015
20	7,2	189	0,92	1,92	0,004	0,056	0,015
22	6,6	2'518	1,18	7,00	0,820	4,310	2,870
23	8,0	354	2,96	3,96	0,128	0,142	0,131
24	7,7	727	3,92	8,46	0,388	1,118	0,556
25	-	-	-	-	-	-	-
26	7,1	681	1,90	5,38	0,220	1,580	1,280
27	7,2	462	2,42	3,92	0,775	0,815	0,785

Tableau No 11 Prélèvements des 4 et 5 décembre 1973

Point de prél.	pH à 20°C	Conductivité à 20°C $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Dureté		Phosphore		
			passag. mé/l	totale mé/l	soluble mg P/l	total mg P/l	total eau filtrée mg P/l
00	7,3	300	1,49	2,66	0,028	0,108	0,081
0	7,9	584	2,91	6,74	0,022	0,075	0,045
1	8,3	866	4,42	14,48	0,033	0,090	0,084
2 A	8,2	603	2,95	7,30	0,053	0,091	0,082
2 B	-	-	-	-	-	-	-
3 A	8,2	667	2,61	7,10	0,062	0,105	0,101
3 B	-	-	-	-	-	-	-
3 C	-	-	-	-	-	-	-
4 A	8,1	1'404	3,64	21,08	0,031	0,068	0,062
4 B	-	-	-	-	-	-	-
4 C	-	-	-	-	-	-	-
11	7,7	199	0,97	1,98	0,012	0,045	0,026
13	8,0	636	2,26	7,94	0,031	0,117	0,073
14	7,3	258	1,51	2,24	0,022	0,061	0,045
17	7,5	101	0,71	1,02	0,012	0,029	0,022
20	7,8	222	1,21	2,60	0,012	0,031	0,028
22	7,9	1'943	3,27	5,02	0,490	0,760	0,670
23	8,2	437	2,50	2,62	0,126	0,173	0,153
24	7,8	328	1,24	3,34	0,755	2,090	2,025
25	7,2	1'854	3,06	5,26	0,200	0,342	0,227
26	7,3	775	3,86	8,48	0,090	0,425	0,350
27	7,5	610	3,34	4,40	2,125	3,190	2,870

Tableau No 12 RECAPITULATION DES MOYENNES ANNUELLES DE 1971

Point	Phosphore soluble mg P/l			Phosphore total mg P/l			Phosphore total après filtration mg P/l		
	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.
<u>00</u>	<u>0,043</u>	<u>0,007</u>	<u>0,144</u>	<u>0,149</u>	<u>0,053</u>	<u>0,254</u>	<u>0,070</u>	<u>0,040</u>	<u>0,132</u>
0	0,055	0,027	0,089	0,150	0,048	0,279	0,076	0,048	0,102
1	0,018	0,000	0,040	0,083	0,034	0,222	0,056	0,030	0,105
2A	0,101	0,048	0,245	0,164	0,063	0,516	0,136	0,058	0,287
3A	0,038	0,002	0,077	0,112	0,030	0,220	0,079	0,026	0,166
4A	0,196	0,117	0,281	0,305	0,145	0,487	0,219	0,140	0,296
<u>11</u>	<u>0,016</u>	<u>0,003</u>	<u>0,026</u>	<u>0,097</u>	<u>0,018</u>	<u>0,279</u>	<u>0,043</u>	<u>0,010</u>	<u>0,094</u>
13	0,013	0,003	0,024	0,095	0,010	0,185	0,043	0,006	0,075
<u>14</u>	<u>0,023</u>	<u>0,003</u>	<u>0,054</u>	<u>0,170</u>	<u>0,006</u>	<u>0,284</u>	<u>0,050</u>	<u>0,003</u>	<u>0,023</u>
17A	0,014	0,001	0,031	0,071	0,018	0,178	0,035	0,011	0,072
<u>20</u>	<u>0,005</u>	<u>0,000</u>	<u>0,019</u>	<u>0,057</u>	<u>0,009</u>	<u>0,225</u>	<u>0,019</u>	<u>0,002</u>	<u>0,048</u>
22	0,052	0,000	0,130	2,863	1,782	4,120	2,218	0,755	3,520

Les valeurs soulignées concernent les eaux du Rhône

Tableau No 13 RECAPITULATION DES MOYENNES ANNUELLES DE 1972

Point	Phosphore soluble			Phosphore total			Phosphore total après filtration		
	mg P/l			mg P/l			mg P/l		
	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.
<u>00</u>	<u>0,037</u>	<u>0,015</u>	<u>0,108</u>	<u>0,123</u>	<u>0,069</u>	<u>0,217</u>	<u>0,069</u>	<u>0,031</u>	<u>0,162</u>
0	0,038	0,025	0,076	0,127	0,042	0,221	0,072	0,036	0,143
1	0,028	0,003	0,052	0,092	0,052	0,178	0,052	0,015	0,086
2A	0,138	0,017	0,772	0,262	0,049	1,060	0,190	0,016	0,976
2B	0,136	0,092	0,178	0,300	0,132	0,504	0,265	0,118	0,484
3A	0,035	0,012	0,086	0,086	0,037	0,162	0,056	0,012	0,114
3B	0,027	0,013	0,052	0,063	0,047	0,075	0,045	0,037	0,057
3C	0,018	0,012	0,023	0,030	0,021	0,039	0,028	0,018	0,037
4A	0,234	0,014	0,462	0,344	0,026	0,586	0,283	0,018	0,516
4B	0,123	0,008	0,223	0,809	0,042	0,712	0,265	0,024	0,624
4C	0,223	0,118	0,328	0,404	0,176	0,632	0,285	0,151	0,418
<u>11</u>	<u>0,025</u>	<u>0,002</u>	<u>0,102</u>	<u>0,099</u>	<u>0,039</u>	<u>0,192</u>	<u>0,063</u>	<u>0,025</u>	<u>0,124</u>
13	0,031	0,010	0,050	0,089	0,024	0,198	0,042	0,020	0,097
<u>14</u>	<u>0,045</u>	<u>0,012</u>	<u>0,124</u>	<u>0,096</u>	<u>0,047</u>	<u>0,206</u>	<u>0,067</u>	<u>0,025</u>	<u>0,135</u>
17A	0,039	0,020	0,067	0,088	0,064	0,124	0,057	0,024	0,103
<u>20</u>	<u>0,021</u>	<u>0,004</u>	<u>0,045</u>	<u>0,070</u>	<u>0,048</u>	<u>0,114</u>	<u>0,045</u>	<u>0,017</u>	<u>0,080</u>
22	0,396	0,040	1,246	1,816	1,014	2,480	1,038	0,485	1,904
23	0,078	0,069	0,096	0,231	0,130	0,332	0,133	0,123	0,143
24	0,306	0,072	0,664	0,516	0,178	0,852	0,419	0,142	0,738
25	0,084	0,047	0,148	0,241	0,160	0,324	0,178	0,098	0,304
26*	0,035	--	--	0,317	--	--	0,157	--	--
27*	0,485	--	--	0,832	--	--	0,776	--	--

\* Un seul prélèvement a été effectué en fin 1972.  
Les valeurs soulignées concernent les eaux du Rhône

Tableau No 14 RECAPITULATION DES MOYENNES ANNUELLES DE 1973

Point	Phosphore soluble			Phosphore total			Phosphore total après filtration		
	mg P/l			mg P/l			mg P/l		
	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.
<u>00</u>	<u>0,037</u>	<u>0,020</u>	<u>0,070</u>	<u>0,153</u>	<u>0,052</u>	<u>0,222</u>	<u>0,097</u>	<u>0,041</u>	<u>0,184</u>
0	0,036	0,013	0,070	0,124	0,065	0,233	0,080	0,037	0,141
J	0,077	0,008	0,187	0,168	0,083	0,420	0,131	0,052	0,373
2A	0,093	0,018	0,259	0,192	0,050	0,500	0,151	0,037	0,430
2B	0,359	0,025	1,820	0,450	0,062	2,040	0,396	0,040	1,860
3A	0,040	0,002	0,135	0,117	0,048	0,264	0,067	0,012	0,158
3B	0,166	0,015	0,430	0,221	0,041	0,442	0,193	0,039	0,430
3C	0,023	0,009	0,042	0,076	0,028	0,112	0,047	0,024	0,075
4A	0,057	0,012	0,130	0,142	0,048	0,420	0,121	0,042	0,420
4B	0,127	0,008	0,448	0,202	0,022	0,804	0,155	0,015	0,568
4C	0,052	0,008	0,163	0,104	0,048	0,195	0,075	0,018	0,181
<u>11</u>	<u>0,028</u>	<u>0,003</u>	<u>0,068</u>	<u>0,163</u>	<u>0,042</u>	<u>0,800</u>	<u>0,058</u>	<u>0,018</u>	<u>0,150</u>
13	0,016	0,005	0,031	0,075	0,026	0,135	0,041	0,018	0,082
<u>14</u>	<u>0,028</u>	<u>0,004</u>	<u>0,059</u>	<u>0,086</u>	<u>0,050</u>	<u>0,128</u>	<u>0,052</u>	<u>0,018</u>	<u>0,090</u>
17A	0,037	0,004	0,105	0,126	0,023	0,555	0,060	0,015	0,156
<u>20</u>	<u>0,013</u>	<u>0,002</u>	<u>0,028</u>	<u>0,066</u>	<u>0,026</u>	<u>0,116</u>	<u>0,032</u>	<u>0,015</u>	<u>0,051</u>
22	1,133	0,490	1,920	2,886	0,760	4,310	2,490	0,670	3,580
23	0,099	0,003	0,396	0,154	0,048	0,492	0,124	0,028	0,449
24	0,315	0,076	0,755	0,773	0,297	2,090	0,563	0,233	2,025
25	0,181	0,031	0,494	0,279	0,095	0,692	0,224	0,065	0,578
26	0,077	0,005	0,220	0,460	0,056	1,580	0,268	0,034	1,280
27	1,317	0,076	5,200	2,683	0,410	6,840	2,228	0,157	5,260

Les valeurs soulignées concernent les eaux du Rhône

Tableau No 15 COMPARAISONS ENTRE LES ANNEES 1971, 1972 et 1973

Point	Phosphore soluble			Phosphore total			Phosphore total après filtration		
	mg P/l			mg P/l			mg P/l		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973
<u>00</u>	<u>0,043</u>	<u>0,037</u>	<u>0,037</u>	<u>0,149</u>	<u>0,123</u>	<u>0,153</u>	<u>0,070</u>	<u>0,069</u>	<u>0,097</u>
0	0,055	0,038	0,036	0,150	0,127	0,124	0,076	0,072	0,080
1	0,018	0,028	0,077	0,083	0,092	0,168	0,056	0,052	0,131
2A	0,101	0,138	0,093	0,164	0,262	0,192	0,136	0,190	0,151
2B	--	0,136	0,359	--	0,300	0,450	--	0,265	0,396
3A	0,038	0,035	0,040	0,112	0,086	0,117	0,079	0,056	0,067
3B	--	0,027	0,166	--	0,063	0,221	--	0,045	0,193
3C	--	0,018	0,023	--	0,030	0,076	--	0,028	0,047
4A	0,196	0,234	0,057	0,305	0,344	0,142	0,219	0,283	0,121
4B	--	0,123	0,127	--	0,809	0,202	--	0,265	0,155
4C	--	0,223	0,052	--	0,404	0,104	--	0,285	0,075
<u>11</u>	<u>0,016</u>	<u>0,025</u>	<u>0,028</u>	<u>0,097</u>	<u>0,099</u>	<u>0,163</u>	<u>0,043</u>	<u>0,063</u>	<u>0,058</u>
13	0,013	0,031	0,016	0,095	0,089	0,075	0,043	0,042	0,041
<u>14</u>	<u>0,023</u>	<u>0,045</u>	<u>0,028</u>	<u>0,170</u>	<u>0,096</u>	<u>0,086</u>	<u>0,050</u>	<u>0,067</u>	<u>0,052</u>
17A	0,014	0,039	0,037	0,071	0,088	0,126	0,035	0,057	0,060
<u>20</u>	<u>0,005</u>	<u>0,021</u>	<u>0,013</u>	<u>0,057</u>	<u>0,070</u>	<u>0,066</u>	<u>0,019</u>	<u>0,045</u>	<u>0,032</u>
22	0,052	0,396	1,133	2,863	1,816	2,886	2,218	1,038	2,490
23	--	0,078	0,099	--	0,231	0,154	--	0,133	0,124
24	--	0,306	0,315	--	0,516	0,773	--	0,419	0,563
25	--	0,084	0,181	--	0,241	0,279	--	0,178	0,224
26	--	0,035	0,077	--	0,317	0,460	--	0,157	0,268
27	--	0,485	1,317	--	0,832	2,683	--	0,776	2,228

Les valeurs soulignées concernent les eaux du Rhône.

INFLUENCE DES REJETS DES STATIONS D'EPURATION  
SUR LA QUALITE DE L'EAU DES RECEPTEURS

Campagne 1973

L. Thélin  
Docteur es sciences  
Chef du service des contrôles de pollution  
Département des travaux publics  
Genève

1. INTRODUCTION

L'étude du fonctionnement des stations d'épuration s'est poursuivie pendant l'année 1973 sur les cinq stations d'Aïre, Grand-Saconnex, Vidy, Pully et Thonon (voir figure 1 et tableau 1).

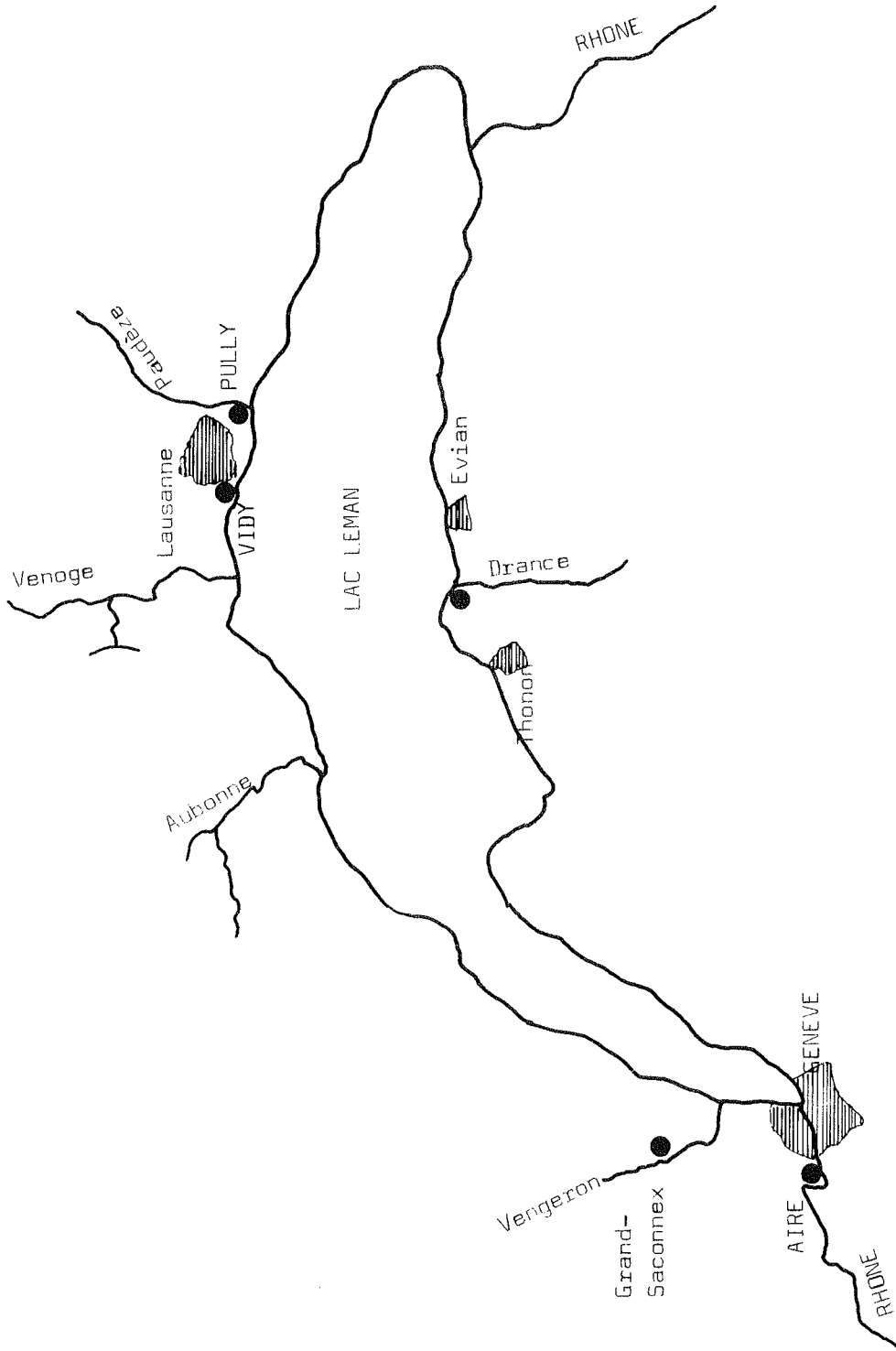
Les contrôles de ces stations ont toujours été effectués sur des prélèvements moyens sur 24 Heures, et leur nombre a été plus important qu'en 1972 puisque quatre stations ont été contrôlées régulièrement un fois par mois (Aïre, Vengeron, Vidy, Pully).

En plus de ces contrôles mensuels, la station de Vidy a été l'objet de deux campagnes de sept jours consécutifs. La station d'épuration de Thonon n'a été contrôlée que trois fois.

Cependant, le programme prévu au plan quinquennal n'a pas pu être réalisé sur différents points:

- a) Aucun résultat pour les stations de Nyon, Gimel et Pent haz-Cossonnay n'a été communiqué à la Commission Internationale.
- b) Les prélèvements sur les cours d'eau récepteurs n'ont été effectués que dans le cadre de l'étude des affluents, ce qui ne permet pas d'évaluer l'influence des rejets sur la qualité de l'eau.

EMPLACEMENT DES STATIONS D'EPURATION ETUDIEES





## 2. MARCHE DES STATIONS DU GRAND-SACONNEX DE 1968 à 1973 ET DE VIDY 1972 - 1973

---

La comparaison des résultats 1973 avec ceux d'années précédentes n'est possible que pour la station du Grand-Saconnex (Vengeron) de 1968 à 1973 (sauf 1970) et pour la station de Vidy 1972 - 1973. Le tableau 3 montre les variations du rendement d'épuration pour les principaux paramètres.

On observe à la station du Grand-Saconnex, après plusieurs années de stabilité relative, une baisse d'efficacité pour la DBO, l'oxydabilité et la DCO. Au contraire, il y a une forte augmentation de l'élimination du phosphore. Ces phénomènes coïncident avec la mise en service (intermittente) et le réglage des installations de déphosphatation.

Pour la station d'épuration de Vidy, on constate une baisse généralisée de rendement. Il faut cependant remarquer que les moyennes étaient calculées en 1972 sur trois prélèvements seulement, et étaient donc moins représentatives que celles de 1973, calculées sur 23 échantillons.

Le tableau 4 compare les résultats obtenus au Grand-Saconnex pendant les 5 années prises en considération avec les normes légales en vigueur.

### 3. EFFICACITE DES STATIONS D'EPURATION

---

L'appréciation de l'efficacité des installations d'épuration a été faite comme en 1972 en comparant la composition de l'eau traitée à celle de l'eau brute.

Les valeurs numériques, exprimées en %, représentent donc l'élimination effectuée dans la station d'épuration ou le rendement d'épuration (voir tableau 5).

#### Matières totales en suspension

L'ensemble des stations d'épuration présente une élimination élevée, variant de 78 à 91 %.

#### DBO5

Élimination élevée de 76 à 90 %.

#### Oxydabilité au permanganate

Le pourcentage d'élimination est variable et généralement plus faible, de 47 à 73 %.

#### DCO

L'élimination des matières oxydables est faible à la station d'Aïre (30 %) et généralement moyenne dans les autres stations (62 - 75 %).

#### Nitrites

L'eau brute des stations d'Aïre, du Vengeron et de Thonon ne contenant pas de nitrite, on observe une formation plus ou moins abondante suivant les stations. A Pully il y a augmentation de 10 %. Seule la station de Vidy présente une diminution de 47 %.

#### Phosphore et orthophosphate

Seule la station d'épuration de Vidy est munie d'installation de déphosphatation en service. L'élimination est élevée ( 83 et 87 % respectivement ).

La station du Grand-Saconnex, avec déphosphatation intermittente, et celle de Thonon, éliminent environ la moitié des phosphores.

Pour les stations d'Aïre et de Pully, sans déphosphatation, l'élimination est très faible. Il y a même augmentation des orthophosphates à Pully.

#### Azote total

L'élimination de l'azote total, dans les trois stations (Aïre, Grand-Saconnex, Thonon) pour lesquelles on dispose d'analyse, varie de 31 à 53 %.

### 4. RESPECT DES EXIGENCES OFFICIELLES

La comparaison des résultats analytiques obtenus sur les effluents des stations permet de mesurer les progrès qu'il est encore nécessaire de faire pour respecter les normes de rejets adoptées par la Commission Internationale du Léman (norme franco-suisse) aussi bien que celles utilisées dans les deux pays. Le tableau 5 permet une comparaison rapide.

#### Matières en suspension

Cette norme est respectée par les stations de Pully, du Vengeron et d'Aïre, et légèrement dépassée à Vidy. Les deux prélèvements effectués à Thonon montrent un résultat de près du double de la norme.

#### DBO

Seule la station de Pully respecte, et fort bien, la norme de 20 mg/l. Toutes les autres stations la dépassent plus ou moins (de 23 pour Vidy à 33 pour Thonon).

#### Oxydabilité au permanganate

Une seule station (Pully) respecte cette norme. Le dépassement est minime à Thonon et près du double à Aïre.

#### DCO

Norme respectée à Aïre et au Grand-Saconnex. Dépassée à Vidy et presque triplée à Thonon.

#### Azote total

Norme respectée à Thonon et très largement dépassée à Aïre et au Vengeron. Il faut cependant remarquer la très forte charge en azote de ces deux stations. Pas de résultats pour les deux autres stations.

#### Nitrites

Bien que la concentration en nitrite augmente dans quatre stations, cette norme est généralement respectée.

Seule la station du Vengeron la dépasse. Cette station est la seule étudiée fonctionnant en oxydation totale.

#### Phosphore

Seule la station de Vidy respecte la norme des orthophosphates et s'approche de celle du phosphore total.

Les stations d'Aïre et de Pully, sans déphosphatation, dépassent de beaucoup ces normes.

Les installations du Vengeron et de Thonon ne les respectent pas non plus.

## 6. CONCLUSIONS

1. Les contrôles communiqués à la Commission ont été plus régulièrement exécutés en 1973 qu'en 1972. Tous les prélèvements ayant été faits sur 24 heures et dans quatre stations sur 5 mensuellement.

Malheureusement, 3 stations prévues au programme quinquennal n'ont pas été contrôlées et la Commission n'a pas été tenue au courant des contrôles effectués sur les autres stations du bassin lémanique.

2. L'efficacité des 5 stations étudiées est très variable suivant les stations où le critère est considéré. Les pourcentages d'efficacité de rendement sont souvent élevés. Cependant les normes légales sont rarement respectées et parfois largement dépassées.
3. Pour ce qui est du troisième stade d'épuration (déphosphatation), il faut remarquer le long délai entre la décision d'équiper une station et la mise en service des installations. Tant est si bien que sur quatre stations annoncées en 1973 comme équipées, une seule déphosphatait réellement, une procédait à des essais et deux autres n'éliminaient pas les phosphates.

Le rapporteur 1973, se voit donc contraint de reprendre, une fois de plus, les conclusions de son prédécesseur :

- il ne suffit pas de construire des stations d'épuration pour avoir résolu le problème de l'épuration des eaux usées...  
Il faut encore en contrôler rigoureusement le fonctionnement et s'assurer que l'effluent satisfait aux directives de rejet. Alors seulement il sera possible d'espérer une amélioration de notre lac.

Tableau No 1

CARACTERISTIQUES DES STATIONS D'EPURATION ETUDIEES EN 1973

Aïre - Genève	<p>Mécano-biologique par boues activées</p> <p>Pas de déphosphatation</p> <p>Exutoire : Rhône</p> <p>Capacité nominale : 400'000 éq-hab.</p> <p>Population raccordée : 290'000 éq-hab.</p>
Grand-Saconnex (Vengeron) Genève	<p>Oxydation totale par boues activées</p> <p>Déphosphatation en service (intermittent)</p> <p>Exutoire : Vengeron/Léman</p> <p>Capacité nominale : 5'000 éq-hab.</p> <p>Population raccordée : 3'000 éq-hab.</p>
Vidy - Lausanne	<p>Mécano-biologique par boues activées</p> <p>Déphosphatation en service</p> <p>Exutoire : Léman</p> <p>Capacité nominale : 220'000 éq-hab.</p> <p>Population raccordée : 220'000 éq-hab.</p>
Pully - Vaud	<p>Mécano-biologique par boues activées</p> <p>Déphosphatation dès fin 1973</p> <p>Exutoire : Paudèze/Léman</p> <p>Capacité nominale : 30'000 éq-hab.</p> <p>Population raccordée : 12'000 éq-hab.</p>
Thonon - Hte Savoie	<p>Mécano-biologique par boues activées</p> <p>Déphosphatation (pas en service en 1973)</p> <p>Exutoire : Dranse/Léman</p> <p>Capacité nominale : 114'000 éq-hab.</p> <p>Population raccordée : 56'000 éq-hab.</p>

Aucune analyse des stations de Nyon, Gimel, Pent haz n'a été communiquée à la Commission Internationale pour l'année 1973.

Tableau No 2

CONTROLES EFFECTUES SUR LES STATIONS DONT LES RESULTATS EN 1973  
ONT ETE COMMUNIQUEES A LA COMMISSION INTERNATIONALE

Points de prélèvement	Dates	Nombre et durée des prélèvements
Aire : Entrée Entrée décantation Entrée aération Sortie	4.1 - 30.1 - 28.2 - 27.3 - 30.4 - 29.5 - 26.6 - 31.7 - 4.9 - 2.10 - 30.10 - 28.11 .	12 x 24 h
Grand-Saconnex (Vengeron) Entrée Sortie	4.1 - 30.1 - 28.2 - 27.3 - 30.4 - 29.5 - 26.6 - 31.7 - 4.9 - 2.10 - 30.10 - 28.11 .	12 x 24 h
Vidy : Entrée Sortie	9.1 - 6.2 - <u>26.2 -</u> <u>27.2 - 1.3 - 2.3 - 3.3 -</u> <u>4.3 - 3.4 - 8.5 - 29.5 -</u> <u>25.6 - 26.6 - 27.6 -</u> <u>28.6 - 29.6 - 30.6 -</u> <u>1.7 - 12.9 - 3.10 -</u> 6.11 - 5.12 .	23 x 24 h dont 2 séries de 7 jours consécutifs ( février et juin ).
Pully : Entrée Sortie	6.2 - 27.2 - 3.4 - 8.5 - 29.5 - 26.6 - 4.9 - 9.10 .	10 x 24 h
Thonon : Entrée Sortie	22.5 - 12.9 - ( 23.11 )*	3 x 24 h

\* Il n'a pas été tenu compte dans le calcul des moyennes des résultats aberrants du contrôle du 23 novembre : Latières en suspension 6 fois plus fortes à la sortie qu'à l'entrée et forte augmentation de tous les autres paramètres. Résultats qui ne peuvent être expliqués que par un accident ou une fausse manoeuvre.

Tableau No 3

VARIATION DE LA COMPOSITION EAU TRAITÉE/EAU BRUTE (RENDEMENT D'EPURATION) POUR LES STATIONS DU VENGÉRON ET DE VIDY									
	VENGÉRON					VIDY			
	1968	1969	1971	1972	1973	1972	1973	1972	1973
Matières totales en susp.	- 89 %	- 87	- 88	- 83	- 78	- 94	- 83	- 94	- 83
DBO <sub>5</sub> jours	- 86	- 86	- 90	- 90	- 79	- 90	- 81	- 90	- 81
Oxydabilité au permanganate	- 67	- 73	- 73	- 72	- 69	- 78	- 70	- 78	- 70
DCO	-	-	- 80	- 81	- 62	-	- 74	-	- 74
Orthophosphate	-	-	- 7	- 18	- 70	- 90	- 87	- 90	- 87
Phosphore total	-	-	- 10	- 15	- 58	- 84	- 82	- 84	- 82

Tableau No 4

EFFLUENT DE LA STATION D'EPURATION DU VENGÉRON Prélèvements moyens sur 24 heures

	Noirnes légalés	1968	1969	1971	1972	1973
Matières totales en suspension mg/l Moyenne annuelle Maximum observé	20 -	12 20	15 33	13 16	15 26	19 21
DBO5 Moyenne annuelle mg/l Maximum observé	20 -	15 20	18 24	17 31	15 30	27 51
Oxydabilité au permanganate Moyenne annuelle mg/l Maximum observé	60 -	70 103	68 84	75 93	75 93	79 108
Demande chimique en oxygène mg/l Moyenne annuelle Maximum observé	50 -	- -	- -	40 74	32 48	42 66
Nitrites mg N/l Moyenne annuelle Maximum observé	0,3	0,5* 1,3*	0,3* 1,-*	0,7 1,8	0,4 1,0	0,5 1,4
Azote total mg N/l Moyenne annuelle Maximum observé	10 -	67 * 123 *	79 * 210 *	99 161	99 224	133 289
Phosphates mg P/l Moyenne annuelle Maximum observé	0,7	6,1* 8,3*	3,9* 7,5*	7,6 10,7	7,5 11,2	2,8 7,9

\* analyses sur prélèvements instantanés

Tableau No 5

## COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS AVEC LES EXIGENCES LOCALES

Analyses	stations d'épuration	eau brute mg/l	eau traitée mg/l	variations eau traitée eau brute %	exigences moyennes sur 24 h.
Matières en suspension	Aïre	99	20	- 80	Franco-suisse  <u>20 mg/l</u>
	Vengeron	86	19	- 78	
	Vidy	137	22	- 84	
	Pully	138	12	- 91	
	Thonon	194	39	- 80	
DBO <sub>5</sub>	Aïre	109	26	- 76	Franco-suisse  <u>20 mg/l</u>
	Vengeron	132	27	- 80	
	Vidy	127	23	- 82	
	Pully	108	10	- 80	
	Thonon	170	33	- 80	
DCO	Aïre	80	57	- 30	Franco-suisse  <u>60 mg/l</u>
	Vengeron	112	42	- 62	
	Vidy	286	72	- 75	
	Pully	-	-	-	
	Thonon	532	173	- 67	
Oxydabilité au permanganate	Aïre	241	113	- 53	exigences Suisse  <u>60 mg/l</u>  pas d'exigences françaises  ./.
	Vengeron	261	80	- 70	
	Vidy	264	77	- 71	
	Pully	217	59	- 73	
	Thonon	120	64	- 47	



Tableau No 5 suite

## COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS AVEC LES EXIGENCES LOCALES

Analyses	stations d'épuration	eau	eau	variations	exigences moyennes sur 24 h.
		brute mg/l	traitée mg/l	eau traitée eau brute %	
Azote total	Aïre	172	116	- 32	exigences françaises <u>10 mg N/l</u>
	Vengeron	196	133	- 31	
	Vidy	-	-	-	
	Pully	-	-	-	
	Thonon	21	10	- 53	
Nitrites	Aïre	0	0,275	+	exigences helvétiques <u>0,3 mg N/l</u>
	Vengeron	0	0,490	+	
	Vidy	0,202	0,108	- 47	
	Pully	0,217	0,239	+ 10	
	Thonon	0	0,021	+	
Phosphore total	Aïre	7,0	6,9	- 0,5	Franco-suisse <u>1,0 mg P/l</u> ou au moins 85 % d'élimi- nation
	Vengeron	10,4	4,4	- 58	
	Vidy	6,5	1,1	- 83	
	Pully	9,0	6,7	- 25	
	Thonon	6,1	3,3	- 46	
Orthophospha- tes	Aïre	6,9	6,3	- 10	exigences suisses <u>0,7 mg P/l</u> sur 24 h.
	Vengeron	9,5	2,8	- 70	
	Vidy	3,0	0,4	- 87	
	Pully	3,7	4,5	+ 23	
	Thonon	4,5	2,2	- 52	

Tableau No 6

STATION D'EPURATION D'AIRE/GE		Composition moyenne des eaux				
ANNEE : 1973		Maxima annuels				
ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (24 heures) Moyennes sur 12 échantillons						
ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute	
	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%	
Matières totales en suspension	mg /l	99,5	174	20,3	39	- 79,6
Matières organiques en suspension	mg /l	66,8	120	13,4	29	- 80
Turbidité	U.I.					
pH						
Azote ammoniacal	mg N /l	11,35	19,20	14,841	21,600	+ 30,7
Azote nitreux	mg N /l	0	0	0,275	0,700	-
Azote nitrique	mg N /l	0,22	0,45	2,61	6,45	+ 1086
Azote minéral tot.	mg N /l	11,57	19,45	17,726	22,550	+ 53,2
Azote organique	mg N /l	160,92	398,10	98,470	209,50	- 38,9
Azote total	mg N /l	172,49	410,18	116,196	221,300	- 32,7
Chlorures	mg Cl /l	35,33	41,0	32,16	43,0	- 9
Orthophosphates	mg P /l	6,925	8,700	6,273	8,950	- 10
Phosphore organique	mg P /l	0,106	2,000	0,718	1,950	+ 577
Phosphore total	mg P /l	7,031	8,900	6,991	9,700	- 0,5
D.B.O. 5 jours	mg O <sub>2</sub> /l	109	170	26	48	- 76
Détergents	mg ABS /l	2,7	4,05	0,75	1,85	- 72,3
D.C.O. (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	mg O <sub>2</sub> /l	80	128	56,6	112,2	- 30
Oxydabilité	mg KMnO <sub>4</sub> /l	241	419	113	153	- 53
Test de putrescibilité au bleu de méthylène		7 tests > 5 jours sur 11 tests				

Tableau No 7

STATION D'EPURATION DE VENGERON		Composition moyenne des eaux				
ANNEE : 1973		Maxima annuels				
ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (24 Heures) Moyennes sur 12 échantillons						
ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute	
	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%	
Matières totales en suspension	mg /l	86,5	152	19	33	- 78,1
Matières organiques en suspension	mg /l	64,2	102	10,7	21	- 83,4
Turbidité	U.I.	-	-	-	-	
pH		-	-	-	-	
Azote ammoniacal	mg N /l	19,90	27	7,56	22,50	- 62,1
Azote nitreux	mg N /l	0	0	0,49	1,40	-
Azote nitrique	mg N /l	0,26	0,33	9,33	14,50	+ 3488
Azote minéral tot.	mg N /l	20,16	27,25	17,38	27,50	- 13,8
Azote organique	mg N /l	175,94	314,10	116,56	275,10	- 33,8
Azote total	mg N /l	196,10	332,25	133,94	289,10	- 31,7
Chlorures	mg Cl /l	41	58	43	68	+ 4,8
Orthophosphates	mg P /l	9,45	11,7	2,84	7,95	- 70
Phosphore organique	mg P /l	0,92	2,05	1,52	4,55	+ 65,2
Phosphore total	mg P /l	10,37	13,00	4,36	8,25	- 58
D.B.O. 5 jours	mg O <sub>2</sub> /l	132	209	27	51	- 79,7
Détergents	mg ABS /l	4,4	6,0	0,48	1	- 89,9
D.C.O. (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	mg O <sub>2</sub> /l	111	144,3	42	65,8	- 62,3
Oxydabilité	mg KMnO <sub>4</sub> /l	261	387	79	108	- 69,7
Test de putrescibilité au bleu de méthylène		12 tests > 5 jours sur 12 tests				

Tableau No 8

STATION D'EPURATION DE VIDY		Composition moyenne des eaux				
ANNEE : 1973		Maxima annuels				
ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (24 Heures) Moyennes sur 23 échantillons						
ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute	
	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%	
Matières totales en suspension	mg /l	136,8	322	22,5	57	- 83,6
Matières totales décantables en 2 h	m1 /l	2,3	4	0,1	1,3	- 95,7
Turbidité	U.I.	-	-	27,6	-	
pH		7,48	7,7	7,47	7,7	-
Azote ammoniacal	mg N /l	11,124	15,560	8,706	12,450	- 21,8
Azote nitreux	mg N /l	0,202	1,111	0,108	0,440	- 46,6
Azote nitrique	mg N /l	0,313	1,000	0,310	0,750	- 1
Azote minéral tot.	mg N /l	11,647	16,791	9,126	12,662	- 21,7
Azote organique	mg N /l	-	-	-	-	
Azote total	mg N /l	-	-	-	-	
Chlorures	mg Cl /l	53,8	124	78,4	137	+ 45,7
Orthophosphates	mg P /l	3,050	5,935	0,398	1,107	- 87,0
Phosphore organique	mg P /l	3,436	5,732	0,727	1,426	- 78,9
Phosphore total	mg P /l	6,486	8,993	1,140	2,533	- 82,5
D.B.O. 5 jours	mg O <sub>2</sub> /l	127,5	206	23,3	50,5	- 81,8
Détergents	mg ABS /l	2,1 *	2,7	1,5	3	- 28,6
D.C.O. (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	mg O <sub>2</sub> /l	286,1	540	72	108	- 74,9
Oxydabilité	mg KMnO <sub>4</sub> /l	264,4	485	77,1	115	- 70,9
Test de putrescibilité au bleu de méthylène		15 tests > 5 jours sur 21 tests				
Potassium	mg K /l	10,5	13,5	10,6	12,9	+ 1

\* Détergents : moyenne sur 7 analyses Eau brute

Tableau No 9

STATION D'EPURATION DE PULLY		Composition moyenne des eaux				
ANNEE : 1973		Maxima annuels				
ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (24 heures) Moyennes sur 8 échantillons						
ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute	
	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%	
Matières totales en suspension	mg /l	137,7	224	12,3	30	- 91
Matières totales décantables en 2 h.	ml /l	2,4	4,2	0	0	- 100
Turbidité	U.I.	115	18			-
pH		7,6	8,4	7,4	8	
Azote ammoniacal	mg N /l	16,601	31,030	11,606	21,910	- 30,1
Azote nitreux	mg N /l	0,217	0,460	0,239	0,457	+ 10,1
Azote nitrique	mg N /l	0,467	1,570	2,616	7,14	+ 460,1
Azote minéral tot.	mg N /l	17,285	31,213	14,461	22,050	- 16,3
Azote organique	mg N /l	-	-	-	-	
Azote total	mg N /l	-	-	-	-	
Chlorures	mg Cl /l	52,9	67,3	50,5	79,5	- 4,5
Orthophosphates	mg P /l	3,683	7,190	4,537	9,200	+ 23,1
Phosphore organique	mg P /l	5,353	8,604	2,212	5,536	- 58,6
Phosphore total	mg P /l	9,036	11,30	6,749	11,0	- 25,3
D.B.O. 5 jours	mg O <sub>2</sub> /l	108	178	10,4	16	- 90,4
Détergents	mg ABS /l	-	-	0,39	0,64	(5 échan.)
D.C.O. (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	mg O <sub>2</sub> /l	-	-	-	-	
Oxydabilité	mg KMnO <sub>4</sub> /l	217	290	59	79	- 72,8
Test de putrescibilité au bleu de méthylène		8 tests > 5 jours sur 8 tests				
Potassium	mg K <sup>+</sup> /l	10,7	12,8	10,3	12,9	- 3,7

Tableau No 10

STATION D'EPURATION DE THONON		Composition moyenne des eaux				
ANNEE : 1973		Maxima annuels				
ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (24 heures) Moyennes sur 2 échantillons						
ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute	
	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%	
Matières totales en suspension	mg /l	189	193	38,6	47	-- 79,8
Matières totales décantables en 2 h.	ml /l	10,5	10,6	1,3	1,6	-- 87,7
Turbidité	U.I.	--	--	--	--	--
pH		7,7	7,7	7,9	7,9	--
Azote ammoniacal	mg N /l	11,075	11,150	7,033	8,600	-- 36,5
Azote nitreux	mg N /l	0,001	0,001	0,021	0,042	--
Azote nitrique	mg N /l	0,323	0,600	0,200	0,370	--
Azote minéral tot.	mg N /l	11,398	11,600	7,254	0,602	-- 38,1
Azote organique	mg N /l	9,890	14,100	3,000	4,450	-- 69,7
Azote total	mg N /l	21,288	25,700	10,270	13,100	-- 51,8
Chlorures	mg Cl /l	--	--	--	--	--
Orthophosphates	mg P /l	4,47	4,65	2,16	3,2	-- 51,7
Phosphore organique	mg P /l	3,26	4,20	1,14	1,59	-- 65,1
Phosphore total	mg P /l	7,73	8,19	3,30	4,79	-- 57,4
D.B.O. 5 jours	mg O <sub>2</sub> /l	170	204	33	45	-- 80,6
Détergents	mg ABS /l	--	--	--	--	--
D.C.O. (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	mg O <sub>2</sub> /l	532	577	173	213	-- 67,5
Oxydabilité	mg KMnO <sub>4</sub> /l	120	137	64	79	-- 46,7
Test de putrescibilité au bleu de méthylène		--	--	--	--	--

## ETUDE BIOLOGIQUE PROSPECTIVE

Campagne 1973

par Jean Pelletier

avec la collaboration technique

de Jean-Paul Moille

Station d'Hydrobiologie lacustre  
INRA

Comme l'année précédente, deux types d'essais biologiques ont été effectués au cours de la campagne 1973 : des tests de fertilité potentielle réalisés au laboratoire avec une souche d'algue "standard" et des essais d'enrichissement de l'eau du lac portant sur du phyto-plancton incubé in situ.

## 1. TESTS DE FERTILITE POTENTIELLE

### 1.1. Méthode

Le développement d'une souche d'algue spécialement sélectionnée, ensemencée dans l'eau à tester et incubée dans des conditions "standard" donne une indication sur la fertilité potentielle du milieu étudié. Le résultat obtenu présente un caractère intégrateur ; il fait intervenir en effet l'ensemble des conditions trophiques du milieu étudié, y compris d'éventuels facteurs inhibiteurs.

En 1973, les prélèvements ont eu lieu chaque mois, selon le programme prévu par la Sous-Commission Technique. Des échantillons d'eau brute ont été prélevés dans le Léman d'une part à la profondeur de 5 m, aux points SHL 1, SHL 2 et SHL 6, d'autre part dans la zone la plus profonde du lac, c'est-à-dire au point SHL 2, à 1 m du fond (profondeur : 308 m environ). Par ailleurs, des échantillons ont été recueillis dans le Rhône du Valais au point VS 1, et dans la Dranse au niveau du point de la Douceur et près de l'embouchure, sur la rive droite et sur la rive gauche. Ce dernier point se situe immédiatement en amont de la station d'épuration de Thonon.

Suivant la méthode standard (Algal Assay Procedure ou AAP, 1971) les échantillons d'eau brute sont traités sans délais par filtration sur membrane Millipore de type HA qui retient tous les organismes et particules de taille supérieure ou égale à 0,45  $\mu$ . Chaque échantillon est réparti dans trois flacons en verre pyrex transparent de 500 ml. On procède ensuite à l'ensemencement et à l'incubation.

Dans chaque flacon est introduit 1 ml d'une suspension de *Selenastrum capricornutum* Printz préalablement lavée puis diluée par de l'eau du lac filtrée, de telle sorte que la concentration initiale soit ajustée à 1000 cellules/ml. La souche utilisée provient du laboratoire de Corvallis (USA) et est cultivée dans un milieu standard, selon les normes de l'AAP. Comme les années précédentes, les échantillons sont fixés sur un incubateur vertical rotatif et exposés à un éclairage de 4000 lux, la température étant réglée à  $24 \pm 1^\circ \text{C}$ .

Des incubations secondaires de courte durée réalisées après addition de carbone 14 permettent de déterminer l'intensité de l'assimilation chlorophyllienne de chaque culture. Pour effectuer une telle détermination un échantillon secondaire est prélevé dans la culture initiale (flacon de 500 ml) et introduit dans un flacon transparent de 25 ml. On ajoute alors 0,5 ml d'une solution de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  marquée au C 14 dont l'activité correspond à 2,5 microcuries. L'échantillon ainsi enrichi est exposé à nouveau à 4000 lux sur l'incubateur rotatif pendant 3 heures exactement. Puis les algues sont recueillies par filtration sur membrane Millipore de 0,8  $\mu$  de porosité et leur activité est mesurée à l'aide d'un compteur GM à fenêtre mince. De telles opérations sont réalisées quotidiennement au début de l'expérience (3 à 5 jours), puis tous les 2 ou 3 jours par la suite. Elles portent sur l'ensemble des échantillons répartis en 3 séries parallèles. Les tests n'exèdent pas une quinzaine de jours.

Connaissant la radioactivité introduite dans le milieu (C 14 de la solution) et la radioactivité du phytoplancton (C 14 assimilé), il est possible de déterminer le taux d'assimilation de la culture. En faisant intervenir par ailleurs la teneur en carbone minéral dissous (C total) calculée à partir du pH et de l'alcalinité, on détermine la quantité de carbone assimilé au cours des 3 heures d'incubation. La description des techniques de mesure et d'étalonnage ainsi que le détail des calculs figurent dans le rapport relatif à la campagne 1972.

## 1.2. Résultats et discussion

L'intensité de l'assimilation chlorophyllienne, exprimée par la quantité de carbone assimilé en 3 heures, constitue une mesure de production de matière organique. Cette grandeur nous renseigne sur l'accroissement de la biomasse, déduction faite de la quantité de matière dégradée au cours des processus métaboliques (respiration, excrétion). Mesurée sur un intervalle de temps restreint, la production nette  $P$  correspond à la dérivée de la biomasse par rapport au temps. Elle exprime un phénomène dynamique.

$$P = \frac{dB}{dt}$$

Sur le plan de la physiologie algale, le maximum de production intervient à la fin de la période de croissance exponentielle, au moment où un facteur limitant commence à se manifester. C'est pourquoi, cette valeur représente un critère quantitatif de fertilité particulièrement intéressant.



Toutefois les indications fournies par le développement de l'algue test ne peuvent se résumer à ce seul critère. L'allure de la courbe de croissance apporte des informations indispensables à l'interprétation des tests, notamment lorsqu'interviennent des effets inhibiteurs.

Les résultats sont présentés sous forme de 12 graphiques correspondant à chaque mois et groupant les courbes de production potentielle relative aux 8 échantillons étudiés. (fig. 1 à 12). Les valeurs portées sur les graphiques représentent en fait une moyenne établie à partir des 3 sous-échantillons traités parallèlement. La production figure sur une échelle logarithmique et le temps sur une échelle linéaire.

### 1.2.1. Fertilité potentielle des affluents

Examinons en premier lieu la pente initiale des courbes de production potentielle. Dans le cas des affluents (courbes en pointillés et en tirets) on observe généralement une pente très relevée qui se dessine pendant les 3 à 5 premiers jours d'incubation. Cette caractéristique indique un milieu fertile et convenant bien à la croissance des algues; ces dernières s'y développent sans qu'apparaisse un temps de latence, du fait de l'absence de facteur inhibiteur.

Toutefois certains échantillons provenant des rivières présentent occasionnellement des caractères très différents. C'est le cas des eaux prélevées dans les stations suivantes : (Les graphiques sont rassemblés en fin du rapport )

- Dranse rive gauche en janvier (fig. 1)
- Dranse rive droite en février (fig. 2)
- Dranse rives droite et gauche en juin (fig. 6)
- Dranse rive gauche en août (fig. 8)
- Dranse rive gauche en septembre (fig. 9).

Dans ces échantillons, la production potentielle plafonne à un niveau très bas pendant une période prolongée. La courbe correspondante reste en palier ou décrit de petites oscillations irrégulières. Un tel comportement de l'algue test indique l'existence d'un facteur inhibiteur. Par ailleurs l'analyse physico-chimique montre bien que les teneurs en éléments nutritifs sont satisfaisantes, ce qui confirme l'interprétation des tests. Cette observation suggère la présence dans le milieu de substances toxiques qui perturbent le développement des algues et masquent la fertilité réelle.

Aucun effet inhibiteur marqué n'a été mis en évidence dans les échantillons prélevés dans le Rhône du Valais ni dans la Dranse au niveau du pont de la Douceur, mais il apparaît que des produits toxiques vis-à-vis des algues sont occasionnellement déversés dans la Dranse à proximité de l'embouchure.

Parfois le facteur inhibiteur se trouve neutralisé au bout d'un certain temps (biodégradation, réaction chimique, complexation), situation qui se traduit par l'apparition tardive d'un pic de production potentielle. L'échantillon prélevé dans la Dranse rive gauche en janvier (fig. 1) illustre bien ce phénomène; il présente en effet au 10ème jour d'incubation un pic de production relativement important.

Les maxima de production potentielle sont souvent directement liés à la pente qui les précède (cas de la figure 1 par exemple), mais ils permettent parfois de différencier des échantillons caractérisés par des pentes initiales très voisines (cas des fig. 4 et 11 en particulier).

Ces valeurs, généralement élevées, varient considérablement. Afin d'évaluer la fertilité globale de chaque affluent étudié, nous avons calculé la moyenne annuelle des maxima de production potentielle mesurés chaque mois. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

- Rhône amont (points VS 1) : 296 mg C/m<sup>3</sup> en 1 heure
- Dranse pont de la Douceur : 108 mg C/m<sup>3</sup> en 1 heure
- Dranse rive droite : 157 mg C/m<sup>3</sup> en 1 heure
- Dranse rive gauche : 53 mg C/m<sup>3</sup> en 1 heure

Au cours de l'année 1973, le Rhône valaisan apparaît beaucoup plus fertile que la Dranse au niveau du point de la Douceur. Dans le cas de cette dernière, les apports provenant de la rive droite tendent à accroître légèrement la fertilité apparente, alors que ceux qui se déversent par la rive gauche ont un effet inhibiteur nettement dominant qui masque l'influence de la charge eutrophisante réelle.

### 1.2.2. Fertilité potentielle des eaux du lac.

Les courbes exprimant la production potentielle des eaux du lac sont représentées en trait plein, les stations se distinguant par des symboles particuliers (fig. 1 à 12).

Les résultats obtenus à partir des prélèvements réalisés à 5 m (points SHL 1, SHL 2, SHL 6) ne permettent pas d'établir un classement des trois stations étudiées d'après les critères de fertilité. Ceux-ci varient en effet beaucoup plus dans le temps que dans l'espace. On remarque toutefois que les échantillons prélevés au point 2 en avril (fig. 4) et au point 6 en octobre (fig. 10) se distinguent des autres par une production potentielle inférieure. Les données tant physico-chimiques que biologiques dont nous disposons ne permettent pas d'expliquer ces cas particuliers.

Comme les deux années précédentes, la fertilité des eaux lacustres superficielles présente en 1973 des variations saisonnières très marquées : la production potentielle se maintient à des niveaux élevés de janvier à juin (fig. 1 à 6), puis accuse une diminution très sensible de juillet à septembre (fig. 7 à 9) pour atteindre à nouveau des valeurs importantes à la fin de l'année (fig. 10 à 12). Les faibles productivités mises en évidence pendant l'été correspondent à une période de stratification thermique bien établie au cours de laquelle la zone trophogène, isolée de la zone profonde, s'appauvrit en fertilisants.

La fertilité respective des eaux superficielles et profondes ressort du calcul des valeurs moyennes des maxima de production potentielle :

- Léman à 5 m : 44 mg C/m<sup>3</sup> en 1 heure
- Léman à 308 m : 96 mg C/m<sup>3</sup> en 1 heure

Les eaux prélevées au voisinage du fond apparaissent beaucoup plus fertiles que les eaux superficielles. Cette situation, déjà mise en évidence au cours des campagnes précédentes, correspond aux fonctions antagonistes que caractérisent la zone trophogène (assimilation chlorophyllienne) et la zone tropholytique (minéralisation des substances organiques).

Enfin l'allure générale des courbes de production potentielle des eaux superficielles appelle quelques remarques. Elle se caractérise par une pente initiale toujours très peu accentuée, bien que les maxima atteignent parfois des valeurs élevées après une longue période d'incubation.

Cette situation apparaît nettement de janvier à mai (fig. 1 à 5), époque à laquelle les eaux superficielles sont les plus riches en fertilisants. En juillet et août (fig. 7 et 8), la pente initiale des courbes prend même une valeur négative pour se relever au bout de 5 à 8 jours.

Un tel comportement de l'algue test qui paraît freinée dans son développement suggère l'existence dans les eaux superficielles d'un facteur inhibiteur discret. Il pourrait s'agir de produits toxiques fortement dilués (métaux lourds, résidus d'herbicides ?) ou de substances antagonistes libérées par les organismes planctoniques. Une étude plus approfondie serait nécessaire pour vérifier le bien-fondé de telles hypothèses.

## 2. ESSAIS D'ENRICHISSEMENT "IN SITU"

### 2.1. Méthode

Les essais d'enrichissement effectués en 1973 ont pour but de mettre en évidence l'influence de l'eau du Rhône amont sur le développement du phyto-plancton du Léman et de préciser le rôle éventuel du phosphore et de l'azote. Le Rhône du Valais a été choisi en raison de l'importance de son débit qui représente environ 70 % de l'apport global des affluents du lac. Par ailleurs, d'après les résultats des tests réalisés au laboratoire, les eaux prélevées au point VS 1 se révèlent généralement très fertiles et exemptes de toxicité apparente vis-à-vis des algues.

Les techniques mises en oeuvre restent identiques à celles utilisées au cours de l'année 1972 et décrites dans le rapport annuel précédent.

Rappelons que tous les essais portent sur de l'eau brute du lac prélevée au point SHL 1 à la profondeur de 5 m. Cette eau renferme son plancton naturel, à l'exception des Crustacés éliminés par tamisage (vide de maille : 200  $\mu$ ). Au début de l'expérience, la concentration des organismes est réduite de moitié par dilution de l'eau brute avec une quantité égale d'eau filtrée sur membrane (porosité 0,45  $\mu$ ) provenant soit du Rhône amont (point VS 1), soit du lac (point SHL 1 à 5 m). Dans ce dernier cas l'eau est plus ou moins enrichie artificiellement en phosphates et en nitrates. Le tableau du haut de la page suivante schématise l'organisation des essais.

Les essais sont effectués simultanément sur deux séries identiques.

Les échantillons ainsi préparés sont introduits dans des bidons en verre pyrex de 5 l qu'on immerge dans le lac même, sous une faible couche d'eau. Au cours de l'incubation qui dure une quinzaine de jours, on prélève dans chaque bidon des échantillons secondaires qui font l'objet d'une détermination de production primaire. A cette fin, l'assimilation chlorophyllienne du phytoplancton est mesurée par la méthode au carbone 14 après une incubation secondaire de 3 heures sous un éclairage artificiel de 4000 lux.

### 2.2. Résultats et discussion

Pour exprimer la croissance du phytoplancton dans chaque milieu, nous avons essentiellement retenu la valeur maximale des mesures de production primaire obtenues au cours des 15 jours d'incubation. Ce paramètre figure dans le tableau de résultats sous l'abréviation "Ass. max." (assimilation maximale). Les résultats de chaque expérience seront analysés en fonction des teneurs initiales en P et N des milieux.

En 1973, nous avons répété les essais chaque mois, d'avril à décembre, en suivant le même protocole expérimental.

Nomenclature	Eau brute (Léman pt SHL 1)	Eau filtrée	Enrichissement (concentration finale)
+ Rh	2,5 l	2,5 l Rhône	
T (témoin)	2,5 l	2,5 l Léman	
+ P 1	2,5 l	2,5 l Léman	+ 0,020 mg P/l
+ P 2	2,5 l	3,5 l Léman	+ 0,100 mg P/l
+ N 1	2,5 l	2,5 l Léman	+ 0,100 mg N/l
+ N 2	2,5 l	2,5 l Léman	+ 0,500 mg N/l
+ P 1 + N 1	2,5 l	2,5 l Léman	+ 0,020 mg P/l + 0,100 mg N/l
+ P 2 + N 2	2,5 l	2,5 l Léman	+ 0,100 mg P/l + 0,500 mg N/l

Essais réalisés en avril

	P mg/l	N mg/l	Ass. max. (mg C/m <sup>2</sup> . 3 h.)		
			Série 1	Série 2	Moyenne
+ Rh	0,058	0,48	253	220	237
Témoin (lac)	0,043	0,34	85	110	98
+ P 1	0,063	0,34	84	73	79
+ P 2	0,143	0,34	72	68	70
+ N 1	0,043	0,44	90	76	83
+ N 2	0,043	0,84	120	119	120
+ P 1 + N 1	0,063	0,44	123	154	139
+ P 2 + N 2	0,143	0,84	73	100	87

L'addition d'eau provenant du Rhône amont dans l'eau brute du lac stimule considérablement le développement du phytoplancton. En revanche, l'eau du lac, initialement riche en fertilisants, ne réagit pas de façon très significative à un enrichissement en phosphate ou nitrate, bien qu'un effet positif semble se manifester dans le cas de l'addition de (P1 + N1).

Essais réalisés en mai

	P mg/l	N mg/l	Ass. max. (mg C/m <sup>3</sup> . 3 h)		
			Série 1	Série 2	Moyenne
+ RH	0,031	0,30	127	135	131
Témoin (lac)	0,020	0,09	84	91	88
+ P 1	0,040	0,09	136	113	125
+ P 2	0,120	0,09	76	77	77
+ N 1	0,020	0,19	81	72	77
+ N 2	0,020	0,59	175	--	<u>175</u>
+ P 1 + N 1	0,040	0,19	186	131	159
+ P 2 + N 2	0,120	0,59	86	138	112

L'eau du Rhône amont exerce un effet stimulant modéré. Toutefois, l'addition de 0,5 mg/l d'azote ou d'un mélange de phosphore (0,020 mg/l) et d'azote (0,10 mg/l) permet un accroissement plus important du développement des algues.

Essais réalisés en juin

	P mg/l	N mg/l	Ass. max. (mg C/m <sup>3</sup> . 3 h)		
			Série 1	Série 2	Moyenne
+ Rh	0,022	0,29	110	154	132
Témoin (lac)	0,020	0,19	78	143	111
+ P 1	0,040	0,19	171	53	112
+ P 2	0,120	0,19	120	117	119
+ N 1	0,020	0,29	135	---	135
+ N 2	0,020	0,69	128	166	<u>147</u>
+ P 1 + N 1	0,040	0,29	142	82	112
+ P 2 + N 2	0,120	0,69	107	144	76

On observe apparemment une légère stimulation de la production primaire à la suite de l'enrichissement en nitrate. Cependant les résultats de ces essais ne sont guère significatifs.

Essais réalisés en juillet

	P mg/l	N mg/l	Ass. max. (mg C/m <sup>3</sup> . 3 h)		
			Série 1	Série 2	Moyenne
+ Rh	0,017	0,17	219	151	<u>185</u>
Témoin (lac)	0,005	0,02	47	38	43
+ P 1	0,025	0,02	66	66	66
+ P 2	0,105	0,02	54	80	67
+ N 1	0,005	0,12	57	60	59
+ N 2	0,005	0,52	59	40	50
+ P 1 + N 1	0,025	0,12	68	81	75
+ P 2 + N 2	0,105	0,52	275	59	167

A cette période les eaux superficielles du lac se trouvent considérablement appauvries en fertilisants. L'addition de phosphore et d'azote nitrique exerce un effet favorable sur la productivité, notamment dans le cas du mélange (P 2 + N 2). Cependant, l'eau du Rhône ajoutée à l'eau du lac provoque une croissance encore plus importante de phytoplancton, bien que les teneurs en P et N du milieu soient relativement faibles.

Essais réalisés en août

	P mg/l	N mg/l	Ass. max. (mg C/m <sup>3</sup> . 3 h)		
			Série 1	Série 2	Moyenne
+ RH	0,008	0,12	2'363	1'343	<u>1'853</u>
Témoin (lac)	0,003	0	462	376	419
+ P 1	0,023	0	91	81	86
+ P 2	0,103	0	32	32	32
+ N 1	0,003	0,10	40	--	40
+ N 2	0,003	0,50	39	42	41
+ P 1 + N 1	0,023	0,10	64	58	61
+ P 2 + N 2	0,103	0,50	--	66	66

L'addition d'eau du Rhône se traduit par une stimulation très importante du développement du phytoplancton. La production reste élevée dans l'eau du lac non modifiée (témoin) bien qu'on n'y détecte que des traces de phosphore et pas d'azote nitrique.

Paradoxalement, c'est dans les milieux enrichis en P et N que la croissance, des algues reste la plus faible. Il semblerait donc qu'à cette époque le phytoplancton soit adapté à un milieu pauvre en sels minéraux. L'hypothèse d'une possibilité d'hérétotrophie vis-à-vis du phosphore et de l'azote a d'ailleurs été envisagée à propos de *Ceratium hirundinella*, espèce très abondante à cette période.

Essais réalisés en septembre

	P mg/l	N mg/l	Ass. max. (mg C/m <sup>3</sup> . 3 h)		
			Série 1	Série 2	Moyenne
+ Rh	0,016	0,13	149	133	<u>141</u>
Témoin (lac)	0,002	0	52	43	48
+ P 1	0,022	0	41	74	58
+ P 2	0,102	0	42	59	46
+ N 1	0,002	0,10	41	50	46
+ N 2	0,002	0,50	51	54	53
+ P 1 + N 1	0,022	0,10	69	--	69
+ P 2 + N 2	0,102	0,50	109	47	78

La croissance du phytoplancton est favorisée nettement par la présence d'eau du Rhône dans le milieu et dans une moindre mesure par l'addition simultanée de phosphate et de nitrate.

Essais réalisés en octobre

	P mg/l	N mg/l	Ass. max. (mg C/m <sup>3</sup> . 3 h)		
			Série 1	Série 2	Moyenne
+ Rh	0,050	0,31	203	106	<u>155</u>
Témoin (lac)	0,009	0,14	76	53	65
+ P 1	0,029	0,14	76	64	70
+ P 2	0,109	0,14	58	--	58
+ N 1	0,009	0,24	71	58	65
+ N 2	0,009	0,64	45	67	56
+ P 1 + N 1	0,029	0,24	67	52	60
+ P 2 + N 2	0,109	0,64	81	65	73

Seuls les milieux enrichis par l'eau du Rhône présentent une fertilité notablement accrue. Les ajouts de P et de N n'ont aucun effet significatif sur le développement du phytoplancton.

Essais réalisés en novembre

	P mg/l	N mg/l	Ass. max. (mg C/m <sup>3</sup> . 3 h)		
			Série 1	Série 2	Moyenne
+ Rh	0,044	0,32	26	28	27
Témoin (lac)	0,023	0,26	22	22	22
+ P 1	0,043	0,26	24	26	25
+ P 2	0,123	0,26	23	19	21
+ N 1	0,023	0,36	21	25	23
+ N 2	0,023	0,76	24	24	24
+ P 1 + N 1	0,043	0,36	25	27	26
+ P 2 + N 2	0,123	0,76	25	30	<u>28</u>

Une stimulation très discrète de la production paraît se manifester dans les milieux enrichis par l'eau du Rhône d'une part, et par un mélange de phosphate et de nitrate d'autre part. Toutefois, ces résultats ne sont guère significatifs. Les productions mesurées en novembre restent en effet très basses, la lumière devenant le facteur limitant.

Essais réalisés en décembre

	P mg/l	N mg/l	Ass. max. (mg C/m <sup>3</sup> . 3 h)		
			Série 1	Série 2	Moyenne
+ Rh	0,043	0,41	11	11	11
Témoin (lac)	0,036	0,35	7	7	7
+ P 1	0,056	0,35	6	--	6
+ P 2	0,136	0,35	6	6	6
+ N 1	0,036	0,45	7	--	7
+ N 2	0,036	0,85	8	--	8
+ P 1 + N 1	0,056	0,45	7	6	6,5
+ P 2 + N 2	0,136	0,85	8	8	8

La croissance du phytoplancton est extrêmement faible. Il ressort néanmoins des résultats que l'addition d'eau du Rhône augmente sensiblement la fertilité, alors que le phosphore et l'azote restent sans effet.



Un aperçu synthétique des résultats les plus significatifs, exprimés en pourcentage par rapport à la réponse des témoins, est donné dans le tableau ci-dessous. Seuls figurent les résultats dépassant de 50 % au moins les valeurs correspondantes des témoins.

Tableau 1 : Valeurs relatives (en %) des productions maximales obtenues au cours des incubations "in situ" par rapport aux échantillons témoins (eau de lac non enrichie). Seuls figurent les résultats les plus significatifs correspondant à un accroissement de la production au moins égal à 50 %.

	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
+ Rh	240 %	150 %		430 %	440 %	290 %	240 %		160 %
Témoin (lac)	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
+ P 1									
+ P 2									
+ N 1									
+ N 2		200 %							
+ P 1		180 %		170 %					
+ N 1									
+ P 2				390 %		160 %			
+ N 2									

Il ressort du tableau que l'addition d'eau du Rhône amont dans l'eau brute du lac se traduit par une stimulation considérable du développement du phytoplancton. La production maximale atteint alors 150 à 440 % de celle des échantillons témoins. Une telle constatation se vérifie chaque mois, sauf en juin et novembre où les différences observées entre les résultats sont moins significatives.

L'enrichissement de l'eau du lac en phosphate ne provoque pas d'effet probant. Dans le cas de l'addition de nitrate, un seul résultat très positif a été enregistré : on observe en effet un doublement de la production en mai, à la suite de l'addition de 0,5 mg/l d'azote nitrique. L'addition simultanée de phosphate et d'azote augmente notablement la fertilité de l'eau du lac à trois reprises seulement (mai, juillet et septembre).

L'influence stimulante des phosphates et des nitrates sur la production primaire, parfois évidente, n'est pas systématique.

### 3. CONCLUSIONS GENERALES

Les résultats des tests de fertilité et des essais d'enrichissement réalisés au cours de l'année 1973 permettent de dégager ou de confirmer certains caractères particuliers relatifs au potentiel trophique du lac et de ses principaux affluents.

Les eaux superficielles du lac s'avèrent relativement peu fertiles par rapport aux échantillons prélevés en profondeur ou dans les affluents. L'allure des courbes de production potentielle (pente initiale faible par rapport à la valeur du maximum) suggère l'hypothèse d'une inhibition discrète qui pourrait être due à la présence de substances antagonistes libérées par le plancton ou encore de produits toxiques très dilués.

Les eaux du Rhône du Valais et dans une moindre mesure celles de la Dranse prélevées au pont de la Douceur se révèlent très fertiles. Toutefois, dans le cas des échantillons prélevés dans la Dranse à proximité de l'embouchure, on observe occasionnellement des effets d'inhibition marqués traduisant une toxicité aigüe qui masque l'influence de la charge entrophisante réelle.

L'enrichissement des eaux superficielles du lac en phosphates et nitrates entraîne dans certains cas un accroissement significatif de la production du phytoplancton, mais cet effet reste occasionnel. Dans le milieu naturel, ces éléments ne jouent donc pas systématiquement le rôle de facteur limitant de la production.

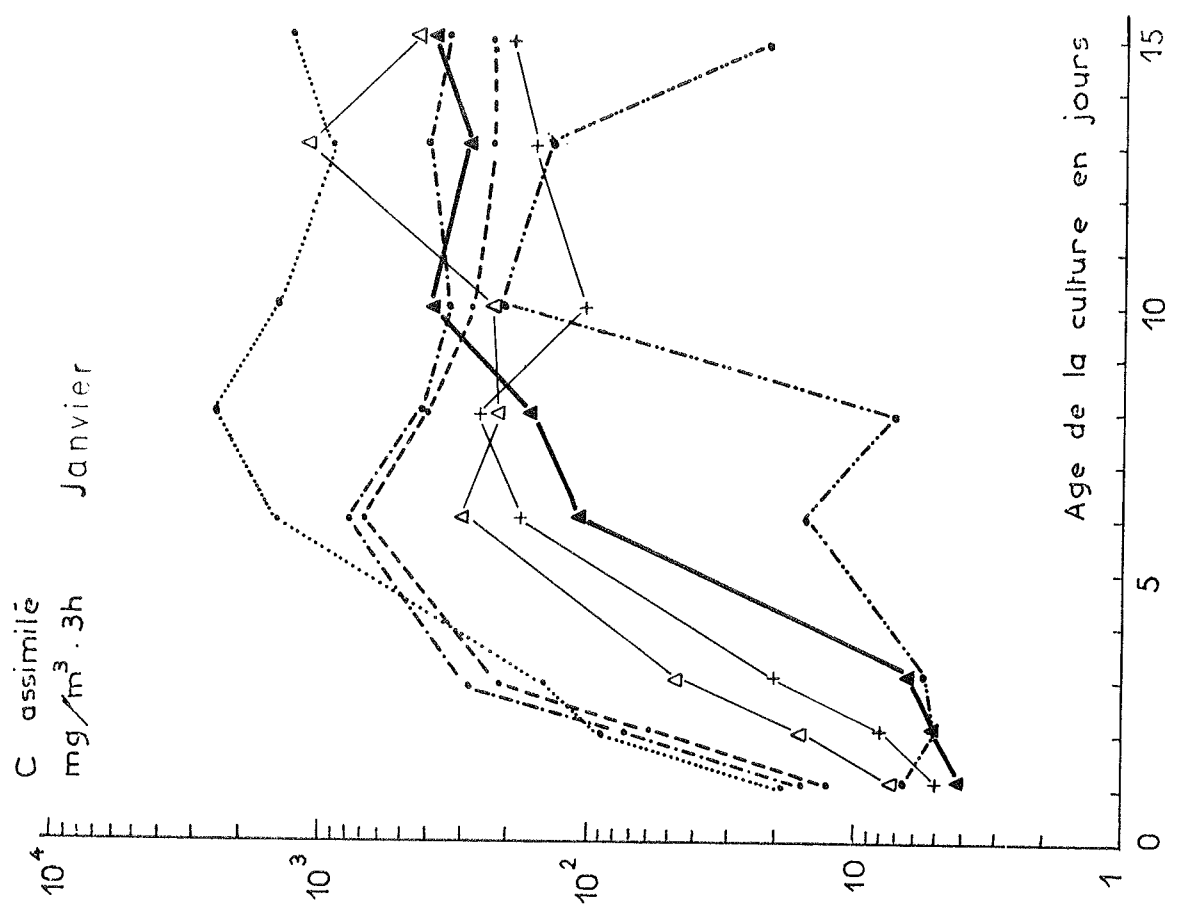
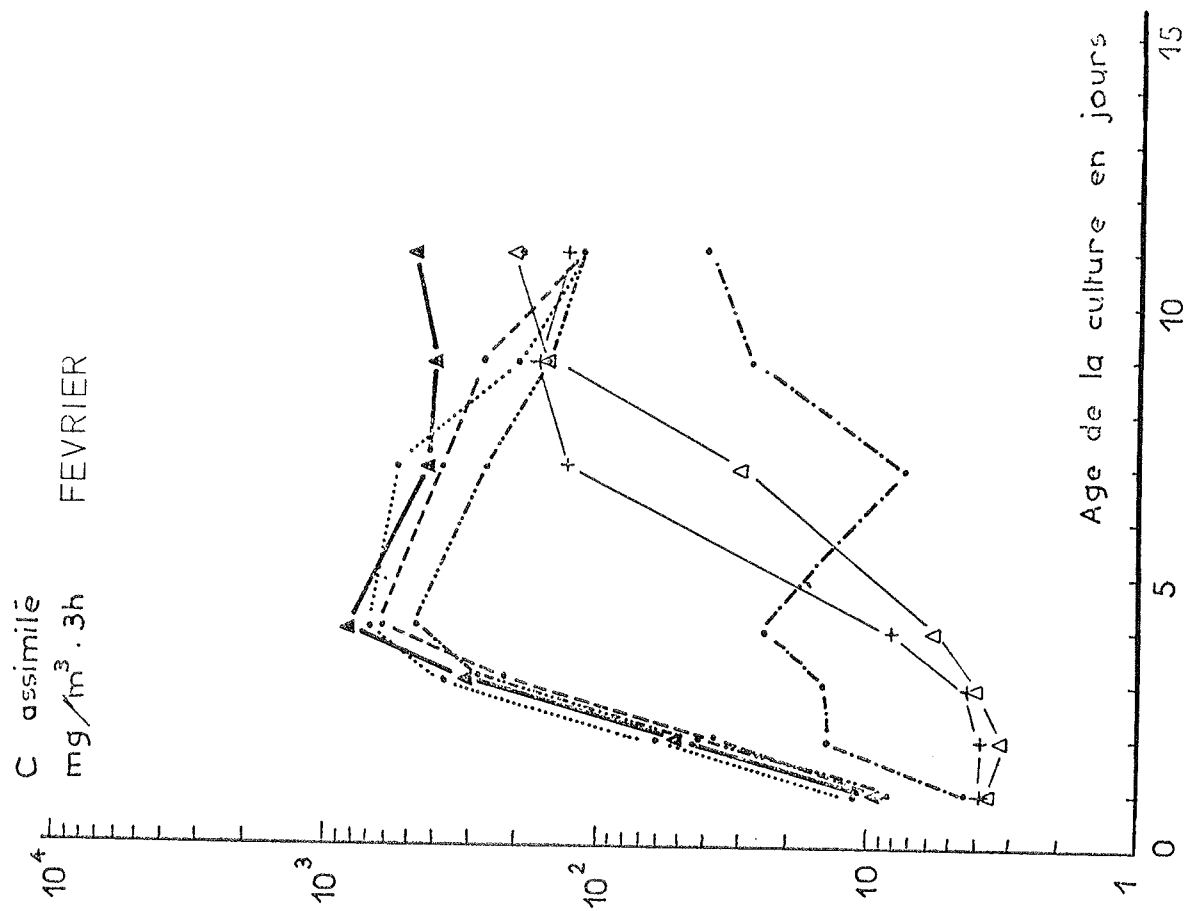
En revanche, l'addition d'eaux du Rhône valaisan dans l'eau brute du lac se traduit dans la plupart des cas par une stimulation très importante de la croissance du phytoplancton. Le phosphore et l'azote ne jouent pas un rôle fondamental dans ce phénomène. Le grand pouvoir fertilisant des eaux du Rhône semble résulter d'autres facteurs dont la nature reste à déterminer.

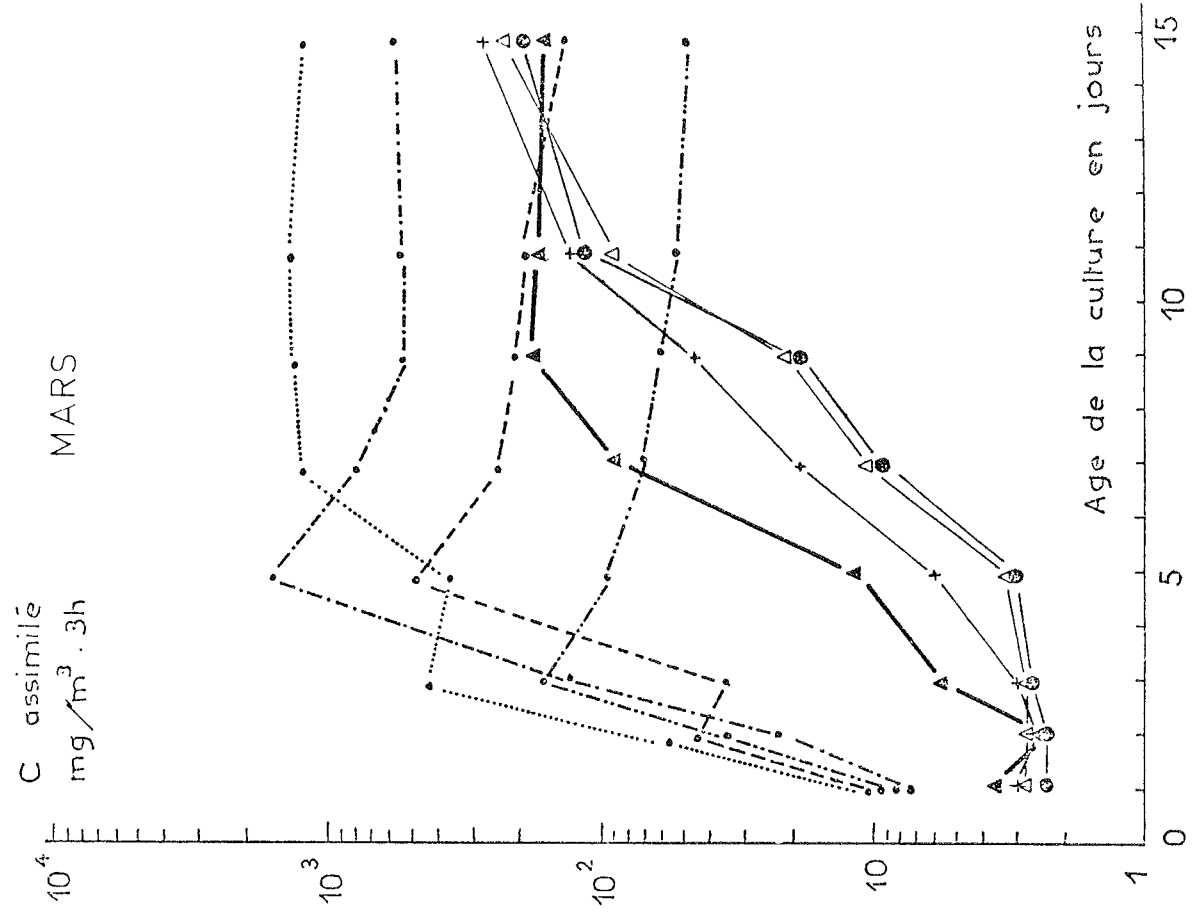
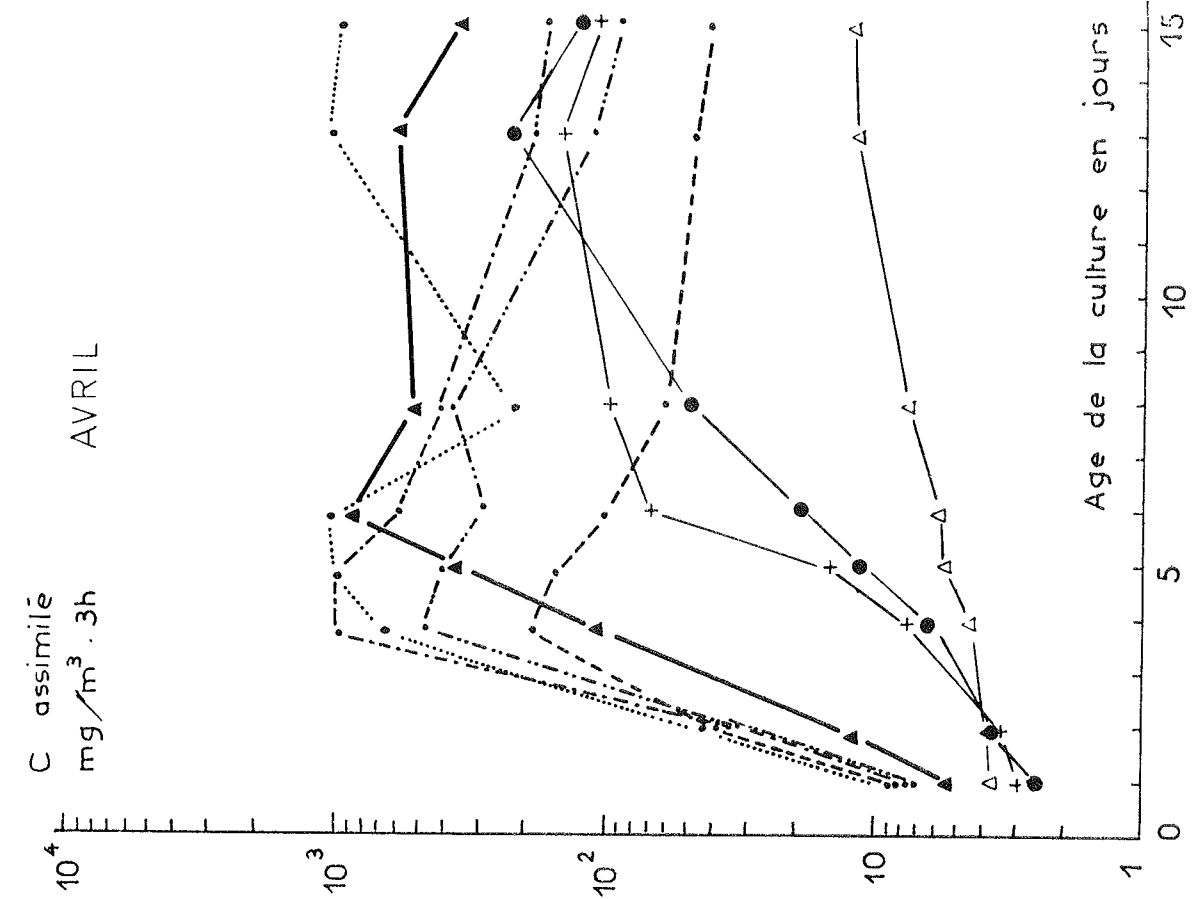
#### FERTILITE POTENTIELLE DES EAUX DU LEMAN, DE LA DRANSE ET DU RHONE VALAISAN

##### GRAPHIQUES MENSUELS

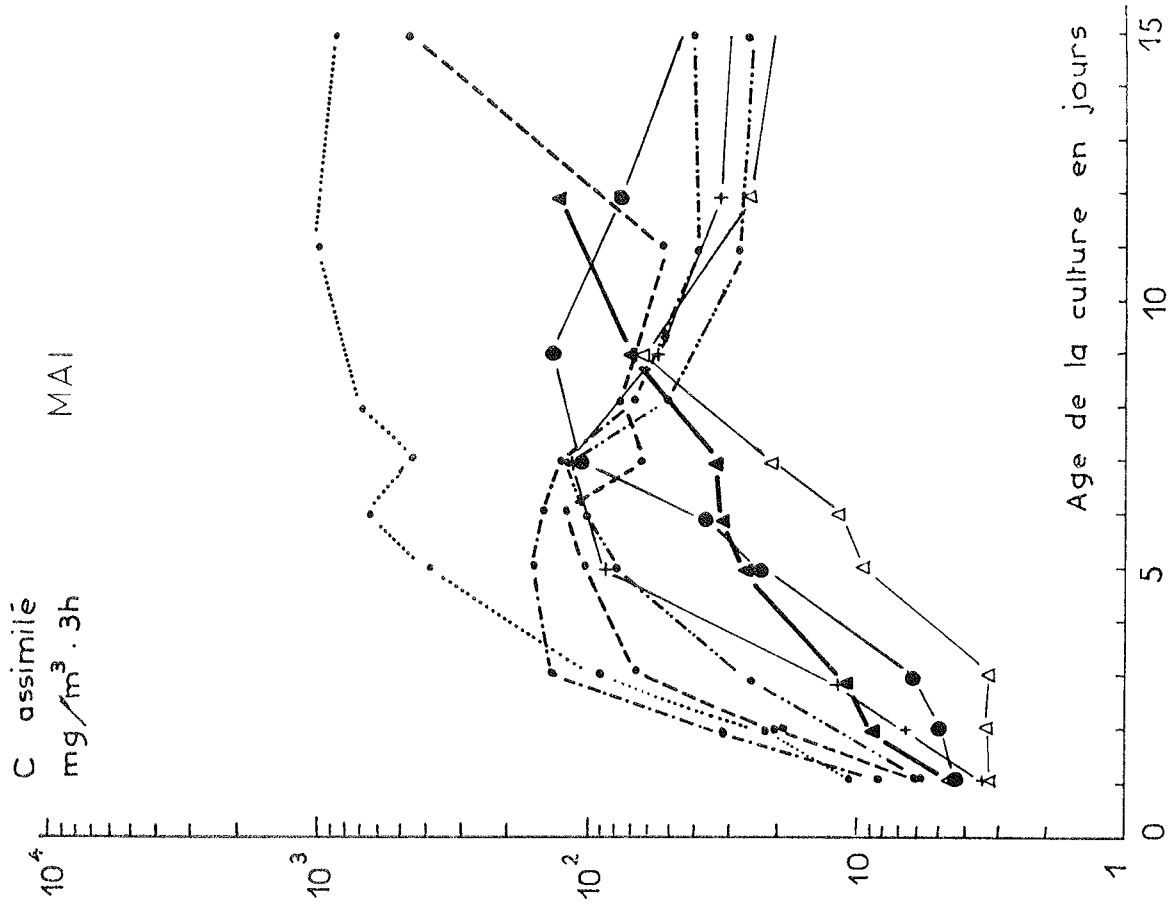
#### LEGENDE DES FIGURES

+ ——— +	Léman point SHL 1 - 5m
Δ ——— Δ	Léman point SHL 2 - 5m
● ——— ●	Léman point SHL 6 - 5m
▲ ——— ▲	Léman point SHL 2 - fond
.....	Rhône amont point VS1
- - - - -	Dranse pont de la Douceur
. - - - - .	Dranse rive droite
. - - - - .	Dranse rive gauche

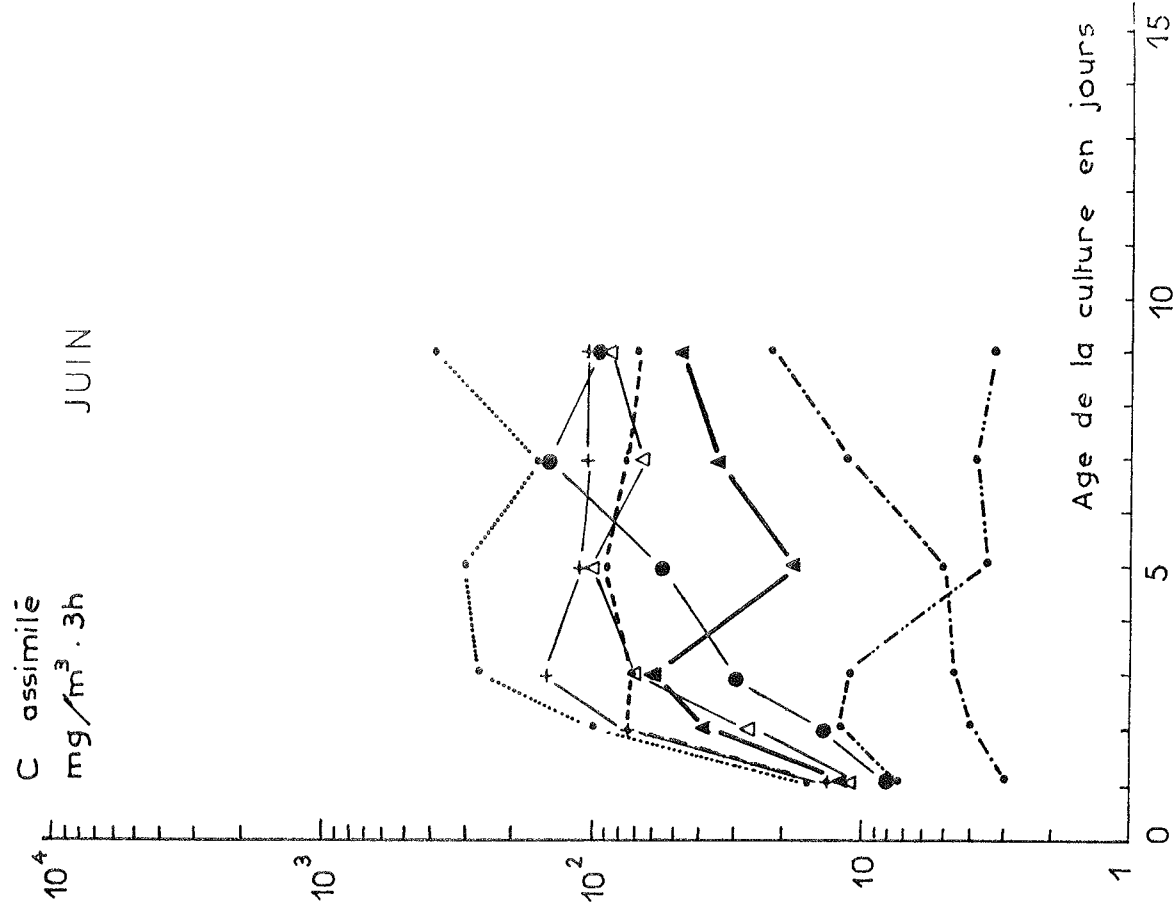


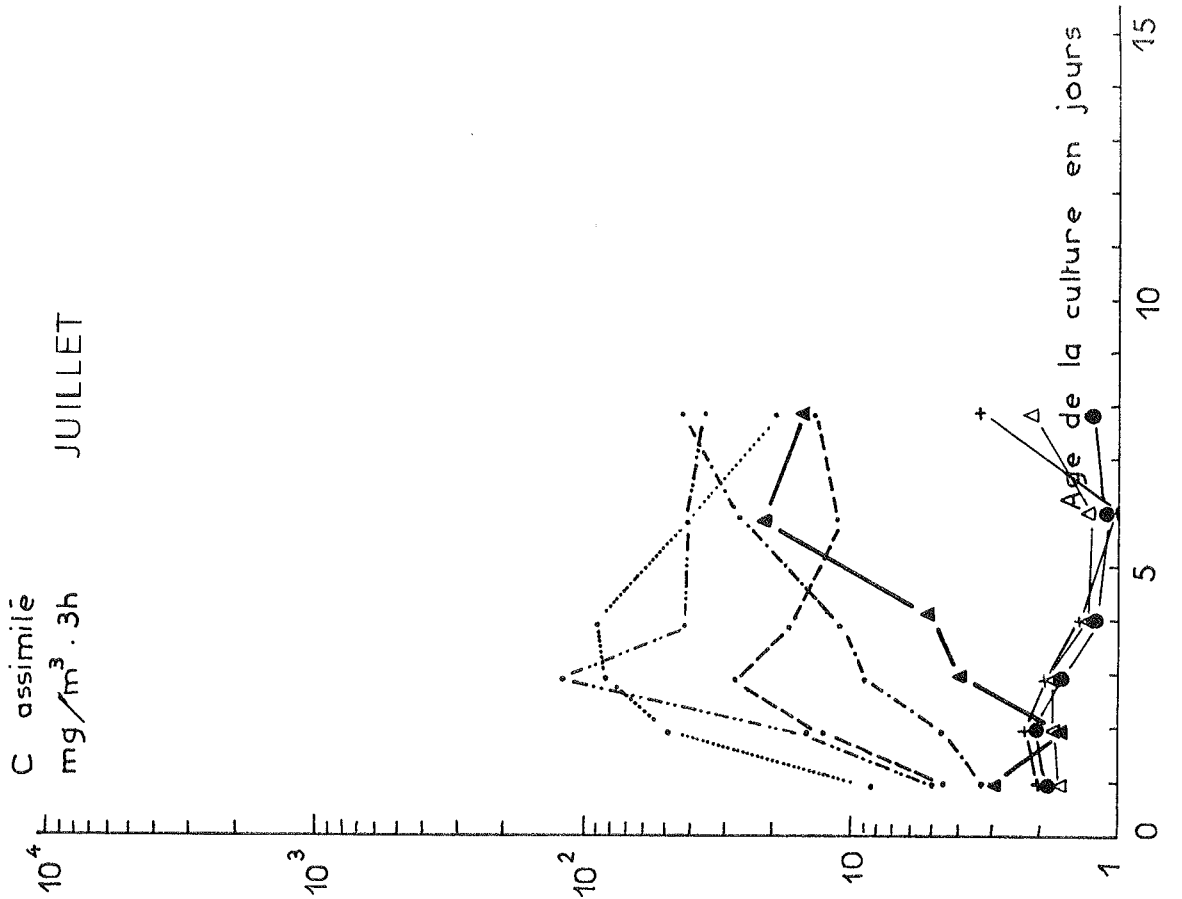
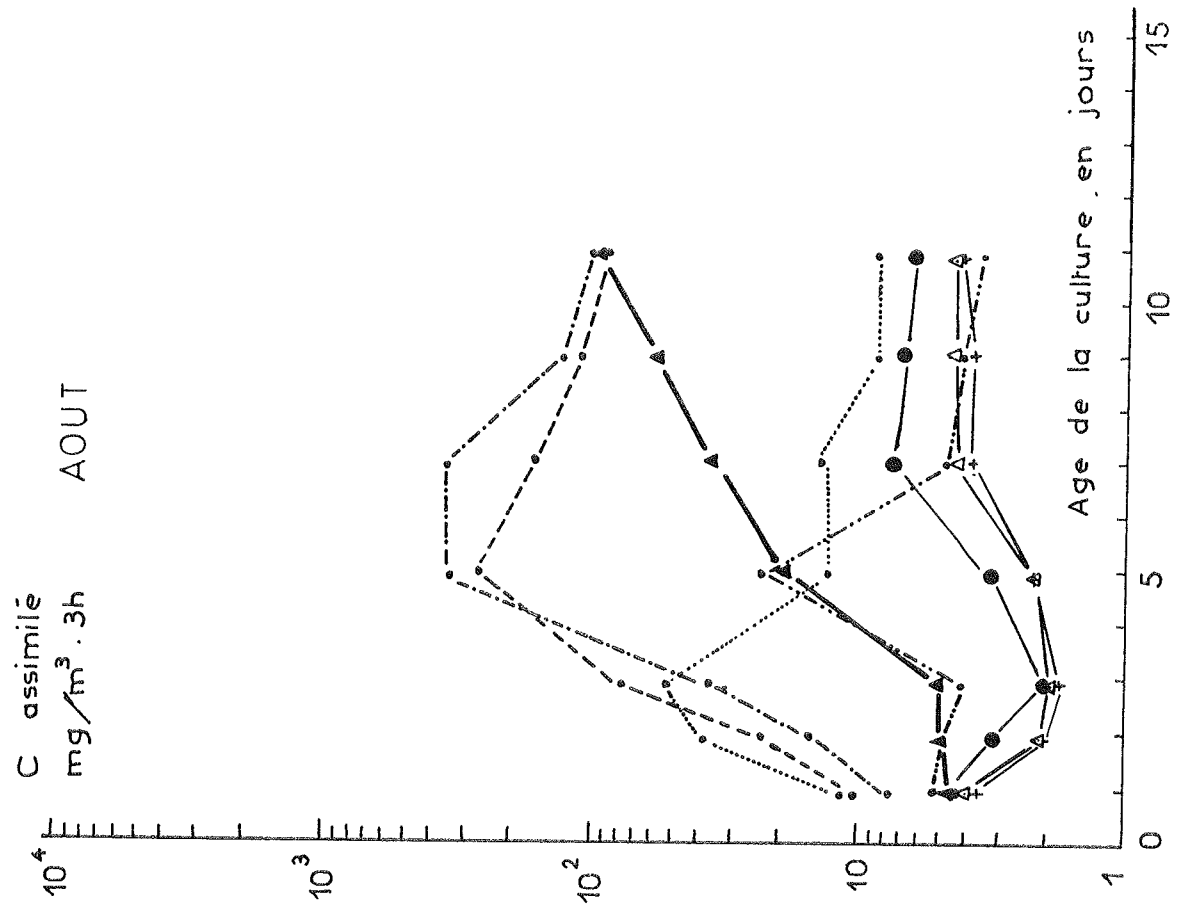


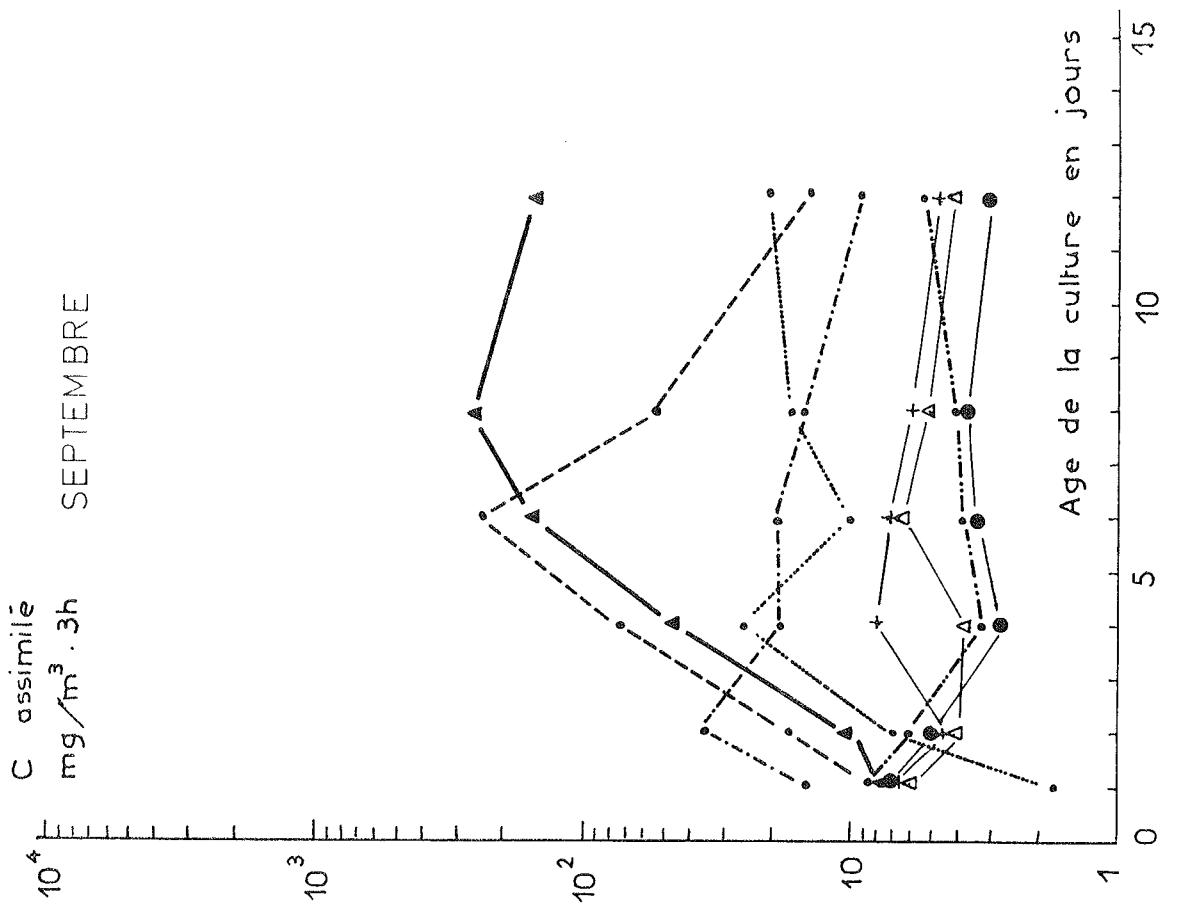
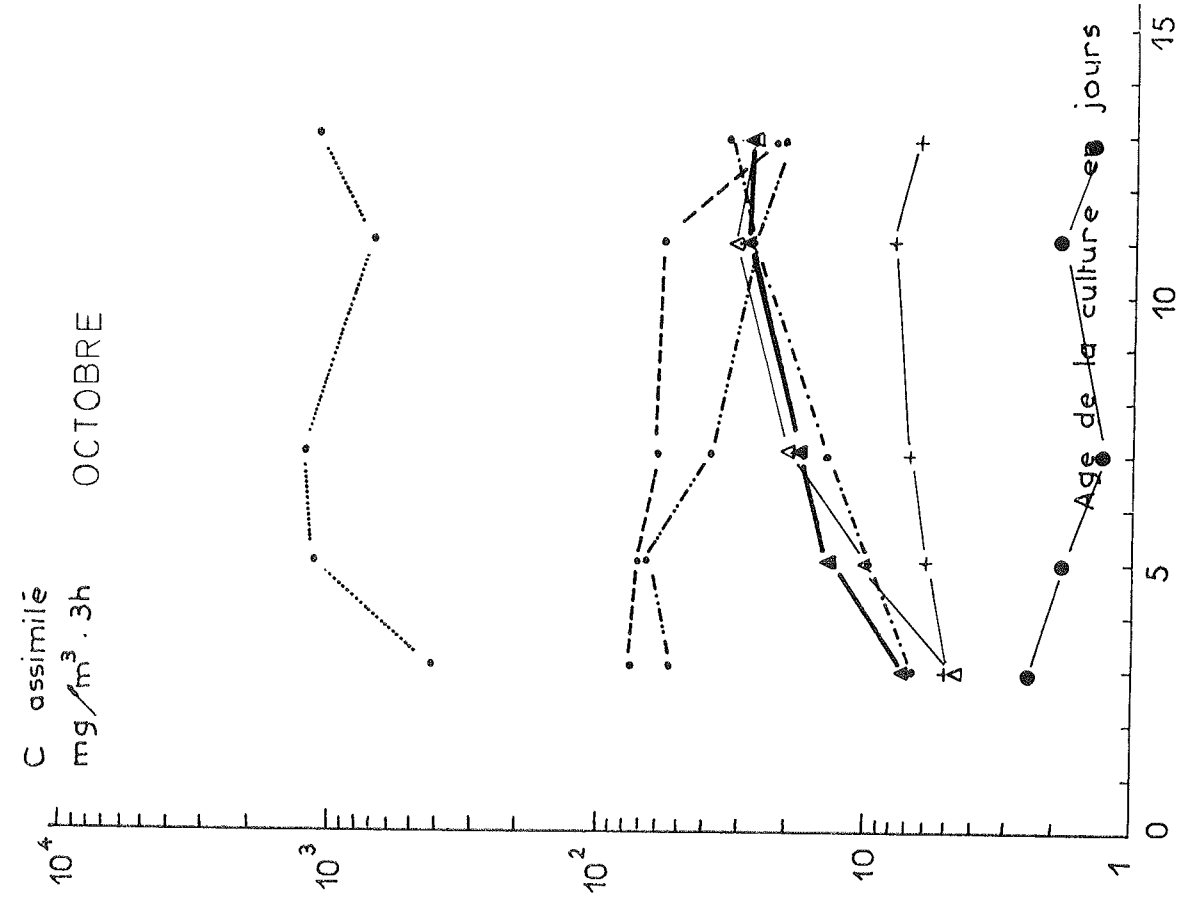
MAI  
C assimilé  
mg/m<sup>3</sup> · 3h



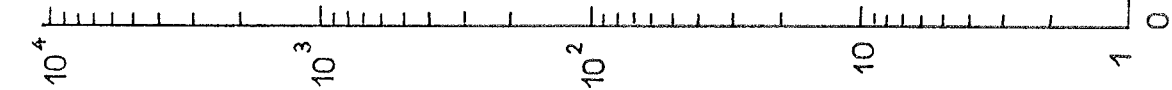
JUIN  
C assimilé  
mg/m<sup>3</sup> · 3h





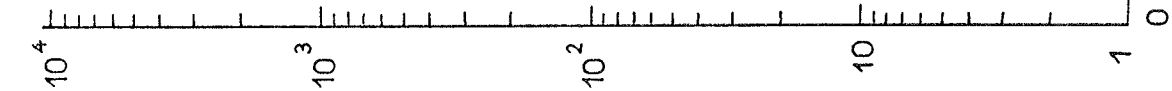


C assimilé  
mg/m<sup>3</sup> . 3h  
DECEMBRE



Age de la culture en jours

C assimilé  
mg/m<sup>3</sup> . 3h  
NOVEMBRE



Age de la culture en jours



RAPPORT SUR L'ETUDE  
DES APPORTS ATMOSPHERIQUES AU LAC LEMAN

Campagne 1973

par B. Chassaing

Centre de Recherches Géodynamiques

L'étude des apports au Lac Léman prévue au programme quinquennal de travaux et de recherches 1971-1975 s'est poursuivie au cours de l'année 1973.

Ont participé à cette étude en 1973 :

- Le Laboratoire de toxicologie industrielle et d'analyse de l'air de l'Institut d'Hygiène de Genève.
- Le Laboratoire cantonal de chimie du canton de Vaud à Lausanne.
- Le Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon.

Ainsi cette année les apports atmosphériques ont pu être évalués sur la rive vaudoise du Léman.

Les précipitations ont été recueillies mensuellement dans des pluviomètres en polyéthylène aux emplacements suivants :

Canton de Genève

- Hôtel de Ville de Genève
- Anières
- Bellevue
- Chouilly
- Salève (altitude 1000 m).

Canton de Vaud

- Chessel
- Clarens (Montreux)
- Pully
- Vidy
- Tolochenaz (Morges)
- Changins (Nyon)

Thonon :

- C.R.G.
- Bellevaux

Les analyses ont été effectuées après filtration à 0,45 micron. Les résultats obtenus figurent dans les tableaux 1 à 14. A partir de ces résultats nous avons calculé les apports mensuels par les précipitations en  $\text{mg}/\text{m}^2$  pour chaque station et pour les éléments les plus importants :

- Résidu sec (Tableau 15)
- Calcium (Tableau 16)
- Chlorures (Tableau 17)
- Sulfates (Tableau 18)
- Azote minéral (Tableau 19)
- Phosphore total (Tableau 20)

L'observation des valeurs ainsi obtenues fait apparaître que les apports atmosphériques sont plus importants sur la rive vaudoise en particulier pendant les mois d'été (juin, juillet, août). Ce phénomène peut être attribué à la richesse de l'atmosphère en poussières produites par la culture intensive (vigne) et à la situation des appareils récepteurs, à proximité de routes. De plus les pluviomètres pourraient servir de perchoir pour les oiseaux.

Nous avons calculé les apports directs totaux au Lac Léman en extrapolant les moyennes interstations à l'ensemble du lac ( $582 \text{ km}^2$ ) (Tableau 21). Les valeurs ainsi obtenues sont du même ordre de grandeur que celles de 1972 sauf pour le résidu sec et le phosphore total. Le résidu sec varie du simple au double entre 1972 et 1973 mais il faut préciser que la valeur donnée en 1972 n'était qu'une estimation calculée.

Dans le cas du phosphore total les apports moyens mensuels évalués à Thonon CRG passent de  $1,5 \text{ kg}/\text{km}^2$  en 1972 à  $7,5 \text{ kg}/\text{km}^2$  en 1973 soit une multiplication par un facteur cinq.

Pour 1973 si on extrapole les moyennes des valeurs observées sur le canton de Genève et à Thonon CRG à l'ensemble du lac on aboutit à un apport de 79 t de phosphore de l'ordre huit fois supérieur à celui évalué en 1972 par le même calcul.

Suivant l'importance que l'on accorde aux valeurs obtenues sur la rive vaudoise on peut estimer que les apports atmosphériques en phosphore au Léman se situent entre 50 et 120 t pour l'année 1973.

Conclusions :

Comme en 1972, les sulfates constituent l'apport le plus important (4'500 tonnes).

L'azote minéral (1'300 tonnes) représente 25 % de l'apport par les rivières (5'493 tonnes, norme 64-72).

Le phosphore total (119 tonnes) représente 8 % de l'apport par les rivières (1'538 tonnes, normes 64-72).

Ces deux derniers éléments représentant 250'000 équivalents habitant montrent bien l'importance prise par la pollution atmosphérique.

La poursuite de cette étude en 1974 permettra de préciser encore la part prise par les apports directs atmosphériques dans l'eutrophisation du Léman.

Tableau No 1  
PLUVIOMETRIE EN MM D'EAU

Station	Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chessel		-	-	-	-	73	69	166	146	136	-	131	71
Clarens		-	-	-	-	92	68	210	165	136	95	32	77
Pully		-	-	-	-	68	59	149	122	71	155	31	64
Vidy		-	-	-	-	10	42	126	99	63	142	20	53
Tolochenaz		-	-	-	-	85	47	242	95	41	145	37	55
Changins		-	-	-	-	59	39	68	65	61	73	23	40
Hôtel de ville Genève		27	28	3	82	67	97	133	66	86	51	34	55
Anières		37	38	8	70	73	119	130	42	114	56	52	70
Bellevue		37	56	7	68	82	109	141	49	86	56	59	58
Chouilly		21	30	5	52	67	122	111	87	60	55	34	39
Salève		27	28	3	83	67	97	133	66	86	51	34	55
Thonon CRG		23,5	38	2,5	79	94	127	130	64	97	75	37	44
Thonon - Belleveaux		42,1	127,4	13,0	183,4	176,0	237,7	226,9	135,6	136,2	131,5	88,3	173,2



Tableau No 3 RESIDU SEC EN mg/l

Station / Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chesnel	-	-	-	-	83,0	89,5	96,0	72,0	74,5	-	53,0	76,0
Clarens	-	-	-	-	81,0	70,0	39,5	32,0	46,5	29,0	88,0	174,0
Pully	-	-	-	-	390,0	104,0	74,5	108,5	138,0	49,5	104,0	89,0
Vidy	-	-	-	-	88	68,0	82,0	62,5	64,5	45,5	-	95,0
Tolochenaz	-	-	-	-	94,5	140,0	85,5	159,5	80,5	15,0	75,5	121,0
Changins	-	-	-	-	99,0	182,0	112,0	86,0	42,5	47,5	-	99,0
Hôtel de ville Genève	83,3	86,0	510,0	54,5	63,3	9,5	19,0	32,0	7,3	31,7	35,0	40,3
Anières	62,6	29,3	198,6	9,0	52,7	53,2	35,3	32,3	22,0	21,7	25,3	14,3
Bellevue	60,0	20,0	80,0	17,7	33,0	23,3	4,3	33,3	16,0	6,0	14,0	9,3
Chouilly	42,6	15,3	300,0	23,6	16,0	18,0	18,0	33,7	38,7	40,3	20,7	22,0
Salève	62,3	37,6	186,6	24,8	44,3	26,3	25,0	40,3	17,3	39,3	69,7	16,0
Thonon * CRG	19,5	18,5	-	38,6	33,2	18,1	29,4	24,1	24,8	14,7	13,3	20,5
Thonon * Bellevaux	-	25,5	35,3	13,2	-	-	37,5	11,1	7,6	8,7	9,4	-

\* Valeurs calculées

Tableau No 4 CALCIUM EN mg/l

Station	Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chesnel		-	-	-	-	7,21	5,61	3,20	2,20	3,60	-	3,00	3,60
Clarens		-	-	-	-	4,80	4,00	3,20	1,60	3,00	2,00	-	6,41
Pully		-	-	-	-	8,81	4,40	3,40	3,20	5,21	3,00	-	3,00
Vidy		-	-	-	-	-	5,61	4,40	1,40	3,80	3,00	-	3,20
Tolochenaz		-	-	-	-	4,80	16,03	3,80	3,40	-	1,80	2,60	3,40
Changins		-	-	-	-	7,61	4,80	5,61	2,60	3,80	2,20	-	3,20
Hôtel de ville Genève		-	4,0	19,2	4,8	5,2	3,2	2,4	3,6	2,0	4,0	6,1	6,9
Anières		-	4,0	9,6	4,0	3,6	4,0	2,4	2,8	1,2	2,4	3,2	3,6
Bellevue		-	2,4	5,6	3,2	3,6	3,2	2,4	2,8	1,2	0,8	3,2	2,0
Chouilly		-	3,6	7,2	4,0	4,4	1,6	4,8	2,0	2,0	2,4	3,2	1,6
Salève		-	2,8	6,4	2,4	4,0	3,2	1,6	2,4	1,6	3,6	4,0	1,2
Thonon CRG		2,95	2,00	--	4,05	2,7	4,0	1,75	2,50	2,0	0,10	2,0	2,0
Thonon Belleaux		-	6,6	2,0	1,8	-	-	2,75	3,6	0,1	0,1	1	-

Tableau No 5  
CHLORURES EN mg/l

Station	Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chessel		-	-	-	-	1,5	2,9	1,2	0,9	4,4	-	3,2	2,6
Clarens		-	-	-	-	1,1	1,0	0,6	0,3	1,0	0,8	2,8	2,8
Pully		-	-	-	-	2,6	2,0	1,4	1,1	2,3	1,5	-	2,0
Vidy		-	-	-	-	-	1,5	2,0	0,8	1,8	1,3	-	4,2
Tolochenaz		-	-	-	-	1,8	1,7	5,4	1,0	-	0,7	2,4	3,0
Changins		-	-	-	-	2,3	4,2	2,5	0,6	1,4	0,7	-	1,5
Hôtel de ville Genève		8,1	6,1	40,0	6,4	8,8	5,3	2,0	2,0	5,5	8,8	7,2	7,6
Anières		8,3	3,5	23,5	6,5	9,2	6,4	1,2	2,4	7,5	6,0	5,9	4,1
Bellevue		4,1	1,7	17,5	4,3	4,7	3,3	2,6	5,6	2,3	2,1	2,2	1,5
Chouilly		3,9	2,7	27,5	5,1	6,5	2,9	3,9	5,3	4,9	3,6	2,9	1,6
Salève		11,2	3,8	17,5	4,9	7,3	4,0	4,9	3,1	8,3	6,5	5,6	5,7
Thonon CRG		0,7	1,8	-	1,1	0,8	0,6	0,1	0,5	0,5	0,1	1,1	0,6
Thonon Bellevaux		-	2,2	9,1	1,2	-	-	1,7	0,0	0,1	0,2	0,2	-

Tableau No 6  
SULFATES EN mg/l

Station	Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chessel		-	-	-	-	19,1	13,6	6,6	4,7	5,8	-	6,7	16,4
Clarens		-	-	-	-	15,5	14,3	5,7	2,6	8,1	7,1	-	26,0
Pully		-	-	-	-	23,3	21,6	10,8	8,8	13,5	7,7	-	32,1
Vidy		-	-	-	-	-	-	14,4	6,2	13,1	8,3	-	32,6
Tolochenaz		-	-	-	-	18,3	-	4,7	10,4	7,0	5,4	-	16,2
Changins		-	-	-	-	19,8	-	10,8	7,0	8,4	8,6	-	34,8
Hôtel de ville Genève		26,0	12,0	-	9,7	-	11,0	2,3	7,5	5,3	5,8	14,1	11,2
Anières		6,0	10,0	-	3,3	-	8,5	3,0	8,2	2,5	4,1	4,7	7,8
Bellevue		10,0	6,0	-	3,4	-	6,7	1,7	7,5	3,2	2,7	3,9	3,9
Chouilly		14,0	8,0	-	5,7	-	7,5	2,8	7,1	6,0	4,5	8,9	3,5
Salève		1,7	9,0	-	4,6	-	5,3	0,4	6,7	2,8	3,7	6,4	2,1
Thonon CRG		10,5	9,1	-	7,4	6,3	5,1	3,8	7,3	4,5	4,2	6,5	5,4
Thonon Belleaux		-	2,7	3,7	3,0	-	-	16,3	5,7	2,1	1,8	2,1	-



Tableau No 7  
NITRITES EN mg N/l

Station Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chessel	-	-	-	-	0,02	0,21	0,02	0,02	0,05	-	0,01	0,06
Clarens	-	-	-	-	0,11	0,27	0,25	0,20	0,25	0,22	0,39	0,12
Pully	-	-	-	-	0,07	0,05	0,04	0,06	0,12	0,06	0,13	0,08
Vidy	-	-	-	-	0,06	0,10	0,08	0,11	0,09	0,07	0,19	0,04
Tolochenaz	-	-	-	-	0,01	0,00	0,12	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
Changins	-	-	-	-	0,06	0,11	0,02	0,04	0,06	0,03	0,05	0,05
Hôtel de ville Genève	0,05	0,04	0,46	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03
Anières	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,05	0,03	0,37	0,00	0,00	0,01	0,01
Bellevue	0,04	0,01	0,33	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
Chouilly	0,02	0,01	0,40	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,02	0,02	0,01	0,00
Saiève	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Thonon CRG	0,01	0,00	-	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01
Thonon Bellevaux	-	0,00	0,01	0,00	-	-	0,02	0,11	0,03	0,02	0,02	-

Tableau No 8 NITRATES EN mg N/l

Station	Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chesnel		-	-	-	-	0,70	0,32	0,28	0,28	0,42	-	0,25	0,07
Clarens		-	-	-	-	0,30	0,31	0,22	0,25	0,41	0,14	0,27	0,20
Pully		-	-	-	-	0,48	0,48	0,23	0,25	0,53	0,14	0,19	0,03
Vidy		-	-	-	-	-	0,32	0,29	0,39	0,48	0,12	0,15	0,09
Tolochenaz		-	-	-	-	1,21	5,46	1,06	6,69	3,10	0,83	0,78	1,28
Changins		-	-	-	-	0,29	0,34	0,18	0,28	0,33	0,16	0,15	0,16
Hôtel de ville Genève		1,56	1,42	11,38	0,77	0,56	0,45	0,34	0,56	0,29	0,43	0,88	0,36
Anières		0,95	2,19	4,61	0,14	0,20	0,07	0,20	0,29	0,18	0,18	0,41	0,23
Bellevue		0,75	0,45	4,61	0,41	0,43	0,41	0,25	0,36	0,29	0,23	0,43	0,29
Chouilly		1,20	0,95	6,59	0,32	0,34	0,34	0,25	0,27	0,43	0,47	0,99	0,36
Salève		0,95	0,56	2,53	0,11	0,32	0,32	0,20	0,29	0,20	0,34	0,20	0,16
Thonon CRG		0,18	0,08	-	0,59	0,35	0,30	0,05	0,19	0,11	0,12	0,45	0,31
Thonon Bellevaux		-	0,10	0,36	0,22	-	-	0,63	0,49	0,16	0,14	0,10	-

Tableau No 9 AMMONIUM EN mg N/l

Station / Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chessel	-	-	-	-	0,45	1,21	0,94	0,55	1,34	-	1,37	0,61
Clarens	-	-	-	-	0,66	0,96	0,41	1,06	0,94	0,37	0,67	0,33
Pully	-	-	-	-	4,74	5,19	6,92	7,43	14,99	1,65	1,20	2,05
Vidy	-	-	-	-	5,42	2,97	4,17	1,19	2,64	0,56	0,84	1,40
Tolochenaz	-	-	-	-	1,47	1,38	3,65	11,29	0,96	0,66	1,19	1,37
Changins	-	-	-	-	4,97	7,89	10,81	11,21	7,42	0,99	1,47	1,08
Hôtel de ville Genève	2,88	1,32	3,19	2,49	2,88	2,02	1,79	1,48	0,78	2,10	1,79	1,09
Anières	3,34	0,78	2,49	1,79	4,28	8,56	5,21	4,12	1,09	1,71	1,79	0,70
Bellevue	1,56	0,39	2,57	1,40	0,54	3,34	0,78	1,24	0,93	0,93	0,78	0,62
Chouilly	2,18	0,93	6,30	1,94	1,09	0,86	1,09	2,72	3,81	4,12	2,33	0,54
Salève	6,14	0,93	2,10	0,86	0,70	1,24	0,86	1,56	0,31	0,54	0,08	0,39
Thonon CRG	1,3	1,8	-	2,75	3,30	4,25	2,59	1,88	1,84	0,48	0,18	0,08
Thonon Belleveaux	-	0,30	0,68	0,25	-	-	0,74	0,46	0,28	0,24	0,30	-

Tableau No 10 AZOTE MINERAL EN mg, l

Station	Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chessel		-	-	-	-	1,17	1,74	1,24	0,85	1,81	-	1,63	0,74
Clarens		-	-	-	-	1,07	1,54	0,88	1,51	1,60	0,73	1,33	0,65
Pully		-	-	-	-	5,29	5,72	7,19	7,74	15,64	1,85	1,52	2,16
Vidy		-	-	-	-	-	3,39	4,54	1,69	3,21	0,75	1,18	1,53
Tolochenaz		-	-	-	-	2,69	6,84	4,83	18,01	4,07	1,49	1,97	2,65
Changins		-	-	-	-	5,32	8,34	11,01	11,58	7,81	1,18	1,67	1,29
Hôtel de ville Genève		4,49	2,78	15,03	3,28	3,45	2,47	2,14	2,05	1,07	2,54	2,69	1,48
Anières		4,31	2,98	7,10	1,94	4,50	8,68	5,44	4,76	1,27	1,89	2,21	0,94
Bellevue		2,35	0,85	7,51	3,76	0,98	3,76	1,03	1,61	1,23	1,16	1,22	0,92
Chouilly		3,40	1,89	13,29	2,26	1,44	1,20	1,34	3,04	4,26	5,77	3,33	0,90
Salève		7,11	1,50	4,64	0,97	1,02	1,56	1,06	1,86	0,51	0,88	0,28	0,55
Thonon CRG		1,49	1,88	-	3,35	3,67	4,56	2,64	2,09	1,96	0,60	0,63	0,40
Thonon Bellevaux		-	0,41	1,05	0,47	-	-	1,40	2,03	0,48	0,41	0,41	-

ORTHOPHOSPHATES EN mg P/l

Tableau No 11

Station / Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chessel	-	-	-	-	0,039	0,047	0,051	0,020	0,055	-	0,142	0,014
Clarens	-	-	-	-	0,010	0,050	0,032	0,130	0,025	0,027	0,016	0,023
Pully	-	-	-	-	0,197	0,261	0,536	0,624	0,669	0,274	0,089	0,248
Vidy	-	-	-	-	0,128	0,101	0,290	0,074	0,083	0,073	0,090	0,069
Tolochenaz	-	-	-	-	0,327	0,465	0,409	0,847	0,068	0,182	0,111	0,103
Changins	-	-	-	-	0,489	2,037	2,102	0,300	0,254	0,256	0,117	0,350
Hôtel de ville Genève	0,057	0,174	0,030	0,130	0,053	0,090	0,190	0,102	0,004	0,049	0,005	0,001
Anières	0,021	0,222	0,240	0,610	0,422	1,010	0,444	0,074	0,019	0,121	0,176	0,008
Bellevue	0,045	0,009	0,040	0,080	0,019	0,210	0,020	0,026	0,004	0,020	0,022	0,001
Chouilly	0,045	0,222	0,300	0,760	0,023	0,130	0,063	0,068	0,604	0,816	0,169	0,002
Salève	0,083	0,634	0,180	0,005	0,087	0,080	0,103	0,093	0,015	0,043	0,018	0,007
Thonon CRG	0,010	0,047	-	0,173	0,021	0,072	0,027	0,005	0,297	0,092	0,010	0,006
Thonon Belleveux	-	0,249	0,100	0,109	-	-	0,125	0,132	0,095	0,020	0,006	-

Tableau No 12

## PHOSPHORE TOTAL EN mg P/l

Station	Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chesnel		-	-	-	-	0,125	0,141	0,083	0,044	0,210	-	0,307	-
Clarens		-	-	-	-	0,052	0,114	0,180	0,130	0,068	0,139	0,096	-
Pully		-	-	-	-	0,318	0,386	0,576	0,706	0,843	0,421	0,298	-
Vidy		-	-	-	-	0,507	0,123	0,357	0,085	0,145	0,137	2,242	-
Tolochenaz		-	-	-	-	0,455	0,649	0,494	1,101	0,720	0,241	0,751	-
Changins		-	-	-	-	0,509	2,523	2,105	0,388	0,211	0,377	0,346	-
Hôtel de ville Genève		0,104	0,416	-	0,170	0,057	0,090	0,265	0,240	0,011	0,051	0,011	0,004
Anières		0,057	0,234	0,310	0,670	0,441	0,840	0,482	0,157	0,042	0,121	0,188	0,011
Bellevue		0,175	0,081	0,130	0,110	0,022	0,190	0,025	0,040	0,020	0,022	0,028	0,001
Chouilly		0,128	0,341	-	0,840	0,032	0,120	0,073	0,090	0,628	0,840	0,177	0,004
Saiève		0,168	0,769	0,250	0,022	0,094	0,080	0,127	0,131	0,034	0,054	0,046	0,017
Thonon CRG		0,151	0,054	-	0,188	0,027	0,086	0,084	0,007	0,326	0,114	0,020	0,013
Thonon Belleaux		-	0,280	0,161	0,167	-	-	0,146	0,167	0,021	0,028	0,015	-

Tableau No 13  
PLUIES A THONON-CRG - Teneur en éléments dissous (mg/l)

Mois	Eléments en mg/l													Haut. de pluie en mm
	SiO <sub>2</sub>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> en N	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en N	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> en N	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> en P	P total en P	
Janvier	0,07	2,95	0,21	0,30	0,10	1,3	0,68	10,5	1,7	0,18	0,008	0,010	0,151	23,5
Février	0,13	2,0	0,20	0,32	0,12	1,8	1,85	9,1	1,95	0,08	0,004	0,047	0,054	38
Mars	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5
Avril	0,12	4,05	0,36	0,78	0,75	2,75	1,15	7,4	17,3	0,59	0,015	0,173	0,188	79
Mai	0,22	2,7	0,25	0,98	0,52	3,30	0,82	6,3	15,6	0,35	0,020	0,021	0,027	94
Juin	0,22	4,0	0,15	0,55	0,52	4,25	0,60	5,1	-	0,30	0,014	0,072	0,086	127
Juillet	0,30	1,75	0,30	0,84	0,51	2,59	0,10	3,7	18,1	0,05	0,002	0,027	0,084	130
Août	0,17	2,5	0,40	0,48	0,46	1,88	0,50	7,3	9,0	0,19	0,016	0,005	0,007	64
Sept.	0,14	2,0	0,20	0,40	0,50	1,84	0,55	4,5	12,7	0,11	0,015	0,297	0,326	97
Octobre	0,10	0,10	0,25	0,95	1,15	0,48	0,14	4,2	6,3	0,12	0,002	0,092	0,114	75
Novembre	0,12	2,0	0,30	0,43	0,54	0,18	1,12	6,5	0,0	0,45	0,005	0,010	0,020	37
Décembre	0,10	2,0	0,30	6,05	0,22	0,08	0,55	5,4	4,4	0,31	0,007	0,006	0,013	44

Tableau No 14 PLUIE ET NEIGE A THONON-BELLEVAUX Teneur en éléments dissous (mg/l)

Date	SiO <sub>2</sub>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> en N	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en N	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> en P	P total en P
10.02.73	0,12	8,0	0,06	2,30	2,41	0,393	2,57	3,0	8,3	0,08	0,004	0,163	0,202
11.02.73	0,07	6,0	0,10	1,45	1,62	0,119	1,15	3,8	4,4	0,17	0,003	0,515	0,535
13.02.73	0,04	10,0	0,12	0,85	1,16	0,290	1,32	0,0	6,8	0,05	0,006	0,222	0,246
13.02.73	0,09	8,0	0,10	4,20	3,08	0,456	4,07	5,0	12,2	0,05	0,002	0,340	0,398
24.02.73	0,03	1,0	0	1,20	1,52	0,270	2,12	1,5	5,9	0,14	0,003	0,006	0,021
07.03.73	-	2,0	0,1	6,24	4,90	0,680	9,10	3,7	6,3	0,36	0,010	0,100	0,161
03.04.73	0,05	2,0	0,04	1,23	0,58	0,056	0,90	3,0	2,4	0,09	0,003	0,039	0,134
10.04.73	0,00	1,5	0,08	1,28	1,88	0,132	1,38	3,0	4,0	0,0	0,002	0,288	0,368
20.04.73	0,27	2,0	0,01	0,68	0,70	0,554	1,20	3,0	5,9	0,58	0,005	0,00	0,00
06.07.73	2,90	2,5	0,20	0,20	0,27	0,071	3,50	22,2	-	1,22	0,005	0,239	0,275
17.07.73	-	3,0	0,15	0,63	0,23	1,420	0,0	10,5	8,8	0,05	0,041	0,012	0,017
12.08.73	0,25	4,0	0,20	0,42	0,47	0,36	0,0	5,4	2,4	0,41	1,20	0,058	0,101
31.08.73	0,34	3,2	0,20	0,55	0,62	0,56	0,0	6,0	1,9	0,58	0,96	0,207	0,234
03.09.73	0,03	0,1	0,0	0,03	0,10	0,253	0,1	1,9	3,9	0,14	0,037	0,009	0,020
18.09.73	0,10	0,1	0,0	0,03	0,10	0,308	0,1	2,4	4,1	0,19	0,027	0,010	0,022
07.10.73	0,10	0,1	0,10	0,20	0,14	0,364	0,2	2,4	6,8	0,20	0,027	0,014	0,026
15.10.73	0,02	0,1	0,0	0,15	0,37	0,121	0,2	1,2	3,4	0,09	0,010	0,026	0,031
16.11.73	0,11	1,0	0,1	0,46	0,28	0,160	0,10	1,8	2,4	0,10	0,030	0,002	0,012
30.11.73	0,21	2,0	0,1	0,60	0,44	0,435	0,22	2,4	5,9	0,10	0,004	0,010	0,019



RESIDU SEC EN mg/m<sup>2</sup>

Tableau No 15

Station	Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. annuelle
Chessel		-	-	-	-	6'059	6'175	15'936	10'512	10'132	-	6'943	5'396	
Clarens		-	-	-	-	7'452	4'760	8'295	5'280	6'324	2'755	2'816	13'398	
Pully		-	-	-	-	26'520	6'136	11'100	13'237	9'798	7'672	3'224	5'696	
Vidy		-	-	-	-	880	2'856	10'332	6'187	4'063	6'461	-	5'035	
Tolochenaz		-	-	-	-	8'032	6'580	20'691	15'152	3'300	2'175	2'793	6'655	
Changins		-	-	-	-	5'841	7'098	7'616	5'590	2'592	3'467	-	3'960	
Hôtel de ville Genève		2'249	2'410	1'530	4'469	4'241	921	2'527	2'112	628	1'617	1'190	2'216	
Anières		2'316	1'113	1'589	630	3'847	6'331	4'589	1'357	2'508	1'215	1'315	1'000	
Bellevue		2'220	1'120	560	1'204	2'706	2'540	606	1'632	1'376	336	826	539	
Chouilly		895	459	1'500	1'227	1'072	2'196	1'998	2'932	2'322	2'216	704	858	
Salève		1'706	1'053	560	2'058	2'968	2'551	3'325	2'660	1'488	2'004	2'370	880	
Thonon CRG		458	703	-	3'049	3'121	2'298	3'822	1'542	2'406	1'102	492	902	
Thonon Belleveaux		-	3'249	459	2'420	-	-	8'509	1'505	1'035	1'144	830	-	
Moyenne annuelle		1'640	1'444	1'033	2'151	6'061	4'203	7'642	5'361	3'690	2'680	2'137	3'878	3'493

Tableau No 16  
CALCIUM EN mg/m<sup>2</sup>

Station	Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyen. annuel.
Chessel		-	-	-	-	526	387	531	321	489	-	393	255	
Clarens		-	-	-	-	442	272	672	264	408	190	-	493	
Pully		-	-	-	-	599	260	507	390	370	465	-	192	
Vidy		-	-	-	-	-	236	554	139	239	426	-	170	
Tolochenaz		-	-	-	-	408	753	919	323	-	261	96	187	
Changins		-	-	-	-	449	187	341	169	232	161	-	128	
Hôtel de ville Genève		-	112	58	394	348	310	319	237	172	204	207	379	
Anières		-	152	77	280	263	476	312	118	134	134	166	252	
Bellevue		-	134	39	218	295	349	338	137	103	45	189	116	
Chouilly		-	108	36	208	295	195	533	174	120	132	109	62	
Saiève		-	78	19	199	268	310	213	158	138	184	136	66	
Thonon CRG		69	76	-	320	254	508	227	160	194	7,5	74	88	
Thonon Belleaux		-	841	26	330	-	-	624	488	13,6	13,1	88	-	
Moyenne annuel.		69	214	42	325	350	353	468	234	218	185	162	199	235

Tableau No 17  
CHLORURES EN mg/m<sup>2</sup>

Station / Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyen. annuel
Chessel	-	-	-	-	109	200	199	131	598	-	419	184	
Clarens	-	-	-	-	101	68	126	49	136	76	89	215	
Pully	-	-	-	-	176	118	208	134	163	232	-	128	
Vidy	-	-	-	-	-	63	252	79	113	184	-	222	
Tolochenaz	-	-	-	-	153	79	1306	95	-	101	88	165	
Changins	-	-	-	-	135	163	170	39	85	51	-	60	
Hôtel de ville Genève	218	170	120	524	589	514	266	132	473	448	244	418	
Anières	307	133	188	455	671	761	156	100	855	336	306	287	
Bellevue	151	95	122	292	385	359	366	274	197	117	129	87	
Chouilly	81	81	137	265	435	353	432	461	294	198	98	62	
Salève	302	106	52	406	489	388	651	204	713	331	190	313	
Thonon CRG	16	68	-	86	75	76	13	32	48	7,5	40	26	
Thonon Bellevaux	-	280	118	220	-	-	386	0	14	26	18	-	
Moyenne annuel.	179	133	123	321	302	262	348	133	307	175	162	180	219

Tableau No 18  
SULFATES EN mg/m<sup>2</sup>

Station Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyen annuel
Chessel	-	-	-	-	1394	938	1095	686	788	-	877	1164	
Clarens	-	-	-	-	1426	972	1197	429	1101	674	-	2002	
Pully	-	-	-	-	1584	1274	1609	1073	958	1193	-	2054	
Vidy	-	-	-	-	-	-	1814	613	825	1178	-	1727	
Tolochenaz	-	-	-	-	1555	-	1137	988	287	783	-	891	
Changins	-	-	-	-	1168	-	734	455	512	627	-	1392	
Hôtel de ville Genève	702	336	-	795	-	1067	305	495	455	295	479	616	
Anières	222	380	-	231	-	1011	390	344	285	229	244	546	
Bellevue	370	336	-	231	-	730	239	367	275	151	230	226	
Chouilly	294	240	-	296	-	915	310	617	360	247	302	136	
Salève	35	252	-	381	-	514	53	442	240	188	217	115	
Thonon CRG	246	345	-	584	592	647	494	467	436	315	240	237	
Thonon Bellevaux	-	344	48	550	-	-	3698	773	286	234	185	-	
Moyenne annuel.	311	319	-	438	1286	896	1005	596	524	509	271	925	644

Tableau No 19 AZOTE MINERAL EN mg/m<sup>2</sup>

Station	Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyen. annuel
Chesnel		-	-	-	-	85,4	120,1	205,8	124,1	246,2	-	213,5	52,5	
Clarens		-	-	-	-	98,4	104,7	184,8	249,1	217,6	69,3	42,6	50,0	
Pully		-	-	-	-	359,7	337,5	1071	944,3	1110	286,7	47,1	138,2	
Vidy		-	-	-	-	54,8	142,4	572	167,3	202,2	106,5	23,6	81,1	
Tolochenaz		-	-	-	-	228,6	321,5	1169	1711	166,9	216,0	72,9	145,7	
Changins		-	-	-	-	313,9	325,3	748,7	752,7	476,4	86,1	38,4	51,6	
Hôtel de ville Genève		121,2	77,8	45,1	269,0	231,1	239,6	284,6	135,3	92,0	129,5	91,5	81,4	
Anières		159,5	113,2	56,8	135,8	328,5	1033	707,2	200,8	144,8	105,8	114,9	65,8	
Bellevue		82,2	47,6	52,6	255,7	80,4	409,8	145,2	78,9	105,8	64,9	72,0	53,4	
Chouilly		71,4	56,7	66,4	117,5	96,5	146,4	148,7	264,5	255,6	317,3	113,2	35,1	
Salève		192,0	42,0	13,9	80,5	68,3	151,3	141,0	122,8	43,9	44,9	9,5	30,2	
Thonon CRG		35,0	71,4	-	264,6	345,0	579,1	343,2	133,8	190,1	45,0	23,3	17,6	
Thonon Bellevaux		-	52,2	13,6	86,2	-	-	317,7	275,3	65,4	53,9	36,2	-	
Moyenne annuel.		110	65,8	41,4	172,7	203,2	325,9	464,5	396,9	255,1	127,1	69,1	66,9	192

PHOSPHORE TOTAL EN mg/m<sup>2</sup>

Tableau No 20

Station	Mois												Moyen annuel
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
Chessel	-	-	-	-	9,13	9,73	13,78	6,42	28,56	-	40,22	-	
Clarens	-	-	-	-	4,78	7,75	37,80	21,45	9,25	13,21	3,07	-	
Pully	-	-	-	-	21,62	22,77	85,82	86,13	59,85	65,26	9,24	-	
Vidy	-	-	-	-	5,07	5,17	44,98	8,42	9,14	19,45	44,84	-	
Tolochenaz	-	-	-	-	38,68	30,50	119,55	104,60	29,52	34,95	27,79	-	
Changins	-	-	-	-	30,03	98,40	143,14	25,22	12,87	27,52	7,96	-	
Hôtel de ville Genève	2,81	11,65	-	13,94	3,82	8,73	35,25	15,84	0,95	2,60	0,37	0,22	8,7
Anières	2,11	8,89	2,48	46,90	32,19	99,96	66,66	6,59	4,79	6,78	9,78	0,77	24
Bellevue	6,48	4,54	0,91	7,48	1,80	20,71	3,53	1,96	1,72	1,23	1,65	0,06	4,4
Chouilly	2,69	10,23	-	43,68	2,14	14,64	8,10	7,83	37,68	46,20	6,02	0,16	16,3
Salève	4,54	21,53	0,75	1,83	6,30	7,76	16,89	8,65	2,92	2,75	1,56	0,94	6,4
Thonon CRG	3,55	2,05	-	14,85	2,54	10,92	10,92	0,45	31,62	8,55	0,74	0,57	7,9
Thonon Belleveaux	-	35,7	2,09	30,6	-	-	33,13	22,64	2,86	3,68	1,32	-	
Moyenne annuelle	3,69	13,5	1,56	22,75	13,17	28,09	47,66	24,32	17,82	19,35	11,88	0,45	17

Tableau No 21

APPORTS ATMOSPHERIQUES DIRECTS AU LEMAN (582 km<sup>2</sup>)

Année 1973	Résidu sec	Calcium	Chlorures	Sulfates	Azote minéral	Phosphore total
Moyenne mensuelle en mg/m <sup>2</sup> (kg/km <sup>2</sup> )	3'493	235	219	640	190	17
Apports annuels en tonnes	24'395	1'641	1'530	4'470	1'327	119
Année 1972						
Estimation en tonnes	13'119	1'220	845	4'592	1'778	9

INFLUENCE DES REJETS DE LA STATION D'EPURATION  
DE VIDY SUR LA FAUNE BENTHIQUE DU LEMAN

Campagne 1973

par Claude Lang  
Hydrobiologiste  
Conservation de la Faune, Lausanne

AVANT-PROPOS

Ce rapport préliminaire se limite à la présentation des résultats biologiques obtenus en 1973. Les analyses chimiques des sédiments et de l'eau surnageante effectuées par le Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon seront présentées dans le rapport final, englobant les prélèvements 1973-1974.

1. INTRODUCTION

Ces recherches biologiques s'insèrent dans le cadre général de l'étude de la dispersion de l'effluent de la station d'épuration (STEP) de Vidy, prévue par la Sous-Commission technique dans le programme quinquennal 1971-1975. La partie biologique de ce travail a pour but de répondre aux questions suivantes :

- Dans quelle mesure les rejets de la STEP influencent-ils la faune benthique du Léman ?
- Quelles sont les limites de cette action ?

A en juger d'après la littérature, l'impact de l'effluent d'une STEP sur la faune d'un lac ne semble pas avoir été étudié jusqu'à présent. Cependant, d'un point de vue pratique, ces effets sont importants à connaître, car ils mettent en évidence d'éventuelles pollutions locales résultant de la charge



organique résiduelle arrivant par l'effluent de la STEP (Revelly 1972).

Les communautés animales benthiques constituent un excellent indicateur de pollution, car leur structure donne une mesure intégrée des conditions physico-chimiques présentes et passées de l'environnement (Wihlm 1967).

## 2. STATION ETUDIEE

En service depuis 1964-65, la STEP de Vidy a été équipée à partir de 1971 des trois phases d'épuration. Raccordée depuis 1973 à 230'000 équivalents-habitants, elle a traité biologiquement et chimiquement au cours de cette même année une moyenne de 1270 l/sec sur les 1600 l/sec qui lui sont parvenus.

Les eaux épurées se déversent dans le lac par une conduite sous-lacustre qui débouche à 350 m. de la rive et à une profondeur de 10 m. L'extrémité de cette conduite, située à la limite de la plate-forme littorale, sert de point de référence zéro aux distances de prélèvements.

## 3. METHODES

3.1. Prélèvements : tous les prélèvements 1973 s'effectuent in situ en plongée au moyen du scaphandre autonome.

Des tubes en PVC transparent de 40 cm de longueur et de 4,5 cm de diamètre intérieur sont enfoncés jusqu'à 20 cm de profondeur dans le sédiment. L'orifice supérieur du tube est obturé au moyen d'une capsule en polyéthylène. Le tube est retiré du sédiment et son orifice inférieur est fermé de la même façon. On prélève ainsi une carotte de sédiment représentant 15 cm<sup>2</sup> du fond et un volume d'environ 300 cm<sup>3</sup>.

3.2. Estimation des distances de prélèvement : les distances de prélèvement par rapport à l'effluent de la STEP sont mesurées au moyen d'une petite hélice reliée à un compte-tour. Cet appareil, porté par le plongeur, permet de calculer les distances avec une précision de l'ordre de 10 %. La direction de marche est donnée par une boussole montée sur le même châssis que le compte-tour. Cette méthode, utilisée pour déterminer la distance des points de prélèvement rapprochés les uns des autres, est remplacée pour de plus longues distances par des points de repère terrestres.

3.3. Profondeur de prélèvement : Une profondeur de prélèvement constante (10 m) a été choisie dans la plupart des cas. Cette profondeur correspond à la limite de la plate-forme littorale, zone où se déversent les rejets de la STEP. Le choix d'une profondeur de prélèvement constante permet de comparer entre eux les prélèvements faits à différentes distances de la STEP en éliminant l'effet de la profondeur sur la composition du benthos.

L'étude simultanée de plusieurs distances et de plusieurs profondeurs de prélèvement nécessite un échantillonnage si large que les temps de triage, de détermination et de comptage deviennent prohibitifs.

3.4. Triage : Au laboratoire, le sédiment est passé sur un tamis dont le diamètre de maille est de 0,2mm. Le refus du tamis est fixé au formol 10 % additionné de Rose Bengale (1g/l). Le triage s'effectue sous la loupe binoculaire par petites fractions. Les animaux colorés en rouge se distinguent facilement du sédiment. Ils sont ensuite conservés dans l'alcool 80 %. Les tubificidés sont placés 48 heures dans du lactophénol d'Ammann avant de les déterminer sous le microscope.

3.5. Analyses chimiques : Pour chaque point de prélèvement, une carotte de sédiment est réservée à l'analyse chimique. Ces analyses, effectuées par le Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon, portent sur le sédiment lui-même et l'eau surnageante. La liste en est donnée dans le tableau ci-dessous :

ELEMENTS CHIMIQUES ANALYSES EN 1973

<u>Sédiments (%)</u>	<u>Eau surnageante mg/l</u>
MgO	SiO <sub>2</sub>
CaO	Ca <sup>++</sup>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mg <sup>++</sup>
MnO	Na <sup>+</sup>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sup>+</sup>
Na <sub>2</sub> O	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
K <sub>2</sub> O	Sr <sup>++</sup>
SiO <sub>2</sub>	Cl <sup>-</sup>
TiO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>---</sup>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>--</sup>
Perte au feu	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
	PO <sub>4</sub> <sup>----</sup>
	P total

3.6. Analyses statistiques : La signification des variations observées dans la répartition de la faune benthique à différentes distances de la STEP est vérifiée au moyen du test de  $\chi^2$ . Ce test non-paramétrique est indépendant du type de distribution des animaux (Elliott 1971). En effet, le comportement particulier des tubificidés qui forment des amas dans le sédiment (Brinkhurst 1971), perturbe l'analyse statistique des résultats selon des méthodes classiques.

4. RESULTATS BIOLOGIQUES

Quatre séries de prélèvements ont été effectuées en 1973, comme l'indique le tableau ci-dessous :

PRELEVEMENTS 1973 A VIDY

Date	Orientation p.r.à la STEP	Distance p.r.à la STEP m	Prof. (m)	Nombre de carottes par distance.
10 avr.	Ouest	80,160,300,450	10	4
15 mai	Ouest	300,600,1200,2400,3200	10	4
27 août	Ouest	600,2400	5,10,15	12 (4 par prof.)
19 nov.	Ouest, Est	300,600,900	10	3

4.1. Série 1, 10 avril 1973

VARIATIONS DU BENTHOS EN FONCTION DE LA DISTANCE DES  
PRELEVEMENTS PAR RAPPORT A L'EFFLUENT DE LA STEP (10 AVRIL 1973)

---

Distance (m)	Nombre d'individus par carotte (15 cm <sup>2</sup> )														
	Tubificidés			cocons Tubificidés			Chironomides			Valvata piscinalis			Planorbis spec.		
80	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	4	6	0	8	19	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	432	315	240	32	30	6	0	0	4	0	0	0	1	0	0
450	322	172	-	38	4	-	1	3	-	1	1	-	1	0	-

- seulement deux carottes prélevées à 450 m

La faune récoltée se compose presque exclusivement de tubificidés, à l'exception de quelques larves de chironomides et de quelques mollusques de petite taille. En fonction de la densité des vers, on peut distinguer deux zones très différentes dans leur répartition :

- De 80 à 160 m, une zone pratiquement abiotique où n'apparaissent que quelques tubificidés.
- De 300 à 450 m, une zone où abondent les tubificidés accompagnés de quelques chironomides et de quelques mollusques.

Une vase noire recouvre le fond du lac dans toute la zone étudiée. Liquide à proximité de l'effluent, sa consistance augmente au fur et à mesure que l'on s'en éloigne. Entre 300 et 450 m, de distance, une couche discontinue blanche de *Sphaerotilus natans* tapisse le sédiment.

4.2. Série 2, 15 mai 1973 : Les tubificidés forment à nouveau l'essentiel de la faune récoltée (Tab. 1). Le nombre de ces vers varie significativement en fonction de la distance des prélèvements ( $p < 0,001$ ). Les valeurs de leur densité permettent de distinguer trois zones :

- une zone proche de l'effluent (300 m) correspondant à une faible densité;
- une zone de densité maximale à 600 m de l'effluent;
- une zone où leur densité diminue à nouveau et où une faune "normale" pour le Léman réapparaît (1200-3200 m).

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la STEP, l'importance relative des chironomides, des mollusques et des copépodes augmente par rapport à celle des tubificidés. Les différences de densité observées entre les mois d'avril et de mai à 300 m de la STEP s'expliquent par des distances de prélèvement légèrement dissemblables ( $\pm 30$  m), ce qui indique une zonation très tranchée chez les tubificidés.

Le nombre d'espèces observées chez ces vers est restreint (Tab. 2). A proximité de la STEP, l'espèce dominante tant en nombre qu'en biomasse est représentée par *Potamothrix hammoniensis*. Puis la densité de *Peloscolex ferox* augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la STEP. Les proportions entre les nombres d'individus appartenant aux différentes espèces varient significativement avec la distance de prélèvement ( $p < 0,001$ ).

Les proportions observées entre les nombres de tubificidés de grande et de petite taille changent significativement ( $p < 0,001$ ) quand on s'éloigne de la STEP.

NOMBRES DE TUBIFICIDES DE PETITE ET DE GRANDE TAILLE RENCONTRES A  
DIFFERENTES DISTANCES DE L'EFFLUENT DE LA STEP (15 mai 1973)

Distance (m)	Total des 3 carottes (45 cm <sup>2</sup> )		
	Individus de petite taille	Individus de grande taille	Total
300	62	60	122
600	378	542	920
1'200	211	53	264
2'400	155	80	235
3'200	85	48	133
Total	891	783	1'674
$\chi^2 = 151,720$ $P < 0,001$ pour 4 DL			

En d'autres termes, le pourcentage d'individus de grande taille diminue avec la distance, ce qui semble indiquer que la "capacité" nutritive du milieu devient plus faible.

De 300 à 600 m, le sédiment est formé d'une vase noire et liquide, à 1'200 et 2'400 m de sable et de vase, à 3'200 m de sable et de débris végétaux. La pente du fond est faible à toutes les distances, à l'exception de 1'200 m où elle est forte.

4.3. Série 4, 19 novembre 1973 : Ce prélèvement analyse la répartition de la faune benthique à l'Est et à l'Ouest de l'effluent de la STEP. A 900 m Est, le fond du lac est recouvert d'un sédiment assez compact où abondent les Gastéropodes. A 600 m Est, à 300 m Est et Ouest, une vase noire et liquide couverte de *Sphaerotilus natans* (détermination de M. Ed. Pongratz) tapisse le fond du lac. La vase noire devient plus compacte à 600 m Ouest et les Gastéropodes redeviennent abondants.

La répartition quantitative (Tab. 3) et la composition spécifique (Tab. 4) des populations de tubificidés changent significativement ( $p < 0,001$ ) selon l'orientation des prélèvements.

La zone Est (300 et 600 m) se caractérise par la dominance de *Tubifex tubifex*, accompagné à 300 m par *Limnodrilus hoffmeisteri*. Comme dans les prélèvements précédents, *Potamothrix hammoniensis* est abondant à l'Ouest où n'apparaissent que quelques *Tubifex* (300 m). Les prélèvements 900 m. Est et 600 m Ouest sont très comparables ( $p < 0,20$ ) au point de vue composition des populations de Tubificidés. Celles-ci se caractérisent par l'abondance de *Pelosclex ferox* et de *Potamothrix hammoniensis*.

4.4. Série 3, 27 août 1973 : Contrairement aux prélèvements précédents, ceux de cette série sont effectués à trois profondeurs différentes ( 5, 10 et 15 m) et à deux distances de la STEP (600 et 2'400 m). Ils ont pour but l'étude des modifications de la faune benthique en fonction de la profondeur dans la zone frontière que constitue la limite entre la plate-forme littorale et le bord du mont (Tab. 5).

Chez les tubificidés, les nombres d'individus par prélèvement ainsi que l'abondance des espèces (Tab. 6) se modifient de façon significative ( $p < 0,001$ ) en fonction de la profondeur aux deux distances étudiées. Pour chacune des profondeurs, les nombres de tubificidés récoltés varient significativement ( $p < 0,001$ ) en fonction de la distance de prélèvement.

DENSITE DES POPULATIONS DE TUBIFICIDES A DIFFERENTES DISTANCES  
DE LA STEP ET A DIFFERENTES PROFONDEURS (27 août 1973)

Profondeur m	Distance à la STEP					
	600 m			2'400 m		
5	231	166	250	69	119	99
10	194	309	334	199	143	230
15	210	292	210	143	300	216

Ces résultats indiquent que les bords du mont ne constituent pas un habitat homogène. C'est une zone de transition se caractérisant par des variations rapides dans la distribution de la faune. Ces changements peuvent être attribués à des conditions de sédimentation différentes.

## 5. DISCUSSION

Les résultats biologiques obtenus en 1973 mettent en évidence des modifications considérables de la faune benthique dans les environs de l'effluent de la STEP. Les tubificidés, formes caractéristiques des milieux pollués, constituent le groupe dominant dans tous les prélèvements proches de l'effluent.

La répartition de ces vers peut être divisée en quatre zones (chap. 41 et 4.2.) :

- Une zone de 100 m de largeur à partir de l'effluent de la STEP se caractérise par l'absence de macrofaune.
- De 150 à 250 m, la densité des tubificidés reste faible (5-20 individus/carotte).

- Entre 300 et 600 m, la densité est élevée (150-300 individus/carotte).
- De 1'200 à 2'400 m, la densité diminue (50-100 individus/carotte).

L'influence des rejets de la STEP détermine sans doute une partie de cette zonation. La zone abiotique correspond à une accumulation de substances toxiques amenées par l'effluent qui empêche la colonisation du sédiment par la macrofaune. Puis la concentration des toxiques diminue et le sédiment devient de plus en plus favorable au développement des populations de tubificidés en leur offrant une nourriture abondante.

D'autre part, du fait des mauvaises conditions d'oxygénation, les autres groupes du benthos sont absents, ce qui réduit la compétition pour l'espace et la nourriture disponibles ainsi que la prédation (Brinkhurst 1971). Pour ces raisons les populations de tubificidés se développent de façon explosive dans la troisième zone décrite.

La richesse actuelle de ces sédiments en tubificidés ne peut pas être attribuée de façon certaine à la seule influence des rejets de la STEP, car la baie de Vidy était déjà soumise depuis longtemps aux influences polluantes du Flon à l'Est (Monod 1956) et de la Chamberonne à l'Ouest (Burkard 1963-64).

Depuis la mise en action de la STEP de Vidy, le Flon est épuré, tandis que la Chamberonne reste polluée (Burkard 1967), mais la situation de cette rivière s'est améliorée en 1972 (Burkard 1972).

L'examen des populations de tubificidés rencontrées à l'Est et à l'Ouest de la STEP (chap. 4.3.) permet de constater que :

- A 300 et 600 m à l'Est de la STEP, les populations sont principalement composées de *Tubifex tubifex* et de *Limnodrilus hoffmeisteri*, espèces caractéristiques des milieux très pollués (Brinkhurst 1971).

A 900 m dominant *Potamothrix hammoniensis* et *Pelosclex ferox*, espèces moins résistantes aux pollutions. La situation s'améliore donc quand on s'éloigne de la STEP et qu'on se rapproche du Flon, ce qui montre que l'action actuelle de la STEP surpasse les effets passés du Flon.

- A l'Ouest, les populations de tubificidés très denses sont dominées par *Potamothrix hammoniensis*, ce qui indique un degré de pollution moins accentué qu'à l'Est (*Tubifex tubifex* rare). Cette région est influencée à la fois par les rejets de la STEP et par les eaux de la Chamberonne.

#### CONCLUSION

Les effets de la STEP de Vidy sur la faune benthique du Léman peuvent être comparés à ceux d'un égoût : présence d'une zone abiotique suivie d'une prolifération de tubificidés (Hynes 1960).

Cette situation paradoxale s'explique par l'énorme quantité d'eau (chap. 2) qui traverse la conduite de la station et qui se déverse dans le lac en un seul endroit. De plus, ces eaux ne sont pas traitées dans leur totalité et, dans les eaux traitées, la charge polluante résiduelle reste appréciable (Revelly 1972).

Ces résultats montrent que le fonctionnement d'une STEP peut être contrôlé par l'étude de la faune des sédiments. Cette étude devrait commencer avant la mise en service de la station. Puis, les effets des rejets devraient être contrôlés régulièrement, en particulier l'étendue de la zone abiotique dont la superficie mesure l'effet polluant résiduel de la station. On peut se

demander si, dans le cas de STEP importantes, la multiplication des points de rejets ne faciliterait pas le travail autoépurateur du lac. Ce point mériterait d'être étudié.

---

### Bibliographie

Brinkhurst, RO, and Jamieson, B.G.M., (1971)

Aquatic oligochaeta of the world, Oliver and Boyd, Edinburgh.

Burkard, P, (1963-1964) (1967) (1972)

Rapport sur l'étude des affluents du Léman

Commission Internationale pour la protection des eaux du lac Léman et du Rhône contre la pollution. Sous-Commission technique.

Elliott, J.M., (1971), Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates, Scientific publication No 25, Freshwater Biological Association.

Hynes, H.B.N., (1971), The biology of polluted waters, Liverpool University Press.

Monod, R., (1956), contribution à l'étude des variations de la composition chimique des eaux du lac Léman, phénomène de la pollution et d'autoépuration à l'embouchure du Flon à Vidy  
Annales de la Station Centrale d'hydrobiologie appliquée, T VI

Revelly, P., (1972), Influence des rejets des stations d'épuration sur la qualité de l'eau des récepteurs, Commission Internationale pour la protection des eaux du lac Léman contre la pollution. Sous-Commission technique. Rapports sur les études et recherches entreprises dans le bassin lémanique. Programme quinquennal 1971-1975. Campagne 1972.

Wihlm, J.L., (1967), Comparison of some diversity indices applied to populations of benthic macroinvertebrates in a stream receveiving organic wastes, J. Wat. Poll. Contr. Fed., Vol. 39, No 10.

Tableau No 1. VARIATIONS DU BENTHOS EN FONCTION DE LA DISTANCE DES PRELEVEMENTS PAR RAPPORT A L'EFFLUENT DE LA STEP (15 mai 1973)

Distance (m)	Nombre d'individus par carotte (15 cm <sup>2</sup> )									
	Tubificidés	Cocons Tubificidés	Chironomides	Copépodes	Pisidium spec.	Valvata piscinalis	Planorbis spec.	Total Mollusques		
300	7 71 44	52 34 45	0 3 0	0 8 9	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
600	338 212 370	58 72 34	3 3 3	0 3 0	0 2 0	0 0 0	1 0 1	1 2 1	1 2 1	1 2 1
1'200	43 162 59	5 13 18	3 1 3	43 9 84	4 7 4	1 1 0	1 0 0	6 8 4	6 8 4	6 8 4
2'400	92 84 59	8 19 1	2 7 7	3 29 0	3 1 2	0 1 0	0 0 1	3 2 3	3 2 3	3 2 3
3'200	37 48 48	7 5 28	9 9 14	3 57 75	7 3 3	2 3 3	0 0 0	9 6 7	9 6 7	9 6 7



Tableau No 2 COMPOSITION SPECIFIQUE DES POPULATIONS DE TUBIFICIDES A DIFFERENTES DISTANCES  
DE L'EFFLUENT DE LA STEP (15 mai 1973)

Distance (m)	Nombre d'individus par espèce et par carotte (15 cm <sup>2</sup> )										Nombre total
	Pelosciolex ferox	Potamothrix hammoniensis	Potamothrix (1) cf. hammoniensis	Potamothrix vejcovskyyi	Potamothrix heuschleri	Limnodrilus hoffmeisteri	Limnodrilus spec.	Aulodrilus pluriseta			
300	0	1	27	0	0	0	0	0	0	0	28
600	2	38	61	2	0	5	3	18			129
1'200	1	5	14	2	0	0	0	0	0	0	22
2'400	34	0	7	0	2	1	6	2			52
3'200	2	2	11	0	0	0	3	2			20
Total	39	46	120	4	2	6	12	22			251

(1) Tous les individus immatures dont les soies ressemblent à celles de *P. Hammoniensis* sont groupés dans cette colonne.



Tableau No 4 COMPOSITION SPECIFIQUE DES POPULATIONS DE TUBIFICIDES A DIFFERENTES DISTANCES DE L'EFFLUENT DE LA STEP (19 novembre 1973)

Distance (m) et orientation	Nombre d'individus par espèce et par carotte (15 cm <sup>2</sup> )							
	Pelosclex ferox	Potamothrix hammoniensis	Potamothrix cf. hammoniensis	Tubifex tubifex	Tubifex cf. tubifex	Limnodrilus hoffmeisteri spec.	Limnodrilus spec.	total
900 Est	51	25	14	0	0	4	7	101
600 Est	18	22	(42) <sup>1</sup>	58	(0) <sup>1</sup>	6	6	152
300 Est	12	1	0	32	6	30	24	105
300 Ouest	1	65	98	5	25	15	15	224
600 Ouest	43	30	12	1	0	12	8	106
Total	125	143	166	96	(31)	67	60	688

(1) dans ce prélèvement, 42 individus immatures peuvent appartenir au genre Potamothrix ou Tubifex

Tableau No 5  
 COMPOSITION DU BENTHOS A DIFFERENTES DISTANCES DE LA STEP ET A  
 DIFFERENTES PROFONDEURS (27 août 1973)

Profon- deur (m)	Nombre total d'individus dans trois carottes (45 cm <sup>2</sup> )											
	Distance 600 m						Distance 2'400 m					
	Tubificidés	Cocons Tubificidés	LC	T	VP	PS	Tubificidés	Cocons Tubificidés	LC	T	VP	PS
5	647	16	0	0	1	0	287	14	6	3	3	2
10	837	45	3	30	1	0	572	4	3	7	2	2
15	712	149	0	32	0	4	659	6	4	10	1	0
Total	2'196	210	3	62	2	4	1'518	24	13	20	6	4

LC = Larves de Chironomides, T = Turbellariés, VP = Valvata piscinalis, PS = Planorbis spec.

Tableau No 6

COMPOSITION SPECIFIQUE DES POPULATIONS DE TUBIFICIDES A DIFFERENTES DISTANCES  
DE LA STEP ET A DIFFERENTES PROFONDEURS (27 août 1973)

Distance (m)	Profond. (m)	Nombre d'individus par carotte (15 cm <sup>2</sup> )							Total
		Peloscolex ferox	Potamothrix hammoniensis	Potamothrix cf. hammoniensis	Potamothrix vejvodskyi	Limnodrilus hoffmeisteri	Limnodrilus cf. hoffmeisteri	Aulodrilus plurisetata	
600	15	57	39	148	7	13	12	0	276
	10	22	2	120	0	0	5	33	182
	5	23	2	80	0	7	35	3	150
Total		102	43	348	7	20	52	36	608
2'400	15	73	0	0	0	0	2	0	75
	10	104	0	17	0	0	25	0	146
	5	27	2	15	0	7	13	1	65
Total		204	2	32	0	7	40	1	286

B I B L I O G R A P H I E

( Travaux récents relatifs au bassin lémanique )

- JAMIER D., OLIVE Ph., SIWERTZ E., VIAL R. Des accidents profonds conditionnent-ils la structure de l'ensemble Jura-Plateau molassique - Préalpes ? Archives des Sciences, Genève, 1973, vol. 8, fasc. 1-3, pp. 45-52.
- LANG C., Macrofaune des fonds de cailloux du Léman. Thèse Lausanne 1974. A paraître à la Revue suisse d'Hydrobiologie.
- LUGRIN M., Premières données sur les composés organiques dissous dans le bassin du lac Léman. Thèse Paris, 1974 .
- PELLETIER J., Contribution à l'étude de la production primaire du lac Léman. Thèse Université de Provence, 1973 .
- SIWERTZ E., Etude expérimentale par le tritium et l'oxygène-18 de l'infiltration sur les lysimètres et le bassin versant de Thonon. Thèse Paris, 1973 .
- SIWERTZ E., CHASSAING B., HAUBERT M., OLIVE Ph., Bilan hydrologique du lac Léman pour la période 1963 - 1972 ( I ). A paraître dans Archives des Sciences, Genève.
- SIWERTZ E., CHASSAING B., HAUBERT M., OLIVE Ph., Apports en nutriments au lac Léman pour la période 1962 - 1972 ( II ). A paraître dans Archives des Sciences, Genève.
- ROD Ph., Risques de pollution des lacs et des cours d'eaux par l'utilisation excessive des engrais dans l'agriculture. Bull. Assoc. Romande Prot. Eaux, Air (ARPEA) No 62, Janvier 1974.
- COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LAC LEMAN CONTRE LA POLLUTION. SOUS-COMMISSION TECHNIQUE
- Rapports sur les études et recherches entreprises dans le bassin lémanique. Programme quinquennal 1971-1975. Campagne 1972 .
- Rapport sur les études biologiques entreprises dans le bassin lémanique ( Contribution de la Station d'Hydrobiologie lacustre de Thonon ) Campagne 1972 .
- LACHAVANNE J.-B., WATTENHOFER R., Etude des macrophytes du lac Léman. A paraître .