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 13
3. La transparence de l'eau 16
4. La thermique du lac 25
5. Le pH de l'eau 29
6. L'oxygène dissous et son taux de saturation 32
6,1. L'oxygène 32
6.2. Le taux de saturation en oxygène 37
7. Evolution de l'azote minéral 41
7.1. L'azote ammoniacal 41
7.2. L'azote nitreux 46
7.3. L'azote nitrique 50
8. Evolution du phosphore 54
8.1. Les orthophosphates 54
8.2. Le phosphore organique 57
8.3. Le phosphore total 60
9. La mesure de la matière organique 65
9.1.1. La demande biochimique en oxygène (DBO_5) 65
9.1.2. Le taux de consommation d'oxygène 67
9.2. L'oxydabilité de l'eau 67
9.3. La demande chimique en oxygène (DCO) 68
10. La conductivité de l'eau 69
11. La dureté de l'eau 70
11.1. La dureté totale (TH) 70
11.2. La dureté passagère (Alcalinité) (TAC) 71
11.3 La dureté permanente 72
12. Le calcium 72
13. Le magnésium 73
14. Les sulfates 73
15. Les chlorures 74
16. Le sodium 74
17. Le potassium 75
18. La silice 75
19. Le fer 76
20. Le cuivre 77
21. Les détergents 77
22. Les hydrocarbures 77
23. Composition moyenne de l'eau du Léman 78
24. Tableaux généraux 79

1.2. EXAMENS BIOLOGIQUES DES EAUX DU PETIT LAC 111

1. Introduction 111
2. Etude de la variation de la transparence des eaux et des volumes de net-plancton 112

3. Etude quantitative des différentes espèces composant le net-plancton p. 114
4. Dénombrement des organismes du phytoplancton, prélevé à la bouteille, ou à l'aide d'un tuyau, au point objectif GE 4 du Petit Lac (Nyon) 114
5. Pourcentage des différentes classes et espèces d'algues 115
6. Importance du nannoplancton 117
7. Tableaux généraux 118

1.3. EXAMENS BACTERIOLOGIQUES DES EAUX DU LEMAN 123

1. Introduction 123
2. Les germes totaux 124
3. Les coliformes 128
4. Les entérocoques 131
5. Clostridiums sulfito-réducteurs 131
6. Les bactériophages fécaux 131
7. Tableaux généraux 133
8. Cartes de la pollution bactériologique du Léman 141

1.4. CONCLUSIONS GENERALES SUR L'EVOLUTION DU LEMAN 143

1. Examens physico-chimiques 143
2. Examens biologiques 146
3. Examens bactériologiques 147

2. ETUDE DES AFFLUENTS DU LAC LEMAN ET DU RHONE ENTRE GENEVE ET CHANCY 149

2.1. Généralités 149
2.1.1. Affluents étudiés, programmes des analyses 149
2. Fréquence des prélèvements 151
3. Critères analysés 151
4. Conditions météorologiques 151
5. Débits des affluents 154

2.2. Résultats des analyses, étude des apports 159
2.2.1. Température de l'eau 159
2. pH de l'eau 161
3. Conductivité 162
4. Turbidité 162
5. Oxygène dissous 163
6. Demande biochimique en oxygène 167
7. Demande chimique en oxygène et oxydabilité au permanganate de potassium 169
8. Azote minéral (ammoniacal, nitreux, nitrique et total) 171
9. Azote organique et total 178
10. Orthophosphates, phosphore organique et total 179
11. Détergents 184
12. Chlorures 186
13. Hydrocarbures 187
14. Dureté totale, titre alcalimétrique complet dureté permanente 189

15. Calcium p. 190
16. Magnésium 192
17. Potassium 193
18. Analyses bactériologiques 195

2.3. Evolution de la qualité de l'eau le long du cours de certains affluents 196
2.3.1. La Dranse 196
2. La Versoix 198
3. L'Arve 200
4. L'Allondon 201

2.4. Résumé des constatations, conclusions 203

2.5. Tableaux généraux 207

3. RAPPORT SUR L'ORIGINE DU PHOSPHORE DANS LE RHONE 259

3.1. Introduction 259
2. Points de prélèvement 259
3. Déterminations effectuées 261
4. Résultats analytiques 261
5. Comparaison entre 1971 et 1972 261
6. Conclusions 263
7. Tableaux généraux 264

4. INFLUENCE DES REJETS DES STATIONS D'EPURATION SUR LA QUALITE DE L'EAU DES RECEPTEURS 277

4.1. Introduction 277
2. Marche des stations d'épuration de Nant d'Aisy et du Vengeron au cours des années 1968 à 1972 279
3. Efficacité des stations d'épuration 281
4. Respect des exigences officielles 282
5. Exigences officielles relatives aux eaux résiduaires 283
6. Conclusion 284
7. Tableaux généraux 286

5. RAPPORT SUR L'ETUDE DES APPORTS ATMOSPHERIQUES AU LEMAN 307

6. BIBLIOGRAPHIE 312

7. ADRESSES DES AUTEURS DES RAPPORTS 313

P R E A M B U L E

Le présent rapport fait état d'une partie des travaux effectués en 1972 par la Sous-commission technique de la Commission internationale.

Le détail des travaux de recherches figure dans le " Programme quinquennal des travaux et recherches 1971-1975 " de mai 1970.

La description des travaux effectués est - dans une large mesure - déjà faite dans le rapport précédent concernant l'année 1971 (pp. 7-10), auquel nous renvoyons le lecteur.

Nous rappelons ici que le but premier des travaux est non de recherche scientifique de base, mais de recherche appliquée, visant à déterminer une évolution sanitaire du lac et de ses affluents, à proposer des mesures applicables et efficaces d'assainissement, et ensuite à vérifier et contrôler l'effet réel de ces mesures.

Les travaux effectués en 1972, qui font l'objet des rapports ci-dessous, forment cinq chapitres d'envergure diverse :

1. Etude sanitaire du Léman

Comme l'année passée, cette étude est divisée en trois parties.
Le rapport physico-chimique est plus complet que celui des années précédentes. Il contient en effet des données scientifiques qui n'avaient pas pu être exploitées jusqu'à maintenant et dont la plupart sont d'un intérêt évident. Il devrait être possible, par la suite, de reprendre ces données analytiques rassemblées dans le passé et d'en définir l'évolution dans le temps.

Le rapport biologique est très réduit. Il ne contient en effet que les résultats des observations faites dans le Petit Lac. Pour diverses raisons, bien que les prélèvements d'échantillons aient été réalisés et les analyses effectuées, le rapport sur la région pélagique et la rive savoyarde du Grand Lac ne paraît pas dans le présent volume. Il en est de même pour le rapport biologique sur les rives valaisanne et vaudoise, qui fait défaut pour les années 1971 et 1972.

Le rapport bactériologique concerne l'ensemble du Léman.

Les conclusions de ces trois rapports sont réunies dans un chapitre particulier, qui débute en page 143 du présent rapport.

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

Cette étude complète heureusement la précédente. Les renseignements précieux qu'elle contient peuvent intéresser, notamment, les autorités départementales, cantonales ou communales désireuses de connaître l'évolution des rivières qui les concernent, pour lesquelles elle constitue un instrument de travail indispensable.

3. Origine du phosphore dans le Rhône

Le Rhône est un des plus grands fournisseurs de phosphore au Léman. Au bout de deux années d'étude, l'origine de ce phosphore commence à être précisée.

Déjà des points "chauds" ont été précisés. Ce sera l'affaire des autorités et des industries d'y remédier rapidement.

4. Etude des stations d'épuration

Le fonctionnement des stations d'épuration est une des préoccupations de la Sous-commission technique. Bien que les contrôles aient été réduits en 1972, les résultats acquis permettent une étude critique sur le fonctionnement des stations d'épuration et sur le contrôle de leur efficacité.

5. Etude des précipitations au lac Léman

Un premier rapport succint ouvre déjà certains horizons sur les apports au lac par les précipitations atmosphériques. Il semble bien que l'importance de ces apports a été sous-estimée jusqu'à maintenant.

Parmi les autres travaux, qui feront l'objet de rapports détaillés ultérieurement, il faut mentionner l'étude biologique prospective de l'évolution du lac Léman et l'étude de la répartition des plantes aquatiques supérieures (macrophytes) qui doit se terminer à la fin de l'année 1973.

D'autres enquêtes et travaux de la sous-commission font l'objet de rapports spéciaux.

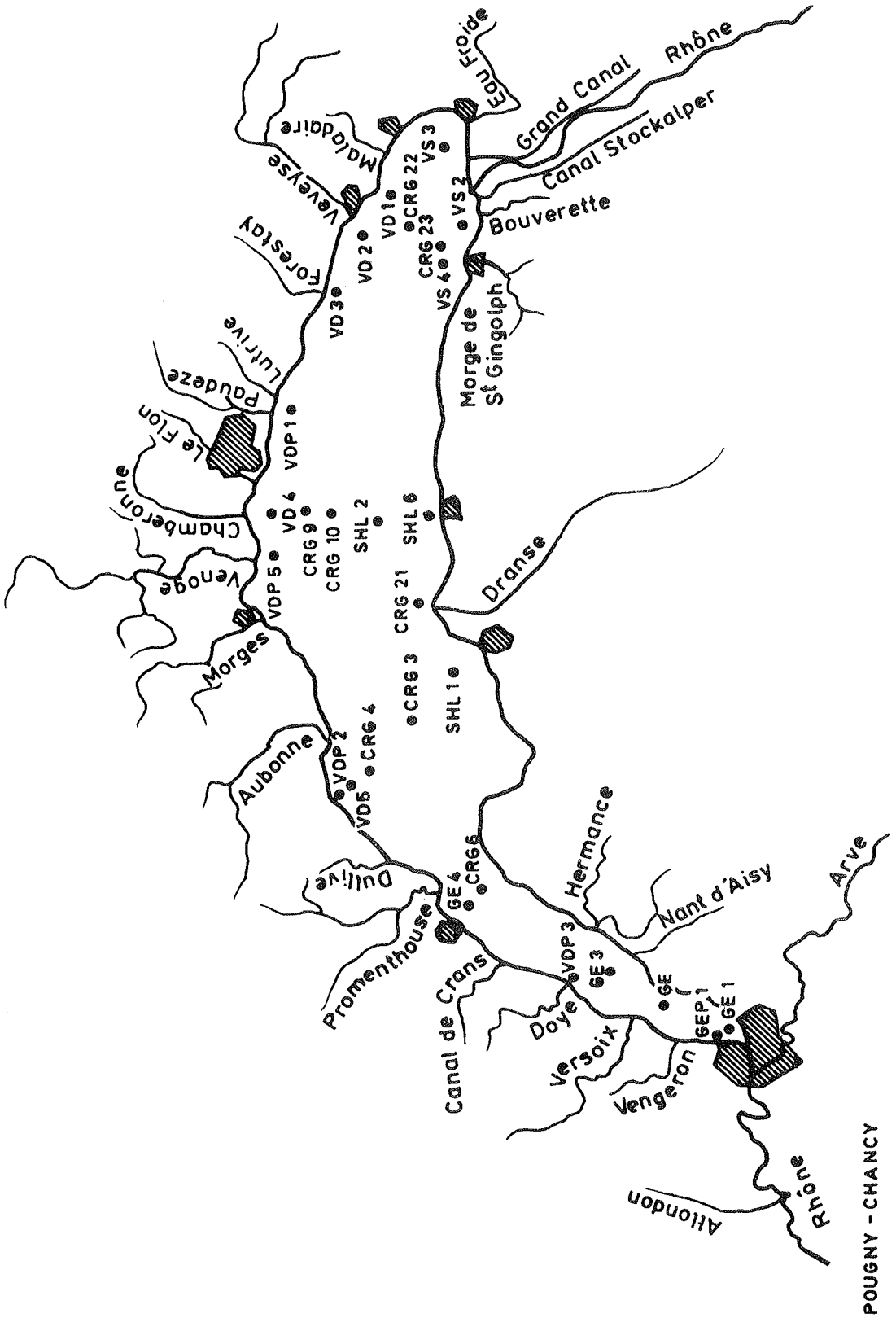
Mentionnons, à l'issue de ce préambule, que les tableaux récapitulatifs relatifs à chaque étude sont situés à la fin de chaque rapport. Leur emplacement est indiqué au sommaire.

A la fin du présent rapport figure une bibliographie de travaux récents effectués dans divers laboratoires participant aux travaux de recherches ou collaborant au sein de la Sous-commission technique.

Nous avons également indiqué la liste et l'adresse des auteurs ayant participé à l'élaboration des rapports.

ETUDE SANITAIRE DU LAC LEMAN - ETUDE DES AFFLUENTS

Situation des Stations de Prélèvement



EVOLUTION PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DU LEMAN

Campagne 1972

par R. Monod

Secrétaire de la
Commission internationale
Lausanne

INTRODUCTION

Le présent rapport fait suite à celui paru récemment relatif aux études entreprises en 1971.

Il a pour but de déterminer, dans la mesure du possible, l'évolution physico-chimique du Léman, mais aussi de mettre à disposition des spécialistes des données scientifiques de valeur. Le programme d'étude est identique à celui de l'année précédente. De manière générale, il a pu être réalisé. Seules les intempéries de décembre 1972 ont empêché certains laboratoires d'accomplir leur tâche.

Le contenu de ce rapport sera plus diversifié que celui des années précédentes. Il traitera, avec plus ou moins de détails suivant les cas, de l'ensemble des résultats physico-chimiques obtenus. Certaines données, mises en réserve depuis plusieurs années, seront peu à peu, ultérieurement, reprises et traitées du point de vue évolution sanitaire du Léman. Nous nous bornons, cette année, à donner un simple résumé de la situation en 1972. Mais, pour l'essentiel du problème, nous continuons à étudier les phénomènes le plus profondément que cela est possible dans le cadre d'un tel rapport.

L'étude et la création d'un nouveau programme de traitement des données, mis au point en 1973 par le Centre de calcul de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, et exécuté sur machine Control Data CYBER 73, permet dès cette année de dépouiller plus rapidement les résultats analytiques. Dès l'an prochain, il devrait être possible d'obtenir les résultats calculés dès janvier pour l'année précédente, et, le cas échéant, d'obtenir des moyennes intercalaires au besoin. Pour le moment, seuls les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques, ainsi qu'un certain nombre de données générales, telles qu'observations météorologiques, ou relatives à l'état du lac, ont été mis sur cartes perforées.

Pour l'année 1972, les résultats des observations se trouvent sur environ 6800 cartes perforées, qui contiennent les renseignements suivants :

3209 données sur les conditions de prélèvement, la météorologie et l'état du lac.
143 données sur les volumes de plancton prélevé dans des conditions standard.
2166 mesures de température de l'eau
30000 mesures au moins d'éléments physico-chimiques
5621 résultats d'analyses bactériologiques.

Soit au total plus de 40'000 données récoltées par les cinq laboratoires chargés de la réalisation de ce programme sur les 28 stations de prélèvements réparties sur l'ensemble du lac. Si l'on tient compte des dimensions du Léman, de la dispersion irrégulière des stations sur les 582 kilomètres carrés du Grand Lac et du Petit Lac et de l'échelonnement des prélèvements sur les douze mois de l'année, on notera que le nombre des observations dans chaque catégorie d'analyses est juste suffisant pour obtenir une moyenne statistique admissible.

Ainsi, si l'on se réfère aux mesures de thermique du lac, qui sont les plus nombreuses, la répartition du nombre des mesures par an et par mois, selon les profondeurs de prélèvement, est la suivante :

Profondeur de prélèvement	Nombre d'analyses		%
	par an	par mois env.	
Surface	272	22-23	12,6
5 m	252	21	11,6
10 m	253	21	11,7
20 m	253	21	11,7
30 m	276	23	12,7
40 m	277	23	12,8
50 m	248	20-21	11,4
100 m	100	8	4,6
150 m	78	6-7	3,6
200 m	67	5-6	3,1
250 m	23	2	1,1
300 m	23	2	1,1
autres profondeurs	44	4	2,0
Totaux	2166	180-181	100,0

Les mesures sont nombreuses dans les régions superficielles et relativement rares dans les couches profondes.

La répartition des mesures selon la profondeur, comparée aux volumes partiels du lac, montre encore mieux le déséquilibre. L'examen du tableau ci-contre met en évidence l'absolue nécessité de calculer pour l'ensemble du Léman les moyennes pondérées et non seulement arithmétiques.

Il y a de même un déséquilibre entre le nombre de mesures effectuées dans le Petit Lac et celles du Grand Lac. Le nombre d'analyses faites dans le Petit Lac (391) est trop élevé par rapport à celles effectuées dans le Grand Lac

(1775). La solution la meilleure consisterait à faire séparément les moyennes pondérées pour les deux parties du lac.

Profondeurs m	Nombre de mesures	% du total	Volumes partiels du lac %
0-50	1'707	78,8	29,3
50-100	207	9,6	22,6
100-150	89	4,1	17,65
150-200	83	3,8	14,15
200-250	45	2,1	10,1
250-fond	35	1,6	6,2
Totaux	2'166	100,0	100,0

Cependant, les programmes de prélèvements n'ayant que peu changé depuis plusieurs années, les résultats analytiques sont très comparables d'une année à l'autre, les erreurs éventuelles étant systématiques.

Un certain nombre de données se trouvant déjà dans le précédent rapport, nous nous y réfèrerons chaque fois que cela sera possible, et ne retranscrirons pas les tableaux.

2. CONDITIONS DE PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

METEOROLOGIE

ETAT DU LAC

En principe, les prélèvements ont lieu les trois premiers jours de la semaine qui précède le 20 de chaque mois.

En 1972, 101 journées de navigation ont été consacrées aux prélèvements par les cinq laboratoires. Le nombre de journées par mois varie entre 7 et 10 suivant les conditions atmosphériques. Il n'a été que de 5 en décembre, où le programme entier n'a pu être réalisé. Il est arrivé, en novembre par exemple, que la réalisation du programme doive s'étendre à deux semaines.

Les heures de prélèvement sont variables. Elles s'échelonnent de 0700 h à 1745 h. Certaines stations sont systématiquement visitées le matin, d'autres l'après-midi. Mais il y a de nombreuses exceptions, dues à des causes diverses.

L'observation de la nébulosité est intéressante. Elle est estimée et notée par des chiffres allant de 00 (absence totale de nuages dans le ciel) à 10 (nuages occupant l'ensemble du ciel). Le tableau ci-dessous donne un résumé des observations faites :

Ciel sans nuages	13 % des observations
Nébulosité inférieure à 50 %	22 % " "
Nébulosité égale à 50 %	10 % " "
Nébulosité comprise entre 50 et 100	15 % " "
Ciel entièrement nuageux	40 % " "

On remarque que la nébulosité complète a été relativement grande en 1972.

Aux mois de janvier, avril et mai, les jours de prélèvements, le ciel a été particulièrement nuageux. Par contre, il fut très clair en juillet.

Dans 60 % des cas, les prélèvements ont eu lieu à l'ombre.

En ce qui concerne le temps qu'il a fait, on a noté la présence de brouillard dans 5 % des cas, notamment en janvier, février et septembre.

La brume a accompagné le 50 % des prélèvements. Il s'agit soit de brume d'hiver, de décembre à avril, soit de brume d'été, très fréquente sur le lac par beau temps.

Dans 31 % des cas, le temps a été qualifié de "clair".

Il a plu dans 12 % des cas, en mai, juin, septembre, novembre et décembre.

En ce qui concerne les vents, les observations sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Calme plat		29,8 %
Vent du secteur	N	22,2 %
	NE	8,5 %
	E	2,3 %
	SE	5,6 %
	S	7,8 %
	SW	4,2 %
	W	10,1 %
	NW	9,5 %

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

Force	0	39,6 %	(non mesurable)
	1	25,2 %	
	2	15,4 %	
	3	12,4 %	
	4	4,2 %	
	5	1,6 %	
	6	1,6 %	

Il n'a pas été observé de vent de force supérieure à 6. En effet, les travaux de prélèvement sont très difficiles par gros temps.

Les observations ci-dessus concordent avec celles faites lors d'études précédentes.

L'aspect de l'eau quant aux vagues a été le suivant :

Lac plat	33,5 %
un peu ridé	22,5 %
vaguelettes	21,0 %
petites vagues	13,5 %
vagues plates	4,0 %
vagues déferlantes	1,0 %
houle courte	2,5 %
houle longue	2,0 %

Quant à la propreté du lac, les observateurs signalent :

lac propre	77,5 %	des cas
branchages, troncs	2,2 %	
feuilles	3,3 %	
pollen	9,6 %	(juin à août)
amas d'algues	1,5 %	
détritus divers	5,9 %	

Les observations relatives à la couleur de l'eau peuvent être résumées de la manière suivante :

vert	57,1 %	des cas
vert-jaune ou jaune-vert	24,2 %	
bleu-vert ou vert-bleu	11,2 %	
vert-gris	5,6 %	
jaune-brun	1,5 %	
jaune	0,4 %	
bleu	0 %	

Rappelons que la couleur est observée sur le disque de Secchi immergé. La gamme de couleurs ou teintes utilisées est simplifiée : vert, bleu, jaune, brun, rouge, gris, ou une combinaison de deux teintes.

Il faut noter que la couleur bleue n'est plus représentée, et que les teintes bleu-vert ou vert-bleu ne représentent que le 11,2 % des mesures, alors que les teintes jaunâtres deviennent très fréquentes.

La température de l'air, mesurée à l'ombre, a également été notée. On trouvera au tableau No 1 les moyennes mensuelles pour les diverses régions du lac.

La température de l'air a varié de 0°C en février à 29°C en juillet. La température moyenne au moment des prélèvements est de 10°4 environ.

D'une manière générale, les températures de l'air sont un peu plus élevées dans le Petit Lac que dans le Grand Lac. Mais, pour faire une comparaison valable, il faudrait tenir compte des heures auxquelles les mesures ont été prises.

3. LA TRANSPARENCE DE L'EAU

Les tableaux récapitulatifs No 2 et 3 donnent respectivement l'ensemble des mesures effectuées en 1972 (260 observations) et les moyennes calculées pour les différentes régions.

3.1. Le Léman pris dans son ensemble.

En moyenne, la situation s'est légèrement améliorée de 0,3 m en 1972 par rapport à 1971 (respectivement 7,03 m et 6,7 m). Mais on est encore au-dessous des valeurs de l'année 1970 (7,21 m) .

Les valeurs moyennes de 1972 sont inférieures à celles de 1971 en janvier, février, mars et août, et supérieures d'avril à juillet et de septembre à décembre. L'amélioration d'été semble être due à la forte diminution de phytoplancton observée en 1972 par rapport à l'année précédente.

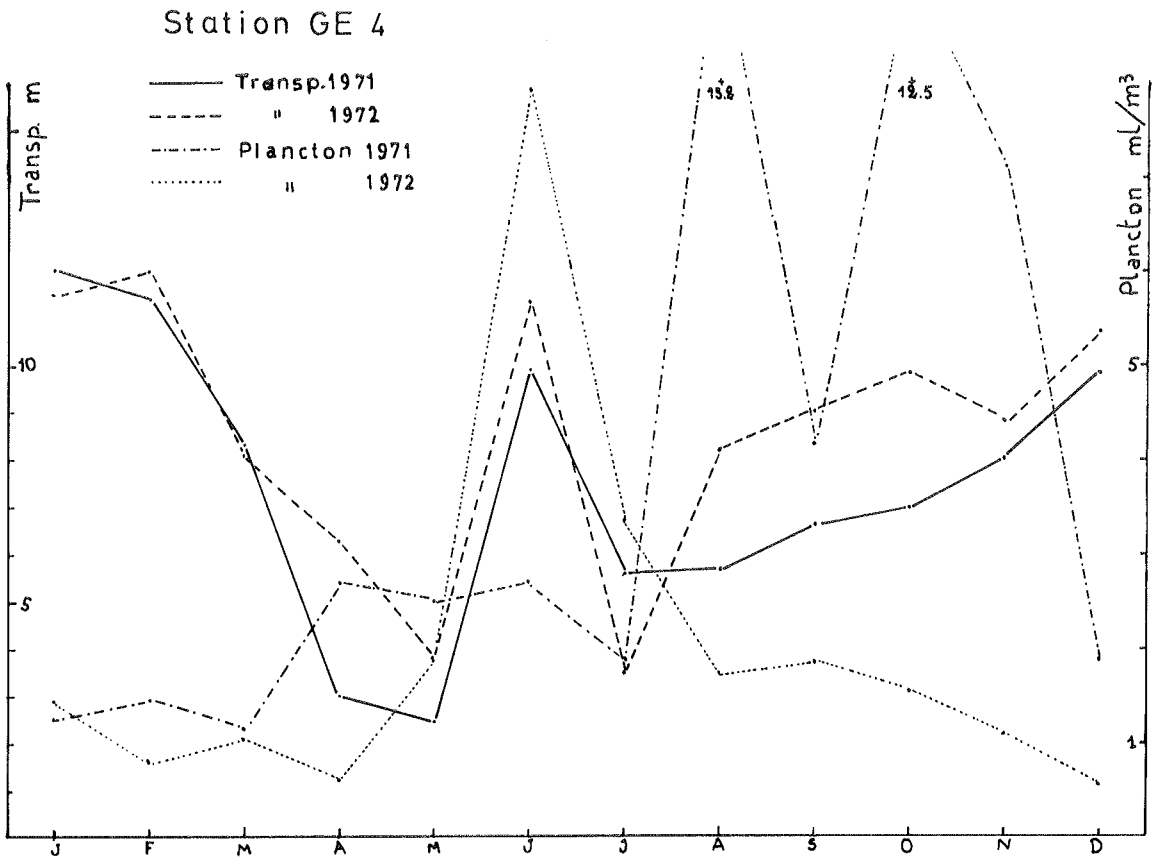
Le tableau suivant donne les volumes de phytoplancton mesurés en 1971 et 1972 aux stations SHL 2 (centre lac) et GE 4 (entrée du Petit Lac):

Volumes exprimés en ml / m3

Mois	Station SHL 2		Station GE 4	
	1971	1972	1971	1972
Janvier	1,00	1,35	1,25	0,94
Février	0,98	0,93	1,46	0,83
Mars	1,06	1,27	1,15	1,04
Avril	1,35	1,66	2,70	0,63
Mai	3,95	3,53	2,50	1,90
Juin	10,81	1,45	2,71	7,90
Juillet	3,12	1,45	1,84	3,34
Août	3,53	0,63	13,20	1,75
Septembre	5,61	0,52	4,16	1,56
Octobre	4,16	0,27	12,50	1,56
Novembre	4,57	0,31	7,10	1,10
Décembre	3,74	0,33	1,90	0,55
Moyenne	3,66	1,14	4,37	1,95

On note que la quantité moyenne de phytoplancton a diminué des deux tiers à la station SHL 2 et de plus de la moitié à la station GE 4.

Le graphique de la page ci-contre représente un essai de détermination de concordance entre les quantités de phytoplancton mesurées et la transparence. D'une manière générale, la transparence est inversément proportionnelle à la quantité de plancton. Cette 'règle' n'est pas observée au moment des fortes poussées planctoniques, notamment en juin. Il faut se souvenir que la mesure du plancton concerne l'ensemble d'une colonne d'eau de 50 mètres de hauteur (- 50 m à la surface). Il est vraisemblable - hypothèse à vérifier d'ailleurs - qu'aux périodes estivales de forte insolation,



(maximale en juin), la majeure partie du plancton se trouve en profondeur, en dessous de la limite de transparence observée à ce moment là.

3.2. Maxima et minima

Les maxima observés dans les diverses stations en 1972 sont en règle générale inférieurs à ceux observés en 1971.

Les seules exceptions sont les suivantes :

Station	1971	1972
VD 1	9,0 m	9,3 m
CRG 4	7,7 m	11,8 m
CRG 9	10,0 m	10,8 m

Encore faut-il relever que pour les deux dernières stations, les valeurs basses de 1971 sont dues au fait qu'il n'y avait pas eu d'observations en janvier et février.

Les minima sont, de manière générale, plus élevés qu'en 1971. Là aussi, il y a trois exceptions :

Station	1971	1972
VS 3	1,9 m	1,3 m
VD 1	1,8 m	1,7 m
CRG 23	2,0 m	1,8 m

A noter que ces stations sont toutes trois situées dans la région amont du Grand Lac : région nord-orientale pour les deux premières (Villeneuve et Montreux) et canyon du Rhône pour la troisième.

Les mesures faites aux stations VS 3 (1,3 m au mois d'avril) et CRG 23 (1,8 m en mai), constituent le minimum absolu jamais observé pour ces stations.

A ces deux exceptions près, le tableau des maxima et minima absolus présenté à la page 19 du rapport de la sous-commission technique pour la campagne 1971 est entièrement valable.

3.3. Grand Lac - Petit Lac

En 1972, la transparence moyenne de l'eau du Grand Lac a été très inférieure à celle observée dans le Petit Lac (respectivement 6,81 m et 8,03 m). En d'autres termes, alors que la transparence moyenne du Grand Lac passe , de 1971 à 1972, de 6,71 m à 6,81 m - soit une amélioration minime de 0,1 m - elle s'élève de 6,66 m à 8,03 m dans le Petit Lac - soit une amélioration de 1,37 m -.

L'amélioration moyenne du Grand Lac n'est guère significative.

Celle du Petit Lac, par contre, est très importante. Elle fait suite à l'année déficiente de 1971. En fait, il s'agit d'une moyenne annuelle qui n'avait plus été observée depuis 1962. Nous reviendrons plus en détails sur cette question au paragraphe 3.5. (Voir aussi tableau No 4 du rapport sur l'année 1971, page 71).

3.4. Le Grand Lac

Le tableau No 3 donne le détail des moyennes pour l'ensemble des régions. L'évolution des moyennes mensuelles par rapport à l'année précédente est la suivante :

Mois	1971	1972	Variation
Janvier	14,0	10,7	- 3,3 m
Février	11,9	9,6	- 2,3 m
Mars	12,3	5,7	- 6,6 m
Avril	2,4	4,3	+ 1,9 m
Mai	2,4	3,3	+ 0,9 m
Juin	7,6	8,3	+ 0,7 m
Juillet	3,9	4,4	+ 0,5 m
Août	5,1	3,5	- 1,6 m
Septembre	4,4	8,2	+ 3,8 m
Octobre	5,6	7,8	+ 2,2 m
Novembre	6,6	7,5	+ 0,9 m
Décembre	9,1	10,3	+ 1,2 m
Moyenne	6,71	6,81	+ 0,1 m

L'amélioration de la transparence s'est produite dès le mois d'avril 1972 (avec l'exception déjà signalée du mois d'août). Les trois premiers mois de l'année ont été fortement déficitaires.

3.4.1. Sur la rive sud-orientale, la situation s'est désagrégée, la moyenne passant de 7,23 m en 1971 à 6,69 m en 1972. L'amélioration observée les quatre années précédentes se trouve ainsi annihilée. Les moyennes observées sont les suivantes :

Mois	1971	1972	Variation
Janvier	16,1	10,7	- 5,4 m
Février	9,8	9,4	- 0,4 m
Mars	12,0	3,4	- 8,6 m
Avril	2,6	2,5	- 0,1 m
Mai	2,8	3,8	+ 1,0 m
Juin	9,3	5,3	- 4,0 m
Juillet	4,2	4,1	- 0,1 m
Août	5,3	3,5	- 1,8 m
Septembre	2,8	8,4	+ 5,6 m
Octobre	6,9	7,0	+ 0,1 m
Novembre	6,6	10,0	+ 3,4 m
Décembre	8,4	10,8	+ 2,4 m
Moyenne	7,23	6,69	- 0,54 m

Sauf en mai, la transparence de l'eau a été inférieure en 1972 pendant la période de janvier à août. On observe un redressement dans le dernier tiers de l'année.

A la station VS 2 (Le Bouveret), le maximum a passé de 18,4 m en janvier 1971 à 11,4 m en février 1972. La moyenne annuelle passe de 7,02 m en 1971 à 6,58 m en 1972. A noter la diminution importante de mars, diminution observée du reste dans toutes les stations du lac. Six mois sur douze, la situation s'est détériorée.

A la station VS 4, (St.Gingolph), l'évolution est parallèle à celle de la station VS 2. La moyenne annuelle passe de 7,45 m en 1971 à 6,82 m en 1972. Le maximum passe de 13,8 m en 1971 à 11,7 m en 1972.

3.4.2. La rive nord-orientale est, comme à l'accoutumée, la plus défavorisée. On note une nouvelle aggravation. La moyenne passe de 5,84 m en 1971 à 5,38 m en 1972.

Les valeurs individuelles et les moyennes mensuelles de cette région, pour l'année 1972, sont rappelées dans le tableau de la page suivante.

Si l'on tient compte du fait que les moyennes de l'année 1972 portent sur les douze mois de l'année - moyennes qui sont plus élevées que les moyennes sur 8 mois effectuées jusqu'en 1970 - on peut, sans risque de se tromper, dire que dans les deux premières stations au moins (VS 3 et VD 1), l'année 1972 est la plus mauvaise enregistrée depuis le début des travaux de la sous-commission en 1957.

A la station VS 3 (Villeneuve), on observe le minimum minimorum de 1,3 m, jamais encore observé sur l'ensemble du lac depuis 1957.

Mois	VS 3	VD 1	VD 2	VD 3	Moyenne
Janvier	7,6	9,3	9,1	12,0	9,5
Février	5,0	6,0	6,6	8,4	6,5
Mars	2,6	2,8	5,0	8,4	4,7
Avril	1,3	2,2	2,5	-	2,0
Mai	2,6	1,7	2,7	3,9	2,7
Juin	5,9	5,7	7,4	9,5	7,1
Juillet	2,9	3,1	4,3	4,3	3,7
Août	2,1	1,7	2,4	3,1	2,3
Septembre	6,2	4,9	6,2	8,5	6,4
Octobre	5,8	6,7	5,5	6,7	6,2
Novembre	5,4	5,7	5,0	8,5	6,2
Décembre	-	-	-	9,3	9,3
Moyenne	4,31	4,53	5,15	7,51	5,38
Année la plus mauvaise	4,31 1965	4,59 1966	4,64 1967	4,99 1967	

Les valeurs moyennes comparées des deux dernières années dans les quatre stations sont les suivantes :

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
Variation	- 1,33 m	- 0,78 m	- 0,60 m	+ 0,95 m	- 0,46 m

Nous avons déjà noté - à maintes reprises que la situation s'améliore en allant vers l'ouest. Il faut relever, en passant, que dans cette région, une seule station d'épuration était en service en 1972, celle de Villeneuve.

3.4.3. Sur l'axe Vevey-St.Gingolph, qui concerne les stations VD 2 (Vevey), VS 4 (ST.Gingolph), CRG 22 et 23 (région pélagique), la transparence moyenne passe de 6,06 m en 1971 à 5,84 m en 1972 seulement, à la faveur de l'amélioration constatée dans les stations pélagiques.

3.4.4. Sur l'axe Ouchy-Evian, il n'y a pas d'amélioration non plus. On enregistre une baisse légère de la transparence moyenne, de 7,37 m en 1971 à 7,25 m en 1972, soit une diminution de 0,12 m par rapport à 1971 ou de 0,59 m par rapport à 1970.

Le tableau du haut de la page ci-contre donne le détail des mesures effectuées dans les stations situées sur cet axe.

Il apparaît nettement que, dans la moitié nord de cet axe (stations VD 4, VD P 5, CRG 9, et CRG 10),la situation est moins bonne que dans la partie sud.

Malgré la présence d'une station d'épuration importante à Vidy, la transparence de l'eau à la station VD 4 reste encore faible. Ici encore, on observe en 1972 un maximum inférieur à celui de l'année précédente (11,1 m au lieu de 13,5 m).

Transparence de l'eau en 1972

Mois	VD 4	VD P 5	CRG 9	CRG 10	SHL 2	SHL 6
Janvier	11,1	11,0	10,8	9,0	15,1	14,5
Février	10,5	11,6	8,7	7,6	14,1	14,5
Mars	4,2	4,4	4,9	4,5	6,5	8,3
Avril	5,2	4,8	3,5	4,1	6,0	7,9
Mai	2,7	3,3	2,4	4,5	4,5	4,6
Juin	9,1	9,1	8,5	8,5	9,0	6,5
Juillet	4,3	4,3	3,5	4,3	7,0	5,2
Août	4,0	3,7	2,8	2,9	4,4	5,2
Septembre	8,1	7,1	5,9	6,4	9,5	10,0
Octobre	7,5	6,3	8,2	5,5	6,9	9,6
Novembre	10,0	11,3	6,4	7,6	7,8	8,0
Décembre	8,9	8,5	-	-	10,6	10,0

A VD 4 , le minimum reste faible, (2,7 m en mai) quoique supérieur à celui de 1971 (2,2 m en avril).

La situation n'est pas meilleure à la station VD P 5, quoique située plus à l'ouest.

A la station SHL 2, point dit "objectif", les mesures, comparées à celles de l'année précédente, montrent une forte diminution de la transparence pendant les mois d'hiver (janvier à mars, et décembre), non compensée par les améliorations constatées en été.

Mêmes observations en ce qui concerne la station SHL 6 (Evian), malgré le raccordement des égouts sur la station d'épuration d'Evian-Publier-Thonon.

Le tableau récapitulatif suivant est très explicite :

Station	1971	1972	Variation
VD 4	7,30	7,14	- 0,16
VD P 5	7,38	7,12	- 0,26
CRG 9	5,21	5,96	+ 0,75
CRG 10	5,26	5,90	+ 0,64
SHL 2	9,49	8,45	- 1,04
SHL 6	9,19	8,69	- 0,50
Moyenne	7,37	7,25	- 0,12

Si l'on tient compte du fait que les valeurs moyennes des stations CRG 9 et CRG 10 mesurées en 1971 sont pessimistes par suite du manque de mesures en janvier et février - non entièrement compensées par l'absence de mesures en décembre 1972 - on doit constater que la comparaison entre les deux années est trop optimiste et que la diminution moyenne de transparence de l'eau en 1972 (0,12 m) est une valeur minima.

3.4.5. Sur l'axe Rolle-Thonon, région ouest du Grand Lac, la situation est, comme à l'ordinaire, une des meilleures.

La moyenne annuelle passe de 7,05 m en 1971 à 8,08 m en 1972, soit une amélioration de + 1,03 m.

Les valeurs individuelles par station sont rappelées dans le tableau suivant:

Mois	VD 5	CRG 3	CRG 4	SHL 1	Moyenne
Janvier	10,5	10,5	-	13,8	11,6
Février	10,0	9,8	11,2	13,2	11,1
Mars	9,5	6,1	7,8	12,2	8,9
Avril	5,2	5,8	4,4	7,7	5,8
Mai	2,4	4,0	3,0	5,0	3,6
Juin	10,3	9,7	11,8	7,8	9,9
Juillet	5,5	4,5	4,7	6,2	5,2
Août	3,8	6,9	5,5	4,9	5,3
Septembre	10,3	9,7	9,0	11,6	10,2
Octobre	9,6	10,2	10,0	10,6	10,1
Novembre	6,5	6,5	6,7	7,9	6,9
Décembre	-	-	-	13,3	13,3
Moyenne	7,60	7,61	7,41	9,52	8,08

A la station SHL 1, la plus méridionale, la transparence de l'eau est très supérieure à celle observée dans les trois autres stations, elles-mêmes très voisines au point de vue transparence.

La comparaison entre les deux dernières années montre que l'amélioration de la transparence de l'eau s'est effectuée dans la zone nord, la moyenne observée à la station SHL 1 étant restée stationnaire, ainsi qu'il ressort du tableau ci-dessous :

	VD 5	CRG 3	CRG 4	SHL 1	Moyenne
1971	7,06	5,57	5,79	9,53	7,05
1972	7,60	7,61	7,41	9,52	8,08
Variation	+ 0,54	+ 2,04	+ 1,62	- 0,01	+ 1,03

3.4.6. Autres points du Grand Lac

La situation a évolué de la manière suivante :

	CRG 21	CRG 22	CRG 23
1971	6,18	5,18	5,51
1972	7,27	5,35	6,04
Diff.	+ 1,09	+ 0,17	+ 0,53

Sur ces trois points, l'évolution est comparable à ce que nous avons déjà observé ailleurs. Les maxima sont en forte baisse, mais la situation générale est meilleure, bien que les minima restent faibles.

Rappelons le minimum absolu de la station CRG 23 (canyon du Rhône), de 1,8 m en mai 1973 (1.9 m en mai 1968). C'est à l'embouchure de la Drance (station CRG 21) que l'amélioration est la plus nette.

3.5. Le Petit Lac

C'est dans cette région que la transparence de l'eau s'est le plus améliorée, passant de 6,66 m en 1971 à 8,03 m en 1972, soit une augmentation de 1,37 m.

Il faut se souvenir que la situation avait été mauvaise en 1971, la plus mauvaise en réalité depuis 1964. L'état de 1972 en fait au contraire le meilleur depuis dix ans. Les causes de cette amélioration sont à rechercher, tout au moins en partie, dans la faible productivité du plancton en 1972, qui a diminué de 55 % par rapport à l'année précédente, passant de 4,37 ml/m3 à 1,95 ml/m3. Autre facteur : les conditions climatiques favorables en 1972.

Le tableau suivant donne l'évolution de la transparence moyenne dans le Petit Lac :

Mois	1971	1972	Variation
Janvier	11,4	10,9	- 0,5
Février	9,5	9,6	+ 0,1
Mars	7,7	6,6	- 1,1
Avril	3,2	6,1	+ 2,9
Mai	2,3	3,5	+ 1,2
Juin	9,3	9,3	=
Juillet	5,3	5,0	- 0,3
Août	6,1	9,2	+ 3,1
Septembre	5,1	9,7	+ 4,6
Octobre	6,0	8,4	+ 2,4
Novembre	7,8	8,5	+ 0,7
Décembre	7,7	10,3	+ 2,6
Moyenne	6,66	8,03	+ 1,37

Le début de l'année 1972 a été déficitaire: l'amélioration est surtout importante en fin d'année. A noter les valeurs faibles de mars, observées dans tout le lac, et le "statu quo ante" de juin et juillet.

Le tableau suivant montre la situation en 1972 dans les diverses stations :

Mois	CRG 6	GE 4	GE 3	GE 2
Janvier	10,7	11,5	11,1	10,1
Février	8,8	12,0	10,8	7,5
Mars	6,6	8,1	7,2	4,5
Avril	5,7	6,3	7,0	5,5
Mai	3,4	3,8	3,2	3,6
Juin	10,2	11,3	9,3	6,2
Juillet	6,0	3,5	5,5	5,0
Août	9,0	8,2	9,5	10,0
Septembre	9,5	9,0	11,0	9,2
Octobre	9,5	9,8	7,7	6,5
Novembre	8,8	8,8	8,5	8,0
Décembre	-	10,7	10,0	10,2
Moyenne	8,02	8,58	8,33	7,19

La situation se dégrade de l'amont vers l'aval. La transparence moyenne la plus faible se situe au point GE 2 (fosse de Bellevue).

A l'inverse du reste du lac, les maxima n'ont que peu diminué par rapport à l'année précédente. Ils sont plus élevés à la station CRG 6 (non étudiée en janvier et février 1971).

	1971	1972
CRG 6	7,7	10,7
GE 4	12,0	11,5
GE 3	11,3	11,1
GE 2	11,0	10,2

Par contre, les minima sont beaucoup plus élevés :

	1971	1972
CRG 6	1,9	3,4
GE 4	2,5	3,5
GE 3	2,6	3,2
GE 2	2,3	3,6

Les stations ont évolué comme suit :

	CRG 6	GE 4	GE 3	GE 2
1971	5,06	7,48	6,50	7,21
1972	8,02	8,58	8,33	7,19
Diff.	+ 2,96	+ 1,10	+ 1,83	- 0,01

Seule la station GE 2 n'a pas participé à l'amélioration de la transparence. La moyenne de cette station est même la plus mauvaise des six dernières années, alors que, pour les autres stations, c'est la meilleure.

3.6. CONCLUSIONS

Numériquement parlant, la transparence moyenne de l'eau du lac est de 0,3 m supérieure à celle de 1971, avec 7,03 m.

Mais l'évolution est différente selon les régions, ainsi que le fait ressortir le tableau récapitulatif ci-contre.

Il est plus correct de dire que la situation s'est désagrégée dans la partie orientale du lac, déjà fortement obérée, soit sur les rives sud-orientale et nord-orientale .

Sur l'axe Ouchy-Evian, légère baisse de la transparence de l'eau, faible mais réelle sur la rive nord, plus accentuée dans la région pélagique (station SHL 2) et sur la rive sud.

La seule région du Grand Lac où la situation est nettement améliorée se situe sur l'axe Rolle-Thonon, près de la rive nord et dans la région pélagique. La transparence ne varie pas dans la baie de Thonon. Cette situation favorable de l'ouest du Grand Lac provoque l'évolution mathématique positive de l'ensemble.

Transparence de l'eau. Tableau récapitulatif

Régions	1971	1972	Diff.
Rive sud-orientale	7,23	6,69	- 0,54 m
Rive nord-orientale	5,84	5,38	- 0,46 m
Axe Vevey-St.Gingolph	6,06	5,84	- 0,22 m
Axe Ouchy-Evian	7,37	7,25	- 0,12 m
Axe Rolle-Thonon	7,05	8,08	+ 1,03 m
Grand Lac	6,71	6,81	+ 0,10 m
Axe Nyon Messery	6,44	8,31	+ 1,87 m
Axe longitudinal Pt Lac	7,06	8,04	+ 0,98 m
Petit Lac	6,66	8,03	+ 1,37 m
Léman	6,70	7,03	+ 0,33 m

Dans le Petit Lac, l'amélioration est spectaculaire. La transparence de l'eau passe de 6,66 m en 1971 à 8,03 m en 1972. Seule la station GE 2 (fosse de Bellevue), ne participe pas à cette amélioration, dont la cause est à rechercher, partiellement tout au moins, dans la forte diminution du plancton.

4. LA THERMIQUE DU LAC

Nous disposons de 2'166 mesures échelonnées 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

On constate que le lac a été relativement moins froid en début d'année que l'année précédente. A aucun moment, les températures superficielles ne sont descendues au-dessous de 5°C. L'hiver 1971-1972 n'a pas été rigoureux.

Cependant, les couches profondes du lac sont restées froides. A 300 mètres de profondeur notamment, la température de l'eau a toujours été inférieure ou au mieux égale à 5°C.

En été, la température superficielle n'a été que peu élevée. Le maximum moyen a été limité à 19°62 en août 1972, alors qu'il avait été de 23°45 en août 1971.

En moyenne, et bien entendu pour les couches superficielles de 0 à 50 mètres

de profondeur, la température de l'eau a été supérieure dans le Grand Lac (8°91 C) à celle du Petit Lac (8,74° C.), et ceci pour les mois de février à mai, septembre, novembre et décembre.

Si l'on considère le tableau ci-dessous, relatif à la température mensuelle, en moyenne pondérée pour l'ensemble du lac, on constate que le lac a été plus chaud en 1972 qu'en 1971 :

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	5,30	5,38	+ 0,08
Février	5,08	5,18	+ 0,10
Mars	4,84	5,32	+ 0,38
Avril	5,49	5,60	+ 0,11
Mai	6,08	6,11	+ 0,03
Juin	6,26	6,80	+ 0,54
Juillet	7,03	7,22	+ 0,19
Août	7,40	7,30	- 0,10
Septembre	6,93	7,32	+ 0,39
Octobre	6,75	6,96	+ 0,21
Novembre	6,31	6,71	+ 0,40
Décembre	5,91	6,36	+ 0,45
Moyenne	6,11	6,37	+ 0,26

La moyenne de l'année 1972 est un peu plus élevée que celle de 1970 (6,27°C). Il faut rappeler à ce propos qu'en l'année 1971, l'eau avait été particulièrement froide, une des plus froides des quinze dernières années. En 1972, l'eau n'a pas emmagasiné beaucoup de calories.

4.2. Température à la surface du lac.

Le tableau suivant indique les variations par rapport à l'année 1971 :

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	5,39	6,02	+ 0,63
Février	4,96	5,46	+ 0,50
Mars	5,05	6,19	+ 1,14
Avril	11,61	7,43	- 4,18
Mai	15,28	9,91	- 5,37
Juin	15,76	14,96	- 0,80
Juillet	21,29	19,62	- 1,67
Août	23,45	18,01	- 5,44
Septembre	17,41	15,12	- 2,29
Octobre	13,33	12,51	- 0,82
Novembre	9,45	9,46	+ 0,01
Décembre	7,16	8,21	+ 1,05
Moyenne	13,14	11,25	- 1,89

Ainsi, en 1972, le lac a été plus chaud en surface au printemps et en fin d'année qu'en 1971. Le déficit, dû à un été fort nuageux, est important pendant toute la saison chaude, notamment en mai et août.

On n'a observé que dix fois seulement des températures égales ou supérieures à 20°C dans le courant de l'année, neuf fois sur dix en juillet :

Station	Température	Mois	Station	Température	Mois
VS 4	20,3	Juillet	CRG 21	20,4	Août
CRG 6	21,1	Juillet	GE 1	21,3	Juillet
CRG 9	20,4	Juillet	GE 2	21,3	Juillet
CRG 10	22,2	Juillet	GE 3	20,9	Juillet
CRG 21	21,2	Juillet	GE 4	20,2	Juillet

Dans les couches superficielles de 0 à 50 mètres de profondeur, nous avons les variations suivantes :

Profondeur	1971	1972	Diff.
Surface	13,14	11,25	- 1.89
5 m	12,39	10,73	- 1,66
10 m	11,01	10,26	- 0,75
20 m	8,74	8,98	+ 0,24
30 m	7,15	7,71	+ 0,56
40 m	6,18	6,85	+ 0,67
50 m	5,69	6,44	+ 0,75
Moyenne	9,15	8,88	- 0,27

Il résulte du tableau ci-dessus que, pour les couches comparables de 0 à 50 mètres de profondeur, le lac s'est refroidi en surface, et réchauffé en en dessous.

Les variations régionales ont été les suivantes :

Régions	1971	1972	Diff.
Rive Sud-orientale	9,13	8,39	- 0,74
Rive Nord-orientale	8,91	8,96	+ 0,05
Axe Vevey-St.Gingolph	9,53	8,86	- 0,67
Axe Ouchy-Evian	8,83	8,89	+ 0,06
Axe Rolle-Thonon	9,31	9,03	- 0,28
Grand Lac	9,14	8,91	- 0,23
Axe Nyon-Messery	9,47	8,84	- 0,63
Petit Lac	9,18	8,74	- 0,34
Léman	9,15	8,88	- 0,27

Rappelons que les moyennes ci-dessous concernent les couches de 0 à 50 m de profondeur. Dans le Grand Lac, les variations sont irrégulières, avec cependant un refroidissement réel. Dans le Petit Lac, de faible volume, le refroidissement est bien entendu plus fort que dans le Grand Lac.

4.3. Température au fond du lac (300 m)

Les variations d'une année à l'autre sont faibles. Le fond du lac s'est très peu réchauffé, la moyenne annuelle à 300 m de profondeur ayant passé de 4,84°C en 1971 à 4,87°C.

L'évolution selon la profondeur à partir de 100 mètres a été la suivante :

Prof.	1971	1972	Diff.
100 m	5,08	5,59	+ 0,51
150 m	4,94	5,10	+ 0,14
200 m	4,90	4,96	+ 0,06
250 m	4,88	4,89	+ 0,03
300 m	4,84	4,87	+ 0,03

Dans le dernier tiers du lac, le réchauffement est insignifiant.

Le minimum observé au fond du lac a été de 4°7 au point CRG 10 en février et avril à 250 et 300 mètres de profondeur. Le minimum de 1971 avait été de 4,75° C.

4.4 Bilan thermique

Il se présente comme suit :

Date	Temp. °C	Gradient de température °C	Gain de l'été ou perte de l'hiver °C	Gradient de calories cal/cm^2	Gain de l'été ou perte de l'hiver cal/cm^2
1971 Mars	4,84	+ 2,56	+ 2,56	+ 39'100	+ 39'100
Août	7,40	- 1,09		- 16'600	
Nov.	6,31	- 1,13	- 2,22	- 17'300	- 33'900
1972 Févr.	5,18	+ 2,14	+ 2,14	+ 32'700	+ 32'700
Sept.	7,32				

Le nombre de calories perdues pendant l'hiver 1971-1972 est le plus faible de ces cinq dernières années, mais il n'est pas même compensé par le gain de l'été, lui aussi exceptionnellement bas.

4.5. Conclusions

Du point de vue thermique, l'évolution du lac en 1972 a été "terne". A un hiver peu rigoureux a succédé un été relativement froid qui n'a même pas compensé les faibles pertes calorifiques de l'hiver précédent. Ce déficit a affecté surtout les mois de printemps et d'été, notamment mai et août. Les couches superficielles de 0 à 10 m se sont refroidies. En dessous, on observe, en moyenne, un réchauffement qui s'accentue jusqu'à 50 m de profondeur, et diminue en dessous pour être insignifiant dans les grandes profondeurs. Le bilan montre un léger réchauffement moyen du lac, dont la température passe de 6,11°C en 1971 à 6,37°C en 1972.

5. LE pH DE L'EAU

Nous disposons de 2'061 mesures déterminées " in situ ", mesures "brutes", rappelons-le, sans correction de température.

5.1. Valeurs annuelles moyennes

Les moyennes pour l'ensemble du lac en 1972 sont rassemblées dans le tableau No 5.

La moyenne de 1972 est inférieure de 0,01 unités de pH par rapport à l'année précédente.

Le tableau comparatif ci-dessous nous paraît intéressant :

Prof.	1971	1972	Diff.
Surface	8,09	7,98	- 0,11
5 m	8,02	7,95	- 0,07
10 m	7,87	7,90	+ 0,03
20 m	7,74	7,81	+ 0,07
30 m	7,67	7,73	+ 0,06
40 m	7,65	7,71	+ 0,06
50 m	7,64	7,67	+ 0,03
0 - 50 m	7,80	7,81	+ 0,01
100 m	7,57	7,58	+ 0,01
150 m	7,55	7,54	- 0,01
200 m	7,52	7,50	- 0,02
250 m	7,50	7,40	- 0,10
300 m	7,44	7,37	- 0,07
0 - 300 m	7,76	7,77	+ 0,01
Moyenne pondérée	7,63	7,62	- 0,01

Les variations observées sont "logiques". L'abaissement observé dans la zone superficielle correspond à la diminution d'activité du plancton - qui, rappelons-le, a été en plus faible quantité en 1972 qu'en 1971 - donc à une plus faible consommation de CO_2 libre et combiné, d'où un pH moins élevé.

En-dessous, dans la zone tropholytique, on observe une élévation correspondante du pH.

En profondeur, l'abaissement faible correspond à ce qui a été observé au point de vue de la thermique du lac, à savoir que les couches ont été relativement peu mobiles, avec des échanges réduits avec les couches sus-jacentes, d'où l'abaissement de pH à 250 et 300 mètres de profondeur.

5.2. Evolution dans le Grand Lac

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

Profondeur	1971	1972	Diff.
Surface	8,07	7,96	- 0,11
5 m	7,98	7,92	- 0,06
10 m	7,83	7,88	+ 0,05
20 m	7,71	7,79	+ 0,08
30 m	7,64	7,71	+ 0,07
40 m	7,62	7,67	+ 0,05
50 m	7,61	7,65	+ 0,04
Moyenne	7,77	7,79	+ 0,02

L'évolution est analogue à celle observée pour la moyenne du Léman, avec une élévation un peu plus accentuée à partir de 10 mètres de profondeur.

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

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	7,68	7,66	- 0,02
Février	7,65	7,67	- 0,02
Mars	7,67	7,73	+ 0,06
Avril	7,95	7,86	- 0,09
Mai	7,92	7,95	+ 0,03
Juin	7,76	7,81	+ 0,05
Juillet	7,84	7,94	+ 0,10
Août	7,78	7,84	+ 0,06
Septembre	7,70	7,75	+ 0,05
Octobre	7,74	7,79	+ 0,05
Novembre	7,71	7,71	=
Décembre	7,69	7,69	=

Pour les couches superficielles du Grand Lac, on avait déjà observé un léger relèvement de 0,02 unités de pH de 1970 à 1971. Mais les variations sont faibles. Par rapport à 1971, le pH de 1972 a été inférieur en janvier, février et avril, et supérieur le reste de l'année, phénomène inverse de ce qui s'était passé, en moyenne toujours, une année auparavant.

5.3 Evolution dans le Petit Lac

Profondeur	1971	1972	Diff.
Surface	8,19	8,05	- 0,14
5 m	8,14	8,06	- 0,08
10 m	8,02	7,99	- 0,03
20 m	7,88	7,92	+ 0,04
30 m	7,77	7,81	+ 0,04
40 m	7,79	7,84	+ 0,04
50 m	7,76	7,79	+ 0,03

Les moyennes pour le Petit Lac sont données dans le tableau précédent et le tableau suivant :

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	7,84	7,78	- 0,06
Février	7,79	7,80	+ 0,01
Mars	7,90	7,96	+ 0,06
Avril	8,12	7,92	- 0,20
Mai	8,02	7,91	- 0,11
Juin	7,90	8,08	+ 0,18
Juillet	7,99	8,02	+ 0,03
Août	8,08	8,01	- 0,07
Septembre	7,98	7,89	- 0,09
Octobre	7,86	7,95	+ 0,09
Novembre	7,84	7,85	+ 0,01
Décembre	7,84	7,85	+ 0,01
moyenne	7,93	7,92	- 0,01

Comme les années précédentes, le pH évolue irrégulièrement au cours des mois. Mais il se maintient bas, en réalité le plus bas en 1972 des six dernières années.

5.4. Evolution dans les couches profondes du lac

On note, ce qui est conforme aux observations faites précédemment, qu'à 300 mètres de profondeur - et même plus haut - le pH a tendance à s'abaisser, ainsi que le montre le tableau suivant :

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	7,40	7,35	- 0,05
Février	7,70	7,35	- 0,35
Mars	7,55	7,25	- 0,30
Avril	7,60	7,35	- 0,25
Mai	7,55	7,30	- 0,25
Juin	7,45	7,45	=
Juillet	7,40	7,45	+ 0,05
Août	7,35	7,45	+ 0,10
Septembre	7,40	7,40	=
Octobre	7,33	7,35	+ 0,02
Novembre	7,40	7,30	- 0,10
Décembre	7,30	7,40	+ 0,10
Moyenne	7,44	7,37	- 0,07

Ainsi, au fond du lac, le pH a continué à s'abaisser, atteignant en 1972 les valeurs minima de 1969.

5.5 Valeurs extrêmes

Il n'a pas été observé de valeurs élevées de pH en 1972, pour les raisons

déjà exposées. Le maximum de l'année se situe en juillet à la station VS 4 (8,70). Le minimum annuel s'est présenté au fond du lac, à la station CRG 10, où l'on a noté des valeurs de 7,2 à 300 m en mars et mai. Ces valeurs atteignent le minimum absolu rencontré une seule fois seulement en novembre 1969 depuis le début des études.

5.6. Conclusions

Il ressort des constatations faites que le pH moyen du lac reste toujours très bas. Il est conditionné par l'évolution météorologique de l'année et, pour les couches superficielles, par la diminution du plancton. La situation dans le fond du lac reste "critique". On y a observé la valeur moyenne de 7,37, une des plus basses relevées jusqu'à maintenant. Le minimum observé, 7,20 unités de pH, est un minimum absolu rencontré une seule fois seulement au cours de 16 années d'études.

---

6. L'OXYGENE ET SON TAUX DE SATURATION

6.1. L'Oxygène

Nous avons à disposition 2058 résultats analytiques. Les moyennes pour l'ensemble du lac sont rassemblées dans le tableau No 6.

6.1.1. Concentration moyenne du Léman

En moyenne générale, à en juger par l'examen des tableaux, le lac est moins riche en oxygène que l'année précédente. Les concentrations mensuelles moyennes, exprimées en moyennes pondérées, sont rassemblées dans le tableau de la page suivante.

L'abaissement de concentration affecte tous les mois. La raison en est principalement l'hiver peu rigoureux, au cours duquel le Léman n'a pas reconstitué sa provision normale d'oxygène.

Concentrations mensuelles moyennes, mg O_2/l

Moyennes pondérées

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	9,77	9,35	- 0,42
Février	9,81	9,75	- 0,06
Mars	10,40	9,67	- 0,73
Avril	10,60	9,68	- 0,92
Mai	10,28	9,73	- 0,55
Juin	9,72	9,39	- 0,33
Juillet	9,56	9,17	- 0,39
Août	9,19	8,66	- 0,53
Septembre	8,84	8,45	- 0,39
Octobre	8,91	8,50	- 0,41
Novembre	9,20	8,82	- 0,38
Décembre	9,54	8,74	- 0,80
Moyenne	9,65	9,18	- 0,47

Les gains hivernaux des cinq hivers de 1967 à 1972 ont été les suivants :

hiver	1967-1968 :	gain	1,69	mg O_2/l
	1968-1969		1,44	
	1969-1970		1,82	
	1970-1971		1,70	
	1971-1972		0,91	

Le gain hivernal d'oxygène est le plus faible, et de beaucoup, des cinq dernières années. En effet, le minimum de septembre 1971 était de 8,84 mg/l et le maximum, en février 1972, n'a été que de 9,75 mg/l.

Par contre, la faible croissance planctonique de 1972 s'est traduite par une concentration en oxygène plus faible dans les couches superficielles et, en corollaire, par une perte plus faible d'oxygène en été.

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

1,83	mg O_2/l	en 1968
1,53		1969
1,76		1970
1,69		1971
1,30		1972

Nous avions déjà constaté en 1971 un certain apauvrissement estival du lac en oxygène. Ce phénomène s'est continué en 1972 , étendu à toute l'année.

Il n'en reste pas moins que la perte estivale d'oxygène en 1972, si minime soit-elle, n'est pas compensée par l'enrichissement de l'hiver précédent.

6.1.2. Tonnages mensuels moyens

Les valeurs calculées pour les deux dernières années sont les suivantes :

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	869'000	832'000	- 37'000
Février	872'000	867'000	- 5'000
Mars	925'000	860'000	- 65'000
Avril	943'000	861'000	- 82'000
Mai	914'000	865'000	- 49'000
Juin	864'000	835'000	- 29'000
Juillet	850'000	816'000	- 34'000
Août	817'000	770'000	- 47'000
Septembre	786'000	751'000	- 35'000
Octobre	793'000	756'000	- 37'000
Novembre	818'000	784'000	- 34'000
Décembre	848'000	777'000	- 71'000
Moyenne	858'000	816'000	- 32'000

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

Par contre, il perdait 163'000 tonnes pendant l'été 1968
136'000 1969
157'000 1970
157'000 1971
116'000 1972

Alors que les bilans des années 1970 et 1971 étaient équilibrés, celui de 1972 ne l'est pas, il s'en faut de beaucoup, bien que la perte estivale soit très inférieure à celle des années précédentes.

L'examen de ce bilan est fort inquiétant et démontre que le lac, pour se maintenir, a besoin d'hivers froids. La provision annuelle moyenne, de 816'000 tonnes, est la plus basse jamais enregistrée depuis 1957.

6.1.3. Evolution en fonction de la profondeur

Le tableau du haut de la page ci-contre est très explicite. Les moyennes indiquées sont bien entendu des moyennes arithmétiques.

L'abaissement de concentration en oxygène a affecté les couches superficielles, pour les raisons exposées ci-dessus. A relever que les concentrations de 1972 pour la surface et 5 m de profondeur sont inférieures à celles des cinq années précédentes. Les couches sous-jacentes, de 10 à 50 mètres, voient par contre un léger enrichissement par rapport à 1971, mais restent déficitaires par rapport aux années 1967 à 1970.

D'autre part, le déficit dans les deux tiers inférieurs du lac est très important. De 100 mètres au fond, il va croissant avec la profondeur.

Prof.	1971	1972	Diff.
0 m	11,34	10,71	- 0,63
5 m	11,10	10,65	- 0,45
10 m	10,23	10,41	+ 0,18
20 m	9,86	10,17	+ 0,31
30 m	9,91	10,10	+ 0,19
40 m	9,87	9,96	+ 0,09
50 m	9,87	9,92	+ 0,05
0-50 m	10,27	10,25	- 0,02
100 m	9,75	9,35	- 0,40
150 m	9,51	8,82	- 0,69
200 m	9,09	8,06	- 1,03
250 m	9,02	7,62	- 1,40
300 m	7,30	5,49	- 1,81
0-300 m	10,13	10,00	- 0,13

La moyenne annuelle à 300 mètres de profondeur n'a pas encore atteint les minima moyens de 4,07 mg/l de 1968 ou de 3,19 de 1969, mais elle y tend fortement.

Le deséquilibre entre les couches superficielles (0-10 m) et celles du fond est de 5,10 mg O_2/l, ce qui le place au troisième rang pour l'importance, après les années 1968 et 1969.

L'amélioration constatée l'année dernière est donc complètement annihilée.

6.1.4. Evolution dans le fond du lac

Le tableau suivant illustre de manière significative la dégradation du fond du lac :

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	6,21	5,45	- 0,76
Février	5,57	7,41	+ 1,84
Mars	8,72	5,34	- 3,38
Avril	9,23	5,57	- 3,66
Mai	8,96	6,55	- 2,41
Juin	8,54	5,86	- 2,68
Juillet	7,27	6,05	- 1,22
Août	6,66	5,39	- 1,27
Septembre	7,32	4,78	- 2,54
Octobre	5,78	4,12	- 1,66
Novembre	5,15	4,63	- 0,52
Décembre	6,50	4,02	- 2,48
Moyenne	7,30	5,49	- 1,81

Le solde positif du mois de février est dû au fait qu'en 1972, l'hiver s'est terminé déjà en février.

Nous avons vu qu'il n'y a pas d'effet bénéfique hivernal. Le maximum observé au fond du lac n'a été que 8,22 mg/l, en février au point SHL 2, contre 8,78 en 1971. Le minimum observé n'est plus que de 3,27 mg/l en 1972 (station SHL 2, en octobre), contre 5,15 mg/l en 1971 et 4,02 en 1970

La provision d'oxygène du fond du lac a baissé de 25 % en une seule année, ce qui est un grand sujet d'inquiétude.

6.1.5. Les diverses régions du lac

Les concentrations moyennes en fonction de la profondeur dans diverses régions du lac sont données dans le tableau ci-dessous. Il s'agit de moyennes pour les douze mois de l'année, exprimées en mg O_2/l.

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
0 m	11,00	10,76	10,51	10,40	10,64	10,98	10,71
5 m	10,63	10,79	10,49	10,40	10,60	10,83	10,65
10 m	10,57	10,43	10,27	10,34	10,38	10,57	10,41
20 m	10,13	10,15	10,01	10,19	10,09	10,51	10,17
30 m	10,01	9,92	10,01	10,15	10,01	10,45	10,10
40 m	9,89	9,90	9,96	9,97	9.91	10,14	9,96
50 m	9,95	9,72	10,00	9,94	9,89	10,11	9,92
Moyenne	10,31	10,23	10,16	10,18	10,19	10,52	10,25

Les moyennes mensuelles, exprimées en mg O_2/l, pour les diverses régions du lac, de 0 à 50 m, sont les suivantes :

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	10,62	10,27	10,20	10,41	10,30	10,71	10,38
Février	10,71	10,65	10,55	10,71	10,61	11,29	10,74
Mars	11,85	11,18	11,07	11,04	11,14	11,83	11,27
Avril	10,82	11,22	11,14	11,35	11,18	11,58	11,26
Mai	10,01	11,24	11,03	11,17	11,06	11,57	11,16
Juin	10,43	9,91	10,26	10,32	10,19	10,81	10,31
Juillet	9,89	10,52	10,20	10,08	10,23	10,38	10,26
Août	9,69	9,80	9,36	9,11	9,45	8,69	9,30
Septembre	9,15	8,82	8,90	8,80	8,87	9,37	8,96
Octobre	9,31	9,38	9,33	9,16	9,28	9,35	9,29
Novembre	10,09	9,64	9,76	9,90	9,78	10,23	9,87
Décembre	11,04	10,28	10,12	10,08	10,38	10,37	10,38

En moyenne, le Petit Lac continue à être plus riche en oxygène que les couches analogues du Grand Lac, à toute profondeur et en toute saison.

La comparaison avec les chiffres publiés pour l'année précédente (pages 37 et 38 du rapport sur la campagne 1971) montre que le Petit Lac a participé également à la baisse de concentration en oxygène, mais dans une mesure moindre que le Grand Lac.

Dans le Grand Lac, pour les profondeurs prises en considération, c'est le "statu quo ante", avec les différences déjà notées, d'une concentration plus faible en surface, un peu plus forte à partir de 10 mètres. On observe une augmentation de la teneur moyenne de 0 à 50 m pour les mois de mars et juin à décembre, et une diminution les autres mois de l'année (fin de l'hiver et printemps). C'est, comme souvent, la région pélagique qui est la plus pauvre en oxygène.

L'abaissement de concentration se fait sentir surtout dans la zone orientale du Grand Lac. Il y a un faible enrichissement sur l'axe Ouchy-Evian, et pratiquement pas de changement dans la partie occidentale du Grand Lac.

En grossière approximation, pour les couches considérées, on peut résumer les faits en disant que la situation s'est maintenue dans le Grand Lac, sauf dans les régions déjà fortement obérées de la rive valaisanne et de la rive vaudoise orientale (Villeneuve-Rivaz).

6.2. Le taux de saturation en oxygène

Voir tableau No 7.

6.2.1. Le Léman pris dans son ensemble

Le taux de saturation, exprimé en %, a évolué de la manière suivante :

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

En moyenne générale, le lac est moins saturé en oxygène que l'année précédente, et ceci pendant toute l'année. L'année 1972 est du reste la plus mauvaise que nous ayions observée depuis 1957, date du début des travaux de recherche.

6.2.2 Evolution selon la profondeur

Le tableau de la page 38 donne les valeurs annuelles moyennes des deux dernières années, exprimées en %.

L'analyse du tableau confirme les observations faites déjà au sujet de l'oxygène. Le taux moyen de saturation à la surface est très bas, ce qui

Profondeur	1971	1972	Diff.
Surface	116,2	105,0	- 11,2
5 m	109,9	102,5	- 7,4
10 m	99,0	99,3	+ 0,3
20 m	90,6	94,1	+ 3,5
30 m	87,7	90,9	+ 3,2
40 m	85,8	87,9	+ 2,1
50 m	84,8	86,8	+ 2,0
100 m	82,3	80,0	- 2,3
150 m	80,1	74,7	- 5,4
200 m	77,3	67,9	- 9,4
250 m	75,8	64,2	- 11,6
300 m	61,3	46,1	- 15,2

n'a pas de quoi surprendre pour une année pauvre en plancton et où la température de l'eau était inférieure à la norme.

Pour les couches profondes, à partir de 100 mètres, le déficit s'accroît rapidement. Le taux de saturation moyen à 300 mètres de profondeur n'est plus que de 46,1 %.

Sur les 16 années d'observations, il y a quatre moyennes annuelles plus faibles :

1959 : 45,3 %
1961 : 42,2 %
1968 : 34,3 %
1969 : 27,0 %

Le processus de désoxygénation des couches profondes, qui se produit naturellement après chaque cycle d'hiver froid, tend à s'accélérer. Il y a grand danger que, si les hivers froids ne se rapprochent pas, la situation dans le fond du lac ne devienne catastrophique. On sait déjà que l'année 1973 ne sera pas meilleure que 1972, au point de vue de l'oxygène en tout cas.

6.2.3. Evolution dans le fond du lac

Les taux relevés ces deux dernières années ont été les suivants :

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	56,0 %	45,7 %	- 10,3 %
Février	47,2	62,1	+ 14,9
Mars	73,0	44,8	- 28,2
Avril	77,3	46,7	- 30,6
Mai	75,1	55,0	- 20,1
Juin	71,7	49,4	- 22,3
Juillet	60,9	50,9	- 10,0
Août	55,8	45,4	- 10,4
Septembre	61,8	40,4	- 21,4
Octobre	48,4	34,6	- 13,8
Novembre	43,3	38,9	- 4,4
Décembre	54,7	33,8	- 20,9
Moyenne	61,3	46,1	- 15,2

Mise à part l'année 1968, où le taux de saturation moyen s'était abaissé de 17,2 %, l'année 1972 est malheureusement une année record. En valeur relative et en moyenne, le taux de saturation a baissé de 25 % par rapport à l'année précédente. La mauvaise réoxygénation hivernale est démontrée par la valeur maxima observée en février (62,1 %).

Le maximum annuel a été de 68,9 % en février à la station SHL 2; le minimum fut de 27,6 % en octobre à cette même station.

6.2.4. Les diverses régions du lac

Taux moyen en fonction de la profondeur

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Surface	106,7	105,6	103,7	101,5	104,5	106,9	105,0
5 m	101,6	104,7	101,2	100,2	102,3	103,1	102,5
10 m	99,8	99,6	97,8	99,1	99,1	100,1	99,3
20 m	93,0	94,4	92,0	95,3	93,5	96,6	94,1
30 m	89,5	89,8	89,8	91,7	90,0	94,1	90,9
40 m	86,8	87,6	88,2	88,1	87,5	89,5	87,9
50 m	87,1	85,1	87,8	87,0	86,7	87,6	86,8
Moyenne	95,0	95,0	93,9	94,2	94,3	96,9	94,8

Taux mensuel moyen (0 - 50 m)

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

En moyenne, et de manière générale, le Petit Lac est plus saturé en oxygène que le Grand Lac, pour les couches correspondantes, bien entendu. Mais par rapport à l'année précédente (voir pages 40 et 41 du rapport 1971), le taux de saturation y est quelque peu inférieur. En moyenne, de 20 à 50 mètres, le Petit Lac s'est enrichi. Cela est vrai aussi pour les mois de mars, juin et septembre à novembre 1972.

Dans le Grand Lac, le taux moyen de saturation a baissé dans la région orientale déjà obérée (rive valaisanne, rive vaudoise). La situation a peu varié - en moyenne toujours - plus à l'ouest.

Le taux maximum observé a été de 157,0 % à la station GE 2 en juillet dans le Petit Lac et de 151,9 % à la station VD 1 en août dans le Grand Lac.

On a noté, toujours pour la couche de 0 - 50 mètres, les valeurs minimales de 64,4 % dans le Petit Lac (Station GE 3, en octobre dans le fond de la fosse) et de 68,6 % dans le Grand Lac (station VS 4 en octobre à 30 mètres de profondeur.

On observe fréquemment que les concentrations en oxygène , donc les taux de saturation, sont faibles dans le métalimnion.

6.2.5. Conclusions

L'amélioration constatée les deux dernières années est annulée. Au gré d'un hiver peu rigoureux - qui n'a pas permis un renouvellement en oxygène satisfaisant du lac, la concentration moyenne du lac a baissé. Le phénomène est encore aggravé par le fait que la consommation d'oxygène dans le fond du lac n'a manifestement pas diminué.

En 1972, la concentration - en moyenne pondérée - n'est plus que de 9,18 mg O_2/l, avec un taux de saturation de 80,4 %.

Les seules améliorations constatées, faibles d'ailleurs, se situent entre 10 et 50 mètres de profondeur. Elles peuvent être mises en relation avec la diminution de la productivité du phytoplancton par rapport à l'année précédente.

En hiver, le lac n'a gagné que 0,91 mg/l en moyenne, ou 6,5 % en taux de saturation. En été,il a perdu 1,30 mg O_2/l ou 6,9 % en taux de saturation.

Au point de vue de la provision annuelle d'oxygène, le déficit de l'année 1972 est de l'ordre de 30'000 à 35'000 tonnes. La provision annuelle moyenne n'est plus que de 816'000 tonnes, chiffre le plus bas jamais enregistré depuis 1957.

Le déficit le plus important se situe dans les couches profondes. A 300 m de profondeur, la concentration moyenne n'est plus que de 5,49 mg/l - 46,1 % du taux de saturation - avec un minimum de 3,27 mg/l (27,6 %).

La diminution en une année a été particulièrement rapide, laissant augurer une année 1973 encore plus déficitaire.

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 MINERAL

Cette année encore, nous ne disposons pas de mesures d'azote organique, ce qui nous empêche d'établir un bilan azote correct. Cependant, il nous est possible, d'après les données antérieures, d'énoncer quelques remarques et conclusions à propos de l'azote minéral.

7.1. L'Azote minéral total

Tonnages annuels moyens

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	37'300	36'800	- 500
Février	37'400	36'500	- 900
Mars	34'300	36'200	+ 1900
Avril	36'600	34'300	- 2300
Mai	33'100	35'800	+ 2700
Juin	34'700	36'800	+ 2100
Juillet	33'200	37'200	+ 4000
Août	33'400	35'800	+ 1400
Septembre	33'100	36'700	+ 3600
Octobre	32'300	35'400	+ 3100
Novembre	30'000	35'500	+ 5500
Décembre	34'800	37'300	+ 2500
Moyenne	34'200	36'100	+ 1900

La provision en azote total est supérieure à celle de l'année précédente. La raison première doit en être recherchée dans le fait que la disparition d'azote pendant la période printanière de croissance du phytoplancton n'a été que de 2000 tonnes, soit la moitié de la quantité absorbée en 1971.

Il serait donc hasardeux de tirer des conclusions hâtives sur l'augmentation de l'azote minéral total en 1972,

7.2. L'Azote ammoniacal

(Voir tableau No 8)

La concentration en azote ammoniacal a encore augmenté en 1972. On l'a rencontré de plus en plus fréquemment, et notamment dans les couches profondes. L'évolution constatée en 1971 semble se développer.

7.2.1. Fréquence de l'ammoniaque

Le nombre de cas où la colonne d'eau d'une station contenait de l'ammoniaque à toute profondeur, exprimé en %, est en augmentation.

Le pourcentage a passé de 53 % en 1971 à 64 % en 1972, ce qui constitue un record. Ce pourcentage est de 70 % dans le Grand Lac et, chose nouvelle, de 38 % seulement dans le Petit Lac.

Dans le Grand Lac, l'absence d'ammoniaque dans toute la colonne d'eau n'a été constatée que 9 fois sur 202, soit dans 4,5 % des cas seulement.

Dans le Petit Lac, la situation est de loin la meilleure qui ait été constatée depuis longtemps. Il n'y a eu que deux fois où la colonne d'eau a été exempte d'ammoniaque : en février aux stations GE 3 et GE 4.

En tenant compte des échantillons analysés dans les deux parties du lac, on obtient les pourcentages de présence d'ammoniaque suivant :

	Grand Lac	Petit Lac	Léman
1971	61 %	98 %	68 %
1972	80 %	69 %	78 %

Jamais l'ammoniaque n'a été aussi fréquente dans le Grand Lac.

Dans le Petit Lac, c'est la première fois depuis plus de dix ans que l'on note une régression notable dans le fréquence.

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

Région	1970	1971	1972
Rive sud-orientale	39 %	62 %	75 %
Rive nord-orientale	14 %	38 %	96 %
Axe Ouchy-Evian	17 %	55 %	63 %
Axe Rolle-Thonon	24 %	58 %	73 %

Les fréquences mensuelles, pour l'ensemble du lac, ont été :

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	23 %	70 %	+ 47 %
Février	36	75	+ 39
Mars	56	86	+ 30
Avril	82	78	+ 4
Mai	85	89	+ 4
Juin	78	86	+ 8
Juillet	69	76	+ 7
Août	73	80	+ 7
Septembre	68	80	+ 12
Octobre	63	80	+ 17
Novembre	64	75	+ 11
Décembre	78	39	- 39
Moyenne	68	78	+ 10

La diminution de décembre tient au fait que les prélèvements ont été partiels.

Jamais l'ammoniaque n'a été si fréquent tout au cours de l'année.

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

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

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

Du point de vue de la moyenne arithmétique, la concentration en azote ammoniacal a , en moyenne, peu varié. Elle s'est accrue de 5 %. Les plus fortes concentrations se situent toujours en mai-juin et août, septembre et octobre.

A considérer les moyennes pondérées, la masse la plus grande d'ammoniaque a été importante de juin à septembre 1972 notamment. En 1971, on avait trouvé des quantités plus fortes en avril, mai et décembre.

7.2.3. Tonnages mensuels d'ammoniaque

Ils ont été les suivants :

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	475	1'113	+ 638
Février	828	1'326	+ 498
Mars	791	1'318	+ 527
Avril	2'053	854	- 1'199
Mai	2'067	1'516	- 551
Juin	1'433	1'985	+ 552
Juillet	1'016	1'772	+ 756
Août	816	1'995	+ 1'179
Septembre	716	1'821	+ 1'105
Octobre	959	1'585	+ 626
Novembre	871	1'049	+ 178
Décembre	1'437	650	- 787
Moyenne	1'121	1'463	+ 342

Par suite des modifications climatologiques de 1972 par rapport à l'année

précédente, la concentration de l'ammoniaque fut répartie différemment en 1972 qu'en 1971, les variations entre les mois étant moins importantes en 1972.

Si l'on n'a pas atteint les maxima mensuels de 2053 ou 2067 tonnes de 1971 ou 2816 tonnes de 1970, il n'en reste pas moins qu'en moyenne annuelle, l'année 1972 bat tous les records de concentration en azote ammoniacal. Qu'il nous suffise de rappeler qu'en 1957, la teneur moyenne était d'environ 100 tonnes, qu'elle s'est élevée à environ 1000 tonnes en 1974, pour diminuer ensuite, passer par un minimum de 500 tonnes environ en 1967, et, depuis, de croître à nouveau. L'augmentation est de 1300 % par rapport à 1957, de 43 % par rapport à 1964. De 1971 à 1972, la concentration de l'ammoniaque a augmenté de 30 %.

Les années prochaines permettront de vérifier l'existence éventuelle d'un cycle.

7.2.4. Evolution en fonction de la profondeur

Les valeurs comparées des deux dernières années sont indiquées ci-dessous

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

L'évolution de la concentration en ammoniaque est parallèle à celle de l'oxygène, en sens inverse. L'évènement important est l'augmentation de la concentration dans les couches profondes, correspondant à une diminution de la concentration en oxygène. La concentration moyenne à 300 mètres de profondeur est la plus importante observée à ce jour.

7.2.5. Les diverses régions du lac

En moyenne de l'année, le Petit Lac est toujours plus riche en ammoniaque que le Grand Lac. Mais, en moyenne, il est plus pauvre que l'année précédente aux profondeurs de 30 et 40 mètres. Pour ce qui concerne les moyennes mensuelles, le Petit Lac est plus pauvre que le reste du lac six mois sur douze, en mars à mai, septembre, novembre et décembre. La comparaison des moyennes mensuelles est malaisée.

Par rapport à 1971, le Petit Lac s'est apauvri en 1972, sauf à 5 mètres de profondeur. Les concentrations mensuelles sont inférieures de janvier à avril, en juillet et d'octobre à décembre.

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

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
0 m	0,054	0,038	0,018	0,020	0,028	0,029	0,029
5 m	0,072	0,039	0,015	0,017	0,034	0,051	0,038
10 m	0,047	0,041	0,023	0,021	0,030	0,042	0,032
20 m	0,043	0,037	0,014	0,021	0,025	0,025	0,025
30 m	0,033	0,032	0,012	0,017	0,021	0,017	0,020
40 m	0,042	0,025	0,012	0,015	0,020	0,017	0,019
50 m	0,036	0,027	0,013	0,013	0,018	0,023	0,019
Moyenne	0,047	0,034	0,015	0,018	0,025	0,028	0,025

Concentrations mensuelles. Moyennes de 0 à 50 m

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,020	0,023	0,008	0,007	0,013	0,025	0,015
Février	0,046	0,029	0,008	0,009	0,018	0,006	0,016
Mars	0,115	0,030	0,010	0,014	0,028	0,014	0,025
Avril	0,026	0,033	0,016	0,012	0,020	0,017	0,020
Mai	0,100	0,047	0,016	0,015	0,030	0,062	0,037
Juin	0,064	0,053	0,027	0,013	0,034	0,055	0,038
Juillet	0,031	0,019	0,017	0,017	0,023	0,030	0,024
Août	0,017	0,038	0,025	0,032	0,029	0,042	0,032
Septembre	0,052	0,030	0,019	0,034	0,030	0,018	0,027
Octobre	0,048	0,046	0,016	0,024	0,030	0,035	0,031
Novembre	0,061	0,014	0,006	0,021	0,018	0,015	0,018
Décembre	0,009	0,057	0,011	0,001	0,016	0,013	0,015

Dans le Grand Lac, la concentration est toujours plus faible dans les mois froids. Elle passe par un maximum en juin. Les mois suivants, la concentration reste élevée.

La rive sud-orientale est toujours la plus riche en azote ammoniacal du Grand Lac. Elle y dépasse même les concentrations du Petit Lac. On n'observe guère de variation par rapport à l'année précédente. On y a relevé le maximum de l'année avec 0,326 mg N/l à la station VS 2.

Sur la rive nord-orientale (rive vaudoise de Villeneuve à Rivaz), on trouve de l'ammoniaque tous les mois, contrairement à l'année précédente, où elle était absente en hiver. La concentration y a légèrement baissé depuis l'année précédente.

L'augmentation de concentration affecte surtout la région pélagique. Sur l'axe Rolle-Thonon, elle passe de 0,015 mg N/l en 1971 à 0,018 mg N/l en 1972. Sur l'axe Ouchy-Evian, la concentration moyenne passe de 0,011 mg/l en 1971 à 0,015 mg/l eb 1972

7.2.6. Conclusions

Nous ne pouvons que répéter les conclusions rédigées l'année dernière :

Que l'on considère la teneur en ammoniaque du lac au point de vue de sa fréquence, de sa répartition géographique, de sa concentration ou de son tonnage, jamais la situation n'a été si mauvaise qu'en 1972. Elle s'est aggravée depuis 1971, sauf dans le Petit Lac, où la situation, au point de vue fréquence et concentration, est la meilleure enregistrée depuis longtemps.

En résumé, la fréquence de l'ammoniaque a passé de 68 % en 1971 à 78 % en 1972. En moyenne arithmétique, la concentration a légèrement augmenté de 0,022 à 0,023 mg N/l. Mais, en moyenne pondérée, elle passe de 0,012 mg N/l en 1971 à 0,016 mg N/l en 1972, soit une augmentation de 33 %.

Le tonnage moyen passe de 1100 tonnes en 1971 à 1460 tonnes en 1972.

Les concentrations moyennes dans les couches profondes se sont accrues.

Toutes les valeurs citées ci-dessus concernant l'année 1972 sont des records absolus jamais enregistrés depuis 1957 .

7.3. L'Azote nitreux

(Voir tableau No 9)

En 1972, il a été procédé à la détermination de 2049 concentrations. Les nitrites se trouvent toujours en faible quantité dans le Léman et, aux concentrations rencontrées, ils ne semblent pas être toxiques. Mais leur présence ou leur absence est un indice du pouvoir auto-épurateur du lac, notamment du fonctionnement de la minéralisation des substances azotées.

7.3.1. Fréquence de l'azote nitreux

Le tableau ci-dessous donne la fréquence, exprimée en %, des résultats positifs par rapport au nombre total des analyses effectuées.

Mois	Grand Lac		Petit Lac		Léman	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972
Janvier	100	50	100	81	100	55
Février	77	69	96	100	81	74
Mars	79	71	100	100	83	76
Avril	79	73	97	97	82	77
Mai	77	82	100	100	81	85
Juin	80	73	94	94	82	76
Juillet	67	89	97	100	72	91
Août	52	82	100	100	61	85
Septembre	76	94	88	100	79	95
Octobre	89	74	100	94	91	77
Novembre	92	71	100	97	94	76
Décembre	90	100	100	100	92	93
Moyenne	80	76	98	97	82	80

Il y a une légère baisse de fréquence en 1972. Mais l'azote nitreux reste encore plus fréquent que les années 1970 et antérieures. La fréquence est, comme à l'accoutumée, plus élevée dans le Petit Lac que dans le Grand Lac. Il est malaisé d'analyser les répartitions mensuelles. Tout au plus peut-on signaler que la fréquence diminue quelque peu au début et à la fin de l'année 1972, et augmente pendant la période estivale.

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

Le tableau ci-dessous donne les concentrations mensuelles moyennes pour 1971 et 1972, exprimées en mg N/l, en moyenne arithmétique et en moyenne pondérée.

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

On observe une augmentation en moyenne arithmétique, mais, au gré d'une répartition différente des nitrites selon la profondeur, la moyenne pondérée de varie pas.

Les maxima de printemps et automne sont un peu plus marqués en 1972. La répartition selon les tonnages mensuels moyens est plus explicite.

7.3.3. Tonnages mensuels moyens

Mois	1971	1972
Janvier	145	67
Février	85	81
Mars	127	96
Avril	108	102
Mai	200	218
Juin	210	142
Juillet	126	214
Août	56	133
Septembre	170	222
Octobre	197	259
Novembre	177	86
Décembre	154	186
Moyenne	146	149

La légère augmentation de tonnage des nitrites en 1972 n'est guère significative. Il s'agit cependant du tonnage annuel moyen le plus élevé constaté ces six dernières années. Notons, pour être exact, que des tonnages moyens plus élevés ont déjà été rencontrés, mais avec des moyennes portant sur six ou sept mois de l'année seulement au lieu de 12 :

1958 : 193 tonnes (moyenne de 6 mois)
1965 168 tonnes (moyenne de 7 mois)

De même, le maximum du mois d'octobre 1972 (259 tonnes) ne constitue pas le maximum absolu. Nous avions déjà noté :

mai 1966 : 366 tonnes
juin 1966 : 273 tonnes
juin 1967 : 470 tonnes
mai 1969 : 375 tonnes

La cause des variations annuelles, quelque peu cycliques échappe encore à l'analyse, de même que celle des variations saisonnières, plus ou moins en relation avec l'activité phyto-planctonique.

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

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

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

Les concentrations ont augmenté dans les couches superficielles, sans être excessivement élevées. Le phénomène intéressant est l'abaissement de concentration avec la profondeur jusqu'à des valeurs très faibles à 100 et 150 mètres, et l'augmentation ensuite dans le fond du lac. Ce dernier phénomène est à mettre en relation avec l'abaissement de concentration de l'oxygène.

7.3.5. Les diverses régions du lac

Comme l'an passé, on remarque que les nitrites sont en plus grande quantité, à toute profondeur, dans le Haut Lac, particulièrement - cette année - sur la rive sud-orientale. Là, la concentration moyenne a doublé par rapport à l'année passée. Sur cette même rive, apparaissent de fortes concentrations en fin d'année, à partir de septembre.

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Surface	0,008	0,005	0,004	0,004	0,005	0,006	0,005
5 m	0,008	0,005	0,005	0,004	0,005	0,006	0,005
10 m	0,007	0,005	0,005	0,004	0,005	0,006	0,005
20 m	0,006	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
30 m	0,004	0,004	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
40 m	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
50 m	0,003	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003	0,002
Moyenne	0,006	0,004	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,005	0,002	0,001	0	0,001	0,002	0,001
Février	0,002	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002
Mars	0,003	0,003	0,001	0	0,002	0,002	0,002
Avril	0,001	0,002	0,005	0,002	0,002	0,005	0,003
Mai	0,004	0,004	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006
Juin	0,007	0,003	0,004	0,003	0,004	0,005	0,004
Juillet	0,004	0,007	0,005	0,006	0,006	0,007	0,006
Août	0,001	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Septembre	0,010	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006
Octobre	0,012	0,008	0,005	0,007	0,007	0,000	0,007
Novembre	0,010	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
Décembre	0,009	0,002	0,003	0,003	0,004	0,002	0,004

Le maximum du Grand Lac (0,026 mg N/l) a été observé aux stations VS 2 et VS 4. La concentration augmente légèrement sur la rive nord-orientale, surtout près de la surface, avec aussi des valeurs élevées en septembre et octobre.

Le même phénomène s'observe sur l'axe Ouchy-Evian, un peu plus atténué cependant.

Dans la partie occidentale de Grand Lac, il y a également une augmentation de la concentration moyenne, avec les mêmes caractéristiques que précédemment augmentation dans les couches superficielles, maxima en septembre et octobre.

Des graphiques illustrant ces évolutions figurent en page 53 du précédent rapport.

Le Petit Lac a sensiblement la même concentration moyenne que le Grand Lac, avec une répartition mensuelle ou selon la profondeur assez analogue.

La concentration maxima du Petit Lac (et du Léman) a été observée à la station GE 1 en avril (0,050 mg N/l).

7.3.6. Conclusions

La concentration moyenne des nitrites a augmenté en 1972, en moyenne arithmétique. Les nitrites sont un peu moins fréquents que l'année passée, mais ils sont souvent en concentration individuelle élevée. Le tonnage n'a guère augmenté, mais il est le plus élevé de ces six dernières années (149 t.) Il n'y a donc aucune amélioration quelconque.

7.4. L'Azote nitrique

2030 analyses ont été mises à disposition. Les données moyennes pour l'ensemble du Léman figurent au tableau No 10.

A maintes reprises, nous avons relevé la difficulté de l'interprétation de l'évolution des nitrates, en l'absence du contexte azote organique et azote total. La difficulté est tout aussi grande dans le cas d'une année déficitaire comme l'a été 1972 à beaucoup de points de vue.

7.4.1. Concentrations moyennes dans le Léman

L'examen du tableau No 10, comparé à celui de l'année passée montre que les concentrations moyennes de surface sont faibles, mais cependant plus élevées que celles de l'année passée. La provision d'azote nitrique a été moins mise à contribution en 1972 qu'en 1971. En corollaire, la couche de 30 à 50 mètres est moins riche en azote nitrique. Excepté en mars et avril, les moyennes (de 0 à 50 m) sont supérieures à celles de l'année passée.

Dans les couches profondes - à partir de 100m - les concentrations se sont élevées en 1972. Exceptés les mois de mars et avril, les concentrations en moyenne arithmétique sont supérieures ou égales en 1972 à celles de l'année 1971.
En somme, les amplitudes ont été plus faibles, d'où l'augmentation mathématique de la concentration moyenne.

Les moyennes mensuelles du tableau suivant donnent un résumé de l'évolution mensuelle : (concentrations en mg N / l)

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

De manière tout à fait générale, en considérant les moyennes pondérées, qui donnent un meilleur reflet de la situation, on note que les concentrations ont été un peu plus faibles en début d'année qu'en 1971, et plus fortes à partir du mois de mai.

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous pouvons évaluer la provision annuelle moyenne en azote nitrique disponible à 0,40 - 0,41 mg N/l, en tenant compte des moments où l'activité phyto-planctonique est très réduite.

7.4.2. Tonnages annuels moyens

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	36'700	35'700	- 1'000
Février	36'500	35'100	- 1'400
Mars	33'400	34'800	+ 1'400
Avril	34'400	33'300	- 1'100
Mai	30'800	34'100	+ 3'300
Juin	33'100	34'600	+ 1'500
Juillet	32'100	35'200	+ 3'100
Août	32'500	33'700	+ 1'200
Septembre	32'200	34'600	+ 2'400
Octobre	31'100	33'500	+ 2'400
Novembre	29'000	34'400	+ 5'400
Décembre	33'200	36'500	+ 3'300
Moyenne	32'900	34'500	+ 1'600

On trouve 1'600 tonnes supplémentaires d'azote nitrique en 1972, soit une augmentation d'environ 5 % . Cet excédent tient en grande partie au fait que la diminution de concentration pendant les périodes d'activité du phytoplancton a été très réduite, d'environ 2500 tonnes, au lieu de 4000 à 5000 tonnes les autres années.

La provision d'azote nitrique à disposition est légèrement inférieure à 40'000 tonnes. On peut l'estimer à 35'000 à 37'000 tonnes environ.

7.4.3. Evolution en fonction de la profondeur

Profondeur	1971	1972	Diff.
Surface	0,15	0,22	+ 0,07
5 m	0,18	0,22	+ 0,04
10 m	0,19	0,23	+ 0,04
20 m	0,28	0,28	=
30 m	0,33	0,32	- 0,01
40 m	0,36	0,35	- 0,01
50 m	0,38	0,36	- 0,02
100 m	0,40	0,42	+ 0,02
150 m	0,41	0,44	+ 0,03
200 m	0,40	0,44	+ 0,04
250 m	0,43	0,47	+ 0,04
300 m	0,45	0,49	+ 0,04

Le tableau ci-dessus illustre bien les phénomènes exprimés précédemment :

augmentation de la concentration de 0 à 10 m
en corollaire :
diminution de la concentration de 30 à 50 m
augmentation progressive de la concentration de 100 à 300 mètres.

Ce schéma d'évolution a déjà été noté dans les pages précédentes à propos d'autres paramètres.

L'amplitude moyenne entre la surface de l'eau et le fond n'est que de 0,27 mg/l.

L'absence totale de nitrates n'a été observée que 11 fois en 1972, contre 41 fois en 1971.

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

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

La tableau ci-dessus illustre bien la diminution d'activité planctonique de l'année 1972 par rapport à l'année précédente.

Les maxima annuels observés dans les diverses stations sont peu élevés. Ils ont été de 0,63 mg N/l dans le Petit Lac et 0,57 mg N/l dans le Grand Lac. Les autres maxima des diverses stations étudiées se situent entre 0,40 et 0,53 mg N/l.

L'augmentation de concentration d'azote nitrique dans les couches profondes n'est que la poursuite du phénomène amorcé l'année précédente.

A 300 mètres de profondeur, les concentrations moyennes ont évolué de la manière suivante :

	1970	1971	1972
minimum	0,37	0,39	0,47
maximum	0,53	0,51	0,53

7.4.4. Répartition régionale de l'azote nitrique en 1972

Elle se trouve 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	0,15	0,20	0,23	0,22	0,21	0,25	0,22
5 m	0,18	0,20	0,24	0,23	0,21	0,25	0,22
10 m	0,18	0,22	0,25	0,23	0,23	0,26	0,23
20 m	0,21	0,26	0,31	0,26	0,27	0,30	0,28
30 m	0,21	0,32	0,34	0,32	0,32	0,32	0,32
40 m	0,29	0,34	0,36	0,36	0,35	0,36	0,35
50 m	0,29	0,37	0,36	0,37	0,36	0,38	0,36
Moyenne	0,22	0,28	0,30	0,29	0,28	0,30	0,29

Dans les diverses régions, les choses évoluent de manière analogue à ce qui a été décrit plus haut.

Comme l'année précédente, la concentration en azote nitrique est plus faible dans les régions côtières que dans les régions pélagiques.

Concentrations mensuelles, moyennes de 0 à 50 m

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,34	0,30	0,31	0,34	0,32	0,37	0,33
Février	0,19	0,38	0,37	0,35	0,34	0,39	0,35
Mars	0,28	0,33	0,33	0,34	0,32	0,34	0,33
Avril	0,06	0,24	0,33	0,27	0,25	0,43	0,29
Mai	0,25	0,25	0,30	0,28	0,27	0,27	0,27
Juin	0,25	0,30	0,32	0,30	0,30	0,24	0,29
Juillet	0,17	0,26	0,30	0,28	0,27	0,26	0,27
Août	0,22	0,22	0,25	0,22	0,23	0,25	0,24
Septembre	0,23	0,26	0,26	0,25	0,26	0,24	0,25
Octobre	0,21	0,22	0,28	0,24	0,25	0,20	0,24
Novembre	0,17	0,28	0,29	0,29	0,28	0,32	0,28
Décembre	0,28	0,26	0,31	0,33	0,30	0,32	0,31

Comme à l'ordinaire, la concentration en azote nitrique est plus élevée dans le Petit Lac que dans le Grand Lac. Encore faut-il remarquer que si cela se vérifie en moyenne annuelle à toute profondeur, ce n'est pas le cas en toute saison : de juillet à octobre - sauf août - la concentration est plus basse dans le Petit Lac. Ce phénomène est manifestement lié à la consommation par le plancton et à la faible profondeur du Petit Lac.

Dans le Grand Lac, la rive sud-orientale - rive valaisanne - est la plus pauvre en nitrates. Nous avons de bonnes raisons de penser que le courant secondaire du Rhône n'est pas étranger à ce phénomène.

Sur la rive nord-orientale - Villeneuve-Rivaz - la concentration moyenne est semblable à celle du Grand Lac.

C'est l'axe Ouchy-Evian qui est, comme à l'accoutumée, le plus riche en azote nitrique.

En comparant les résultats analytiques de 1972 à ceux de l'année précédente, on peut résumer les phénomènes de la manière suivante :

augmentation de la concentration sur la rive nord-orientale ;
diminution de la concentration sur la rive sud-orientale (action du Rhône!)
"statu quo ante" entre Ouchy et Evian;
augmentation dans la zone occidentale du Grand Lac
augmentation dans le Petit Lac.

7.4.5. Conclusions

Les résultats analytiques montrent que, en moyenne arithmétique ou pondérée, la concentration de l'azote nitrique dans le Léman a augmenté. Cela est dû d'une part à la faible consommation pendant la période estivale, d'autre part à une accumulation toujours croissante dans les couches profondes du lac.

La concentration moyenne actuelle est de 0,31 mg N/l en moyenne arithmétique et de 0,39 mg N/l en moyenne pondérée, ce qui correspond à un tonnage moyen d'environ 34'500 tonnes.

Nous pouvons estimer que la provision totale d'azote nitrique, compte non tenu de la consommation par le phyto-plancton, se situe aux environs de 0,40 à 0,41 mg/l, soit un tonnage inférieur à 40'000 tonnes (environ 35'000 à 37'000 tonnes).

Il n'y a pas d'aggravation, ni d'amélioration de l'état du lac, du point de vue de l'azote nitrique. Les conditions atmosphériques différentes et l'absence d'un bilan azote complet empêchent de poser un diagnostic plus précis.

---

8 EVOLUTION DU PHOSPHORE

(Voir tableaux 11, 12 et 13)

8.1. Les orthophosphates

8.1.1. Le Léman pris dans son ensemble

L'observation du tableau No 11 montre qu'en moyenne arithmétique la concentration des orthophosphates est de 0,043 mg P/l. En moyenne pondérée (méthode des mélanges) elle est de 0,057 mg P/l.

La concentration moyenne est minima dans les couches superficielles, quoique relativement élevée (0,029 mg P/l) et maxima à 300 mètres de profondeur (0,113 mg P/l).

La valeur individuelle la plus élevée de l'année est de 0,188 mg/l; elle a été observée à 30 mètres de profondeur en juillet à la station CRG 9. Cette valeur est inférieure au maximum de 1971, qui était de 0,226 mg/l.

Les phosphates n'ont disparu qu'à trois stations seulement dans la couche superficielle du lac, à 0 et 5 m, aux stations SHL 1, 2 et 6. Cette disparition moins fréquente en 1972 qu'en 1971 est à mettre en relation avec la diminution du plancton.

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

Nous constatons que la concentration a augmenté à toute profondeur. Elle est

assez forte dans la couche superficielle de 0 à 10 m - le phosphore ayant été moins utilisé en 1972 -
moyenne de 20 mètres à 100 mètres

importante et croissante de 150 mètres au fond du lac.

Evolution en fonction de la profondeur , moyennes arithmétiques

Profondeur	1971	1972	Diff.
Surface	0,018	0,029	+ 0,011
5 m	0,021	0,029	+ 0,008
10 m	0,021	0,032	+ 0,011
20 m	0,029	0,036	+ 0,007
30 m	0,038	0,043	+ 0,005
40 m	0,043	0,048	+ 0,005
50 m	0,046	0,052	+ 0,006
100 m	0,054	0,059	+ 0,005
150 m	0,052	0,063	+ 0,011
200 m	0,060	0,070	+ 0,010
250 m	0,053	0,078	+ 0,015
300 m	0,068	0,113	+ 0,045

Evolution mensuelle mg P/l

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

La concentration à 300 mètres a passé de 0,068 mg P/l à 0,113 mg P/l, soit une augmentation de 66 %.

En moyenne arithmétique, de janvier à octobre, les concentrations augmentent en 1972. En moyenne pondérée, tous les mois voient une élévation de concentration plus ou moins importante, supérieure en moyenne à 20 %.

Le rapport Ortho-phosphates / Phosphore total est, en moyenne, de 80 %. Il varie entre 64 % en juillet (période de consommation du phosphore) et 88 % en février. Il est supérieur à celui de l'année passée, qui était de 70 %, en moyenne toujours, ce qui met bien en évidence la faible activité biologique de l'année 1972.

Le rapport Orthophosphates / Phosphore total, exprimé en %, à la surface du lac et au fond, est donné dans la page suivante :

Rapport Orthophosphates / Phosphore total exprimé en %

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

A la surface de l'eau, le rapport passe par un maximum en mars (inexistant en 1972), puis par un minimum en mai, accentué en 1971, faible en 1972. Ce mois représente le maximum de transformation du phosphore minéral en phosphore organique. Un nouveau minimum apparaît en juillet-août, puis le rapport s'accroît au fur et à mesure que la saison avance.

Dans les couches profondes - 300 m - le rapport Pminéral / P total est plus élevé en 1972, sauf en début d'année.

8.1.2. Les Tonnages

Ils ont évolué de la manière suivante :

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	2'900	5'000	+ 2'100
Février	3'800	5'500	+ 1'700
Mars	4'000	4'700	+ 700
Avril	3'900	4'600	+ 700
Mai	3'900	4'800	+ 900
Juin	4'000	5'100	+ 1'100
Juillet	3'700	5'600	+ 1'900
Août	4'100	4'900	+ 800
Septembre	4'400	5'100	+ 700
Octobre	4'500	5'500	+ 1'000
Novembre	6'100	5'200	- 900
Décembre	4'400	5'300	+ 900
Moyenne	4'100	5'100	+ 1'000

Au cours de l'année 1972 donc, il n'y a pas de variation importante d'un mois à l'autre. Les minima sont relativement élevés. Les concentrations - à l'exception du mois de novembre - sont en hausse toute l'année. Le tonnage annuel moyen a augmenté d'environ 1000 tonnes.

8.1.3. Les diverses régions du lac en 1972

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Surface	0,018	0,030	0,029	0,031	0,028	0,030	0,029
5 m	0,022	0,031	0,027	0,031	0,028	0,031	0,029
10 m	0,022	0,037	0,032	0,033	0,031	0,033	0,032
20 m	0,024	0,037	0,039	0,035	0,036	0,038	0,036
30 m	0,023	0,046	0,047	0,045	0,043	0,043	0,043
40 m	0,027	0,049	0,047	0,054	0,048	0,049	0,048
50 m	0,031	0,060	0,051	0,053	0,052	0,052	0,052
Moyenne	0,024	0,042	0,040	0,041	0,039	0,039	0,039

Moyennes mensuelles de 0 à 50 m

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,029	0,050	0,042	0,043	0,042	0,041	0,042
Février	0,033	0,053	0,049	0,053	0,051	0,045	0,050
Mars	0,024	0,050	0,041	0,043	0,041	0,041	0,041
Avril	0,012	0,034	0,038	0,036	0,033	0,041	0,035
Mai	0,038	0,045	0,037	0,040	0,040	0,040	0,040
Juin	0,039	0,047	0,046	0,043	0,044	0,036	0,043
Juillet	0,023	0,030	0,044	0,045	0,038	0,037	0,038
Août	0,021	0,035	0,028	0,036	0,031	0,032	0,031
Septembre	0,029	0,039	0,034	0,041	0,036	0,037	0,036
Octobre	0,021	0,035	0,044	0,028	0,035	0,029	0,034
Novembre	0,012	0,045	0,036	0,047	0,038	0,051	0,041
Décembre	0,012	0,032	0,037	0,038	0,030	0,044	0,034

En moyenne, il ne paraît guère y avoir de différence entre les régions principales. Seule la rive sud-orientale fait exception à la règle, par ses concentrations basses qui doivent être influencées par le courant sous-lacustre du Rhône. C'est du reste la seule région où la concentration en phosphore minéral semble stable. Partout ailleurs, le phosphore minéral a augmenté. Pour la couche superficielle de 0 à 50 mètres, la concentration a passé de 0,032 mg P/l en 1971 à 0,039 - 0,042 mg P/l en 1972

8.2. Le phosphore organique

Dans ce cas particulier, il s'agit de concentrations obtenues en soustrayant les concentrations de phosphore minéral de celles du phosphore total. Une partie des observations ci-dessus , prises à rebours, est valable pour l'interprétation de l'évolution du phosphore organique. Pour une meilleure compréhension des phénomènes, nous estimons préférable de donner à nouveau des tableaux spécifiques.

8.2.1. Le Léman pris dans son ensemble

Le tableau No 12 montre que, dans son ensemble, et d'une manière générale, le phosphore organique est plus abondant dans les couches superficielles du

lac qu'en profondeur, ce qui est tout à fait normal. La concentration moyenne est de 0,019 mg P/l en moyenne arithmétique et de 0,014 mg P/l en moyenne pondérée.

Il y a peu de remarques à faire quant à l'évolution au cours des saisons, sinon les pointes de mars et avril, correspondant à la poussée planctonique. Relevons les moyennes élevées de juillet, qui ne trouvent pas d'explication satisfaisante.

Nous obtenons les différences suivantes par rapport à l'année précédente : (moyennes arithmétiques) (mg P/l)

Profondeur	1971	1972	Diff.
Surface	0,030	0,022	- 0,008
5 m	0,031	0,026	- 0,005
10 m	0,027	0,022	- 0,005
20 m	0,025	0,019	- 0,006
30 m	0,024	0,019	- 0,005
40 m	0,025	0,018	- 0,007
50 m	0,023	0,018	- 0,005
100 m	0,014	0,011	- 0,003
150 m	0,014	0,010	- 0,004
200 m	0,014	0,010	- 0,004
250 m	0,022	0,013	- 0,009
300 m	0,019	0,016	- 0,003

Variations mensuelles

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

En moyenne, il y a moins de phosphore organique, donc sous forme assimilée en 1972 qu'en 1971, ce qui est en accord avec les observations précédentes concernant la diminution du volume du plancton. La diminution est observée à toute profondeur du lac. Elle est un peu moins générale si l'on s'en réfère aux moyennes mensuelles arithmétiques ou pondérées.

En 1972, le phosphore organique représente 20 % seulement du phosphore total (30 % en 1971) A la surface de l'eau, le rapport Phosphore organique / Phosphore total passe de 63 % en 1971 à 42 % en 1972. Il est maximum en juillet et août (respectivement 78 et 74 %). Il est minimum en janvier (20 %)

Au fond du lac, le rapport a passé de 22 % en 1971 à 12 % en 1972, attestant la minéralisation des composés phosphorés, au détriment de la concentration en oxygène

Pour 1972, on note des maxima en début d'année, en été et en automne, les deux points d'inflexion se situant en avril-mai et septembre-octobre.

Rapport P organique / P total

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

Dans le fond du lac, le phosphore est donc plus "minéralisé" que l'année précédente.

8.2.2. Les tonnages

Ils ont évolué comme suit :

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	3'150	830	- 2'320
Février	1'910	760	- 1'150
Mars	1'270	1'680	+ 410
Avril	1'800	1'250	- 550
Mai	1'800	990	- 810
Juin	1'760	1'230	- 530
Juillet	1'800	3'160 !	+ 1'360
Août	2'550	1'060	- 1'490
Septembre	1'300	920	- 380
Octobre	1'030	1'140	+ 110
Novembre	1'520	1'000	- 520
Décembre	1'260	1'410	+ 150
Moyenne	1'810	1'290	- 520

Le tableau se passe de commentaires. A noter cependant en 1972 les valeurs maxima de mars -avril et de fin d'année.

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

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,018	0,011	0,015	0,004	0,010	0,009	0,010
Février	0,016	0,028	0,013	0,020	0,017	0,009	0,016
Mars	0,025	0,048	0,029	0,020	0,029	0,014	0,026
Avril	0,025	0,027	0,035	0,020	0,025	0,014	0,023
Mai	0,034	0,025	0,027	0,018	0,022	0,013	0,020
Juin	0,024	0,019	0,026	0,020	0,020	0,011	0,018
Juillet	0,086	0,052	0,041	0,038	0,049	0,019	0,043
Août	0,033	0,018	0,016	0,014	0,018	0,016	0,018
Septembre	0,027	0,013	0,010	0,015	0,014	0,016	0,015
Octobre	0,015	0,015	0,016	0,015	0,015	0,018	0,016
Novembre	0,037	0,011	0,017	0,013	0,016	0,013	0,016
Décembre	0,063	0,015	0,017	0,015	0,029	0,008	0,022

Profondeurs	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
0 m	0,032	0,026	0,027	0,019	0,024	0,015	0,022
5 m	0,034	0,027	0,029	0,021	0,030	0,014	0,026
10 m	0,036	0,027	0,022	0,019	0,023	0,015	0,022
20 m	0,034	0,023	0,019	0,018	0,021	0,013	0,019
30 m	0,029	0,019	0,019	0,020	0,020	0,016	0,019
40 m	0,028	0,027	0,018	0,014	0,020	0,012	0,018
50 m	0,031	0,021	0,021	0,015	0,020	0,009	0,018
Moyenne	0,034	0,024	0,022	0,018	0,022	0,014	0,020

Le Petit-Lac contient moins de phosphore organique - assimilé - que le Grand Lac.

Dans le Grand Lac, c'est la rive sud-orientale qui est la plus riche en phosphore organique - la plus pauvre, nous l'avons vu, en phosphore minéral.

Dans le région du Grand Lac, tout semble se passer comme si la concentration en phosphore organique diminuait au fur et à mesure que l'on va vers l'aval. Cette coïncidence se vérifie bien pour les moyennes concernant les profondeurs. Elle est un peu moins systématique pour les moyennes mensuelles. Il faut se garder de tirer des conclusions sur l'évolution d'une seule année.

8.3. Le Phosphore total

(Voir tableau No 13)
1911 déterminations de phosphore total ont été effectuées en 1972.

Nous avions noté l'année dernière que la concentration du phosphore total s'était abaissée de 1970 à 1971, phénomène normal après un hiver rigoureux. Malgré - ou à cause de - la clémence de l'hiver, ce phénomène ne s'est pas poursuivi en 1972. La courbe moyenne établie l'an passé (page 62 du rapport sur l'année 1971) prend de plus en plus une allure exponentielle.

8.3.1. Concentrations moyennes de l'ensemble du lac

L'examen du tableau No 13 montre que les concentrations moyennes du lac sont très élevées à toute saison et en toute profondeur. La concentration ne baisse que peu en surface pendant la période estivale (minimum moyen : 0,031 mg P/l). Dans les couches profondes, le phosphore s'accumule de plus en plus.

Le tableau suivant donne les variations des concentrations mensuelles, exprimées en mg P/l entre 1971 et 1972. (Moyennes arithmétiques et pondérées).

Mois	Moyennes mathématiques		Moyennes pondérées	
	1971	1972	1971	1972
Janvier	0,071	0,056	0,068	0,065
Février	0,068	0,068	0,064	0,071
Mars	0,059	0,069	0,059	0,072
Avril	0,061	0,059	0,064	0,065
Mai	0,060	0,062	0,064	0,066
Juin	0,064	0,060	0,065	0,068
Juillet	0,054	0,085	0,062	0,098
Août	0,055	0,053	0,075	0,067
Septembre	0,053	0,055	0,064	0,068
Octobre	0,050	0,055	0,062	0,075
Novembre	0,057	0,060	0,086	0,070
Décembre	0,067	0,060	0,064	0,076

L'augmentation de concentration de 1971 à 1972 n'est pas due uniquement au chiffre élevé du mois de juillet, mais elle se manifeste neuf mois sur douze. Ce phénomène est d'autant plus inquiétant que l'hiver particulièrement doux 1971-1972 aurait dû favoriser une sédimentation des composés phosphorés. Mais il faut relever que la fraction organique du phosphore, liée généralement à des éléments sédimentables , était petite en 1972.

La concentration annuelle en moyenne arithmétique est de 0,062 mg P/l. En moyenne pondérée, elle est de 0,072 mg P/l, la plus élevée enregistrée, - les années exceptionnelles de 1964 et 1970 mises à part -. Rappelons à ce sujet que la moyenne pondérée était de 0,013 mg P/l pour 1957-1960, qu'elle avait passé par un maximum de 0,066 mg P/l en 1964 à la suite d'hivers particulièrement rigoureux, qu'elle était redescendue à 0,028 mg P/l en 1967, qu'elle se situait à 0,043 mg P/l en 1968, à 0,052 mg P/l en 1969, à 0,103 en 1970 après un hiver rigoureux et 0,066 mg P/l en 1971.

8.3.2. Tonnages mensuels moyens

Le tableau en est donné au haut de la page suivante.

L'augmentation par rapport à 1971 est de 8 %. Elle est due, partiellement, au mois exceptionnel de juillet. Mais,neuf mois sur douze, la concentration augmente.

Nous devons donc en déduire que les apports au Léman ne diminuent pas et que l'effet de la déphosphatation chimique des eaux est loin de se faire encore sentir.

Tonnages de phosphore total

Mois	1971	1972	Diff.
Janvier	6'050	5'760	- 290
Février	5'710	6'330	+ 620
Mars	5'270	6'370	+ 1'100
Avril	5'700	5'790	+ 90
Mai	5'700	5'850	+ 150
Juin	5'760	6'020	+ 260
Juillet	5'500	8'740	+ 3'240
Août	6'650	5'930	- 720
Septembre	5'700	6'030	+ 330
Octobre	5'530	6'660	+ 1'130
Novembre	7'620	6'200	- 1'420
Décembre	5'660	6'710	+ 1'050
Moyenne	5'910	6'370	+ 460

8.3.3. Evolution du phosphore total en fonction de la profondeur

Les moyennes arithmétiques sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Profondeur	1971	1972	Diff.
Surface	0,049	0,050	- 0,001
5 m	0,053	0,054	+ 0,001
10 m	0,049	0,053	+ 0,004
20 m	0,053	0,055	+ 0,002
30 m	0,062	0,062	=
40 m	0,067	0,066	- 0,001
50 m	0,068	0,070	+ 0,002
100 m	0,067	0,070	+ 0,003
150 m	0,065	0,073	+ 0,008
200 m	0,073	0,080	+ 0,007
250 m	0,076	0,090	+ 0,014
300 m	0,087	0,129	+ 0,042

Il apparaît clairement que l'augmentation de la concentration du phosphore total se situe principalement dans les couches profondes.

Les valeurs maxima sont élevées. Citons : 0,270 mg P/l à la station VS 4, 0,251 à VD 3, 0,239 à CRG 9.

Dans le fond du lac (3oo mètres) les concentrations moyennes se situent entre 0,099 mg P/l en mai et 0,165 mg P/l en décembre.

L'amplitude moyenne entre la surface et le fond atteint le chiffre important de 0,079 mg P/l.

8.3.4. Evolution dans les diverses régions du lac

Les tableaux récapitulatifs figurent au haut de la page ci-contre.

Le Petit Lac est plus riche en phosphore total que le Grand Lac, pour les profondeurs équivalentes naturellement. Cela est dû à sa moindre teneur en phosphore organique.

Evolution du phosphore total en 1972

Profondeur	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Surface	0,050	0,056	0,055	0,049	0,052	0,045	0,050
5 m	0,066	0,058	0,054	0,051	0,057	0,045	0,054
10 m	0,058	0,064	0,052	0,052	0,054	0,048	0,053
20 m	0,059	0,060	0,057	0,052	0,056	0,051	0,055
30 m	0,052	0,065	0,066	0,065	0,063	0,059	0,062
40 m	0,055	0,076	0,065	0,069	0,068	0,061	0,066
50 m	0,062	0,081	0,072	0,070	0,071	0,061	0,070
Moyenne	0,057	0,066	0,061	0,059	0,061	0,053	0,059

Mois	Rive S-E	Rive N-E	Ouchy Evian	Rolle Thonon	Grand Lac	Petit Lac	Léman
Janvier	0,046	0,061	0,057	0,047	0,052	0,050	0,052
Février	0,050	0,081	0,063	0,076	0,069	0,054	0,066
Mars	0,049	0,098	0,069	0,065	0,071	0,055	0,067
Avril	0,037	0,061	0,072	0,056	0,058	0,056	0,057
Mai	0,071	0,070	0,064	0,061	0,063	0,054	0,061
Juin	0,062	0,065	0,068	0,057	0,063	0,045	0,059
Juillet	0,109	0,083	0,084	0,084	0,087	0,056	0,081
Août	0,054	0,053	0,045	0,049	0,049	0,048	0,049
Septembre	0,056	0,052	0,044	0,055	0,051	0,053	0,051
Octobre	0,036	0,050	0,061	0,043	0,050	0,047	0,050
Novembre	0,050	0,056	0,053	0,061	0,055	0,064	0,056
Décembre	0,075	0,047	0,054	0,053	0,058	0,052	0,056

Dans le Grand Lac, la rive sud-orientale est plus pauvre en phosphore total que les autres régions , à cause de sa faible teneur en phosphore minéral. La région nord-orientale est la plus riche.

On constate, aux deux exemples ci-dessus, que les phénomènes évoluent de manière assez particulière, qui mériterait une étude plus approfondie.

Par rapport à l'année passée, on note , en moyenne toujours, que la situation n'a pas changé sur la rive sud-orientale et sur l'axe Ouchy-Evian. Elle a légèrement augmenté sur la rive nord-orientale et à l'ouest du Grand Lac.

Dans le Petit Lac, les concentrations sont en légère hausse.

En fait, les différences jouent sur les proportions respectives de phosphore organique et minéral (orthophosphates) La teneur en phosphore organique tend à diminuer lorsque l'on se déplace vers l'ouest.

8.4. Conclusions

L'année 1972 a été une année déconcertante du point de vue du phosphore. Les phénomènes observés, compte tenu de l'hiver 1971-1972 peu rigoureux, de l'année médiocre, de la diminution du plancton, paraissent exagérément violents.

La concentration des orthophosphates est en hausse à toute profondeur. Dans les couches superficielles, ils ont été peu mis à contribution par les processus biologiques. Les orthophosphates se concentrent dans le fond du lac, où ils représentent 88 % du phosphore total. La proportion des orthophosphates par rapport au phosphore total a passé de 70 % en 1971 à 80 % en 1972. Les orthophosphates se sont accrus de 1000 tonnes, leur tonnage annuel moyen étant actuellement de 5100 tonnes.

Le phosphore organique - différence entre la concentration du phosphore total et celle des orthophosphates - qui est en quelque sorte la mesure du phosphore fixé par les microorganismes, a normalement diminué en 1972, l'activité du phytoplancton ayant été plus restreinte cette année-ci que l'année précédente. Le tonnage du phosphore organique était de 1290 tonnes en 1972 contre 1810 tonnes en 1971.

Contrairement aux prévisions, la régression de la concentration en phosphore total, amorcée l'année précédente, ne s'est pas poursuivie. La courbe de l'augmentation du phosphore total prend une allure de plus en plus exponentielle. Les concentrations en phosphore total ont été élevées toute l'année. La concentration annuelle moyenne est de 0,072 mg P/l en moyenne pondérée, - 0,062 mg P/l en moyenne arithmétique - contre 0,066 mg P/l en 1971.

Le tonnage annuel moyen de phosphore total a augmenté de 8 % et se situe actuellement à 6370 tonnes.

Le phosphore a tendance à se concentrer dans les couches peu mobiles du fond du lac. A 300 mètres de profondeur, il était à la concentration de 0,129 mg P/l en 1972, contre 0,087 mg P/l en 1971, soit une augmentation de 48 %.

Ainsi, malgré la mise en service récente de dispositifs de déphosphatation des eaux - tardive du point de vue de la limnologie -, la concentration en phosphore dans le lac continue à s'accroître régulièrement de manière très inquiétante. Cet accroissement est quasi général, même au voisinage de stations d'épuration.

9 LA MESURE DE LA MATIERE ORGANIQUE

Nous avons réuni sous ce vocable général un ensemble de déterminations diverses qui visent toutes à estimer, de manière plus ou moins précise, et selon des techniques plus ou moins indirectes, la quantité de matière organique oxydable contenue dans l'eau.

Il s'agit de la demande biochimique en oxygène - DBO_5 jours -, de l'oxydabilité de l'eau au permanganate et de la demande chimique en oxygène - DCO - par oxydation au bichromate.

9.1.1 La demande biochimique en oxygène

(Voir tableaux No 14 et 15)

Cette détermination, opérée sur l'eau brute sans dilution, est faite depuis le début des études systématiques sur le Léman, soit 1957.

En attendant que des travaux de synthèse soient terminés, nous donnons, dans le présent travail, connaissance des résultats bruts obtenus en 1972.

En principe, les déterminations ont lieu sur les points "objectifs, c'est à dire les pompages au lac - Lutry, Saint-Sulpice, Rolle, Coppet, Genève - les stations VD 4 (Vidy), SHL 2 (centre du Grand Lac), GE 4 (fosse de Nyon) et GE 1 (rade de Genève).

Nous disposons de résultats complémentaires, fragmentaires aux stations VD 1 (Montreux) VD 5 (Rolle) et complets aux stations GE 2 (fosse de Bellevue) et GE 3 (fosse de Chevrens). Au total, 622 analyses.

Le tableau No 14 est une extrapolation des résultats obtenus à l'ensemble du Grand Lac. Les moyennes montrent que la DBO est relativement faible, avec une moyenne annuelle de 1,10 mg O_2/l de 0 à 50 m et de 1,00 mg/l de 0 à 300 m de profondeur. Le maximum moyen a été observé en juillet à 5 mètres de profondeur (2,81 mg/l). Le minimum moyen était de 0,09 mg/l en décembre à 200 m de profondeur.

De manière générale, la DBO_{5j} diminue de la surface à 200 m de profondeur pour remonter un peu à 250 et 300 mètres.

La DBO est à son minimum en début et en fin d'année, soit hors de la période d'intense activité biologique. En 1972, on notait deux maxima moyens : l'un en avril (1,34 mg/l), l'autre en août (1,36 mg/l).

En moyenne, la DBO est un peu plus élevée à la station VD 4 (Vidy Lausanne), riveraine (1,17 mg/l) qu'à la station pélagique SHL 2 (0,88 mg O_2/l), bien entendu pour les mêmes profondeurs de 0 à 50 mètres.

Le tableau de la page suivante permet de comparer les deux stations.

La différence est en faveur de la station SHL 2 à toute profondeur, mais pas nécessairement tous les mois de cette année-ci.

Tableau comparatif des deux stations VD 4 et SHL 2 (mg O_2/l)

Profondeur	VD 4	SHL 2	Mois	VD 4	SHL 2
Surface	1,87	0,91	Janvier	0,99	0,52
5 m	1,43	1,24	Février	1,07	0,34
10 m	1,34	1,23	Mars	1,58	0,75
20 m	1,06	0,60	Avril	1,78	1,18
30 m	0,93	0,79	Mai	1,88	0,89
40 m	0,71	0,70	Juin	1,14	1,24
50 m	0,86	0,70	Juillet	1,40	1,08
100 m	-	0,68	Août	1,51	1,08
150 m	-	0,54	Septembre	0,65	0,74
200 m	-	0,55	Octobre	0,84	0,97
250 m	-	0,66	Novembre	0,62	1,17
300 m	-	0,67	Décembre	0,72	0,62
Moyenne de 0 à 50 mètres :				1,17	0,88

Pour les pompages, nous avons les moyennes annuelles suivantes :

VD P 1	1,22 mg/l	prof. 40 m
VD P 2	2,22	30 m
VD P 3	1,07	30 m
VD P 5	0,87	50 m
GE P 1	1,47	40 m

La valeur realtivement élevée au pompage de Rolle (VD P 2) est due à la position défavorable de la crépine. La moyenne du pompage de Genève correspond aux mesures faites ailleurs dans le Petit Lac.

Dans le Petit Lac, la DBO est, en moyenne, plus élevée que dans le Grand Lac (1,42 mg/l contre 1,10 mg/l), mais pas de manière systématique à toute profondeur ou à toute saison. La diminution de DBO en fonction de la profondeur est réelle, mais pas générale. On y observe deux maxima moyens : 2,36 mg/l en mai et 2,59 mg/l en juillet.

En moyenne, dans le Petit Lac, la DBO s'accroît au fur et à mesure que l'on s'approche de l'exutoire:

Profondeur	GE 4	GE 3	GE 2	GE 1
Surface	1,33	1,54	1,70	1,62
5 m	1,21	1,64	1,62	-
10 m	1,35	1,40	1,61	-
20 m	1,52	1,40	1,84	-
30 m	1,29	1,34	1,48	-
40 m	1,25	1,24	1,45	-
50 m	1,07	1,24	1,48	-
Moyenne	1,29	1,40	1,60	-
Fosse	1,08	1,18	-	-

Un essai d'extrapolation des résultats analytiques montre que la DBO_{5j} pour l'ensemble du Léman serait de l'ordre de 75'000 tonnes - comprise entre 40'000 tonnes et 90'000 tonnes suivant les mois - soit environ les 9 % de la teneur globale en oxygène du Léman.

9.1.2. Le Taux de consommation d'oxygène

(Voir tableaux 16 et 17)

Il s'agit du rapport, exprimé en %, de la concentration de l'oxygène consommé en 5 jours à la concentration de l'oxygène effectivement présent au début de l'essai.

Le tableau No 16, concernant le Grand Lac, montre qu'en moyenne, le taux de consommation est de 10 % (10,5 % de 0 à 50 mètres.) Les résultats sont parallèles à ceux observés pour la DBO proprement dite, sauf pour les couches profondes où, la concentration en oxygène diminuant, le taux de consommation est, mathématiquement parlant, plus élevé.

Près de la surface se situe le maximum moyen de 26,2 % en août.

En pourcentage, la région pélagique a une consommation d'oxygène plus faible que sur la rive suisse - 8,9 % à SHL 2 contre 11,0 % à VD 4 .

Aux pompages, nous avons :

VD P 1	12,1 %
VD P 2	21,4 %
VD P 3	10,1 %
VD P 5	8,6 %
GE P 1	14,7 %

Le Petit Lac est plus gros consommateur d'oxygène que le Grand Lac - respectivement 13,4 % et 10,5 % -. (Voir tableau No 17)

Le pourcentage s'accroît au fur et à mesure que l'on s'approche de l'exutoire

GE 4	12,1 %
GE 3	13,3 %
GE 2	15,0 %
GE 1	14,2 %

Une extrapolation grossière à l'ensemble du lac montre que le taux de consommation, en moyenne pondérée, serait de l'ordre de 9,0 %, variant suivant les mois entre 4,9 % (décembre) et 11,3 % (octobre).

9.2. L'Oxydabilité de l'eau

(Voir tableaux No 18 et 19)

Elle est déterminée au permanganate de potassium en milieu acide. Relevons que le permanganate de potassium n'oxyde guère que la matière organique déjà partiellement dégradée, très peu la matière organique vivante ou non dissoute.

L'observation du tableau No 18 - extrapolation des résultats au Grand Lac - révèle que l'oxydabilité de l'eau en moyenne est de 1,04 mg $KMnO_4$/l de 0 à 50 mètres (1,02 de 0 à 300 m). Il y a deux maxima mensuels, qui se situent en avril-mai et septembre-octobre, soit un peu plus tardifs que ceux indiqués par la mesure de la DBO_{5j}. L'oxydabilité de l'eau diminue progressivement avec la profondeur, mais est un peu plus élevée à 300 mètres de profondeur.

Au contraire de ce que nous indique la DBO, l'oxydabilité de l'eau est supérieure - de manière assez systématique en ce qui concerne la profondeur et neuf mois sur douze - dans la région pélagique à celle mesurée près de la rive.

Prof.	VD 4	SHL 2
Surface	1,09	1,30
5 m	1,16	1,29
10 m	1,05	1,24
20 m	0,92	1,17
30 m	0,87	1,14
40 m	1,00	1,09
50 m	0,96	0,97
Moyenne	1,01	1,17

Aux pompages, les valeurs moyennes sont :

VD P 1 : 0,92
VD P 2 : 1,15
VD P 3 : 0,95
VD P 5 : 1,09
GE P 1 : 4,02

Le tableau No 19, relatif à la station GE 4, située en amont du Petit Lac, montre une oxydabilité plus élevée que celle mesurée dans le Grand Lac, environ trois fois supérieure. On observe en moyenne une baisse régulière de la surface au fond, avec une légère augmentation dans la fosse de Nyon. Le maximum observé est de 6,00 mg KMnO4/l, le minimum étant de 1,64 mg/l.

Une extrapolation à l'ensemble du Léman, un peu hasardeuse, nous en convenons, permet d'estimer l'oxydabilité de l'eau à environ 1,16 mg/l, soit une valeur de 80'000 à 100'000 tonnes de KMnO4 ou de 40'000 à 50'000 tonnes d'oxygène.

9.3. La Demande chimique en oxygène (DCO)

(voir tableaux 20 et 21)

L'oxydation totale au bichromate de potassium en milieu sulfurique n'est déterminée que dans le Petit Lac. Elle est de 2,88 mg O_2/l en moyenne pour l'ensemble du Petit Lac.
Elle diminue avec la profondeur. Il semble y avoir deux maxima mensuels, en juillet et octobre.

La DCO s'élève, comme la DBO, au fur et à mesure que l'on s'approche de l'émissaire :

Prof.	GE 4	GE 3	GE 2	GE 1
0 m	3,06	3,32	4,08	4,28
5 m	3,08	3,09	3,71	-
10 m	3,04	3,06	3,37	-
20 m	2,86	2,65	3,30	-
30 m	2,49	2,54	2,73	-
40 m	1,83	2,46	2,47	-
50 m	1,67	2,14	2,13	-
Moy.	2,58	2,75	3,11	-
Fosse	1,54	2,08	-	-

Il est intéressant de comparer les deux méthodes oxydabilité et DCO, qui ont été appliquées simultanément à la station GE 4. Pour une meilleure compréhension des phénomènes, nous avons converti en oxygène l'oxydabilité au permanganate. La troisième colonne de chiffres indique le rapport oxydabilité / DCO .

Profondeur	Oxydabilité	DCO	Rapport
Surface	1,81	3,06	0,59
5 m	1,81	3,08	0,59
10 m	1,74	3,04	0,57
20 m	1,57	2,86	0,41
30 m	1,57	2,49	0,63
40 m	1,48	1,83	0,81
50 m	1,40	1,67	0,84
Moyenne	1,62	2,58	0,63

Mois	Oxydabilité	DCO	Rapport
Janvier	1,16	1,43	0,81
Février	1,02	2,80	0,36
Mars	1,08	2,00	0,54
Avril	1,32	2,01	0,66
Mai	2,06	2,83	0,73
Juin	1,58	2,61	0,61
Juillet	2,25	3,90	0,58
Août	1,85	1,23	1,50
Septembre	2,29	2,09	1,10
Octobre	1,73	4,69	0,37
Novembre	1,72	2,39	0,72
Décembre	1,45	2,94	0,49

Le rapport Oxydabilité / DCO est très variable, voire aberrant. Il ne nous paraît pas possible, dans le cas particulier, d'établir une relation entre ces deux modes de mesures.

10 LA CONDUCTIVITE DE L'EAU

La conductivité de l'eau permet une bonne estimation des variations de la concentration ionique totale de l'eau. C'est ainsi que l'on repère facilement les diminutions de minéralisation dans les couches superficielles en juillet, août et septembre, à en juger par l'examen du tableau No 22.
De même observe-t-on une augmentation de la conductivité au fur et à mesure que l'on descend dans les profondeurs.

En moyenne pondérée, calculée à partir de 1998 analyses, la conductivité du Léman, mesurée à 25°C, était de 284 $mmS.cm^{-1}$.

Il n'y a pas de différence significative entre les moyennes du Grand Lac et du Petit Lac (respectivement 279 et 280).

Il semblerait que la conductivité dans le Grand Lac diminue au fur et à mesure que l'on va vers l'aval :

Rive nord-orientale	:	284
Axe Ouchy-Evian	:	277
Axe Rolle-Thonon	:	276

Mais cette observation demande à être vérifiée par l'étude des résultats déjà enregistrés.

Il n'y a pas de variation significative dans le Petit Lac.

En résumé, la conductivité de l'eau nous donne une image de la vie minérale du lac et, notamment en été, du degré de disparition des bicarbonates à la surface du lac, et de l'augmentation de la minéralisation en profondeur. Mais l'année 1972 est mal choisie pour que l'on puisse observer des résultats transcendants.

---

11 LA DURETE DE L'EAU

(Voir tableaux 23,24 et 25)

11.1 La dureté totale

En 1972, les analyses ont porté sur les points objectifs, et encore partiellement. Dans le Grand Lac, les données communiquées par le Centre de Recherches géodynamiques ont permis de remédier à ces carences. Dans le Petit Lac, nous disposons d'une série complète. Au total, nous disposons de 759 données. La dureté totale est exprimée en mé/l.

En moyenne annuelle pondérée, la dureté totale est de 2,80 mé/l. Il est aisé d'observer (tableau No 23) une augmentation de la minéralisation en métaux alcalino-terreux au fur et à mesure que l'on descend en profondeur. Le maximum moyen est de 2,98 mé/l au fond du lac en janvier.

Les valeurs minima de l'année ont été observées en août, avec 2,54 à 0 m, 2,52 à 5 m et 2,55 à 10 m de profondeur. Ce mois-ci, l'amplitude surface-fond, due notamment à la précipitation du calcium, atteignait 0,40 mé/l.

En moyenne, aucune différence notable n'est observée entre le Grand Lac et le Petit Lac. Il semble que la diminution de dureté pendant la période estivale est plus importante dans le Petit Lac que dans le Grand Lac.

Prof.	Juillet		Août		Septembre	
	Gd Lac	Pt Lac	Gd Lac	Pt Lac	Gd Lac	Pt Lac
0 m	2,77	2,55	2,57	2,52	2,64	2,55
5 m	2,76	2,58	2,52	2,52	2,53	2,57
10 m	2,78	2,70	2,56	2,55	2,58	2,58

Dans le Petit Lac, il n'y a pas de différence significative entre les diverses stations.

11.2 L'Alcalinité de l'eau (TAC)

Elle est exprimée en mé/l. Dans le cas du Léman, elle mesure essentiellement les bicarbonates.

Les données dont nous disposons (1053) concernent les points objectifs, complétés par des analyses fournies par les deux laboratoires de Thonon. Pour le Petit Lac, nous disposons d'une série complète.

(Voir tableau No 24).

En moyenne pondérée, l'alcalinité de l'eau est de 1,80 mé/l. Son évolution est, bien entendu, parallèle à celle de la dureté totale, ce qui nous dispense de la décrire à nouveau. Notons simplement les deux valeurs extrêmes:

1,52 mé/l en août à 5 m de profondeur
2,05 mé/l en octobre à 300 mètres.

En moyenne pondérée, le minimum estival d'août (1,78) est relativement élevé, pour les raisons déjà maintes fois évoquées.

A comparer les moyennes Grand Lac - Petit Lac, il paraît que le Petit Lac est moins alcalin que le Grand Lac, pour les mêmes profondeurs :

Profondeur	Grand Lac	Petit Lac
Surface	1,70	1,66
5 m	1,71	1,64
10 m	1,70	1,67
20 m	1,72	1,68
30 m	1,74	1,70
40 m	1,75	1,73
50 m	1,76	1,71
Moyenne	1,73	1,69

Mois	Grand Lac	Petit Lac
Janvier	1,76	1,69
Février	1,76	1,70
Mars	1,76	1,72
Avril	1,75	1,75
Mai	1,76	1,72
Juin	1,75	1,75
Juillet	1,78	1,66
Août	1,67	1,61
Septembre	1,66	1,63
Octobre	1,71	1,64
Novembre	1,68	1,69
Décembre	1,69	1,69

Les valeurs mensuelles ci-dessus sont calculées pour les profondeurs de 0 à 50 mètres.

Une seule année ne permet pas cependant d'établir une loi générale.

Relevons qu'en été, l'alcalinité de l'eau diminue plus dans le Petit Lac que dans le Grand Lac. Le minimum observé a été de 1,50 mé/l dans le Grand Lac (stations VD 4 et SHL 2) et 1,42 mé/l dans le Petit Lac (station GE 3).

11.3 La dureté permanente

(Voir tableau No 25)

Il est difficile de tirer des conclusions cette année, les résultats, quoique basés sur 753 déterminations, étant encore trop partiels, notamment dans les couches inférieures à 50 mètres de profondeur.
Tout au plus peut-on noter qu'en moyenne annuelle, et pour les résultats extrapolés à l'ensemble du lac, il n'y a pas de variation importante à la surface du lac pendant la période estivale. La moyenne pondérée est de l'ordre de 1,00 à 1,01 mé/l.

Il semblerait que la dureté permanente - qui mesure, rappelons-le, les sels autres que les bicarbonates, c'est-à-dire surtout les sulfates, chlorures et nitrates - diminuerait dans les couches profondes. Cette coïncidence est à vérifier.

De même, il semblerait que la dureté permanente serait un peu plus élevée dans le Petit Lac que dans le Grand Lac ; mais cette différence n'est pas en l'occurence, très significative.

---

12 LE CALCIUM

Le tableau No 26 est donné sous toutes réserves. Les résultats sont incomplets. Il y a probablement aussi des différences de méthodologie entre divers laboratoires.

Notons simplement qu'en moyenne pondérée, la concentration du calcium est de l'ordre de 2,26 mé/l à 2,30 mé/l, soit environ 45 ou 46 mg Ca/l.

Très grossièrement estimé, le tonnage moyen du calcium dans le lac est de l'ordre de 4 millions de tonnes.

On observe, comme pour la dureté totale et l'alcalinité, une diminution de concentration dans les couches superficielles, de juillet à octobre.

---

13 LE MAGNESIUM

L'examen des 1030 résultats analytiques dont les moyennes sont rassemblées dans le tableau No 27 montre qu'en moyenne pondérée la concentration du magnésium varie peu d'un mois à l'autre. Elle est de 0,50 mé/l, ce qui correspond à une concentration moyenne de 6,1 mg Mg/l, et à un tonnage moyen de 500'000 tonnes.

Il semble que la concentration en magnésium tend à augmenter dans l'hypolimnion.

La faible différence entre la concentration moyenne de 0 à 50 mètres du Grand Lac (0,49 mé/l) et du Petit Lac (0,47 mé/l) n'est pas significative pour le moment. Là aussi, nous devons attendre le résultat d'études plus fouillées pour nous prononcer.

Dans le Petit Lac, les concentrations moyennes ne diffèrent pas d'une station à l'autre

---

14 LES SULFATES

(voir tableau No 28)

Les 1'079 échantillons analysés sont suffisamment bien répartis pour que l'on puisse obtenir des moyennes représentatives des concentrations en sulfates du Léman.

En moyenne pondérée, la concentration annuelle s'élève à 50,1 mg SO_4/l, avec des variations mensuelles entre 47,8 et 52,1 mg/l. A cette concentration correspond un tonnage d'environ 4'500'000 tonnes.

Il est difficile de dire dans quelle mesure les sulfates participent à la vie du lac, à en juger par les variations saisonnières, surtout en cette année de faible activité biologique.

Pour les mêmes profondeurs de 0 à 50 m, Grand Lac et Petit Lac ont la même concentration moyenne de 49,3 mg/l.

Les différences entres les diverses stations étudiées, minimes d'ailleurs, ne sont pas significatives et sont vraisemblablement d'origine méthodologique.

---

15 LES CHLORURES

Il a été procédé à 1107 déterminations, dont le résumé figure au tableau 29. Les chlorures sont en faible concentration dans le Léman : 2,9 mg/l en moyenne pondérée, ce qui correspond à un tonnage annuel moyen de 260'000 t.

La concentration peut varier, suivant les mois, entre 2,6 et 3,1 mg/l. Les concentrations minimales semblent se situer au printemps.

Pour la couche supérieure de 0 à 50 mètres, nous n'observons pas de différence entre le Grand Lac et le Petit Lac.

Pour cette année, les concentrations dans les couches superficielles du lac sont supérieures d'environ 10 % à celles du fond. La moyenne annuelle des couches de 0 à 50 m est de 3,1 mg/l, celle des couches de 100 à 300 mètres est de 2,8 mg/l. Il semble que cette disparité était déjà effective en 1971, mais il est difficile d'en indiquer la cause avant d'avoir procédé à l'examen des données antérieures.

---

16 LE SODIUM

(voir tableau No 30)

Nous possédons 819 analyses partielles dans le Grand Lac, à cinq stations, dont quatre pélagiques, et une série complète dans le Petit Lac pour les neuf premiers mois de l'année.

En moyenne pondérée, extrapolée à l'ensemble du lac, la concentration du sodium est de 2,80 mg Na/l, ce qui correspond à un tonnage de 249'000 tonnes.

D'une manière assez générale cette année, les couches superficielles du lac - de 0 à 50 m - sont plus riches en sodium que les couches profondes. Les concentrations varient d'un mois à l'autre sans que l'on puisse pour le moment distinguer les causes des variations.

En moyenne et de manière générale pour les couches analogues de 0 à 50 m, le Petit Lac est plus riche en sodium que le Grand Lac (respectivement 3,11 mg/l contre 2,87 mg/l).

Le maximum moyen se trouve en juillet près de la surface (3,34 mg Na/l à 5 m de profondeur). Le minimum moyen se situe au fond du lac en décembre (2,60 mg Na/l.

Il est prématuré de tirer une loi générale sur l'évolution annuelle du sodium.

---

17 LE POTASSIUM

(Voir tableau No 31)

Nous disposons de résultats provenant des points objectifs et d'analyses complémentaires fournies par divers laboratoires. 994 échantillons au total nous permettent de relever les points suivants :

La concentration annuelle en potassium du lac est, en moyenne arithmétique, de 1,38 mg K/l. Elle est évaluée en moyenne pondérée à 1,35 mg K/l, soit un tonnage annuel moyen d'environ 120'000 tonnes. Les concentrations ne varient que peu ; il est prématuré d'en tirer des conclusions générales.

Dans le Grand Lac, la concentration annuelle moyenne - 1,33 mg K/l - varie peu avec la profondeur. On distingue à peine un abaissement de concentration dans les couches superficielles.

Dans le Petit Lac, la concentration annuelle moyenne est de 1,52 mg K/l, soit passablement plus que dans le Grand Lac. Mais il est difficile d'interpréter les différences entre ces deux parties du lac.

---

18 LA SILICE

Il s'agit de dosage colorimétrique direct. Les résultats moyens du tableau 32, extrapolation de l'ensemble des analyses, permettent de donner les conclusions suivantes :

La silice joue un rôle important dans le métabolisme des diatomées. Des séries complètes d'analyses ont été faites aux stations SHL 1, 2 et 6, et CRG 6,10,23. Elles nous donnent déjà quelques résultats intéressants, bien que des données suffisantes fassent défaut dans le Petit Lac.

Le tableau 32, donné à titre documentaire, permet de remarquer que la concentration de la silice n'est pas uniforme. Elle est en faible concentration près de la surface - 0,87 mg SiO_2/l -. La concentration s'accroît avec la profondeur pour atteindre 3,55 mg/l à 300 mètres de profondeur.

La concentration minima a été de 0,00 en août à 5 mètres de profondeur. A considérer les analyses individuelles, on note que la silice avait complètement disparu au mois d'août de 0 à 20 m à la station SHL 1 et de 0 à 10 mètres aux stations SHL 2 et 6. La silice est donc un facteur limitant qui semble jouer un rôle important, encore trop méconnu dans notre lac.

En moyenne pondérée, pour 1972, la concentration moyenne en silice est de 1,90 mg SiO_2/l, ce qui correspond à un tonnage annuel moyen de 169'000 tonnes.

Les moyennes varient entre 2,28 mg/l - 203'000 tonnes - et 1,77 mg/l - 157'000 tonnes -.

Les années prochaines nous permettront sans doute d'en connaître davantage.

---

19 LE FER

Des dosages de fer dit "soluble", directement dosable, et de fer total, dosé après minéralisation de l'eau, ont été effectués sur une partie des points "objectifs".

On observe des différences de concentration notables entre Grand Lac et Petit Lac, ainsi que le montre le tableau suivant, où sont reportées les moyennes annuelles en mg Fe/l.

Profondeur	Fer soluble		Fer total	
	Grand Lac SHL 2	Petit Lac GE 4	Grand Lac SHL 2	Petit Lac GE 4
Surface	0,004	0,019	0,009	0,027
5 m	0,004	0,017	0,008	0,025
10 m	0,005	0,018	0,009	0,028
20 m	0,004	0,016	0,009	0,027
30 m	0,003	0,016	0,009	0,028
40 m	0,003	0,017	0,008	0,027
50 m	0,003	0,017	0,007	0,026
0 - 50 m	0,004	0,015	0,008	0,027
100 m	0,002	-	0,006	-
150 m	0,002	-	0,004	-
200 m	0,001	-	0,005	-
250 m	0,002	-	0,005	-
300 m	0,002	-	0,014	-

La différence entre Grand Lac et Petit Lac mérite d'être étudiée sur la base de documents plus nombreux et sur plusieurs années.

En moyenne, le fer soluble représente le 50 % du fer total.

La concentration du fer diminue avec la profondeur. A noter que pour le fer total, l'augmentation moyenne à 300 m de profondeur est due à deux valeurs mensuelles élevées : 0,087 mg Fe en juillet et 0,027 mg Fe/l en octobre.

En résumé, le fer est en très faible concentration dans le Léman. En moyenne pondérée, obtenue par extrapolation, la concentration en fer "soluble" de l'eau serait de l'ordre de 0,004 mg Fe/l - 400 tonnes - et celle du fer total de 0,010 mg Fe/l - 900 tonnes -.

20 LE CUIVRE

Des analyses ont été effectuées sur les pompages et à la station VD 4. A trois exceptions près, les résultats ont été négatifs, montrant que la quantité de cuivre dans l'eau est extrémement faible, vraisemblablement inférieure, en moyenne, à 0,001 mg Cu/l.

21 LES DETERGENTS

Les analyses ont été effectuées sur les eaux des pompages notamment. Il faut constater qu'elles ne sont pas toujours négatives, mais que l'on en trouve parfois de faibles quantités. Cela a été notamment le cas au mois de mars, où les concentrations mesurées étaient proches du seuil de détection. Pour le moment, les concentrations sont bien en-dessous des normes admises par les Normes internationales pour l'eau de boisson publiées par l'Organisation mondiale de la Santé.

22 LES HYDROCARBURES

Des premiers essais de mesures ont été opérés sur certains pompages. Les résultats analytiques partiels laissent supposer que des hydrocarbures peuvent se trouver dans l'eau en faible quantité, à des concentrations encore inférieures pour le moment aux normes officielles.

Des investigations plus poussées devraient être entreprises, les hydrocarbures liquides présentant un grand danger pour l'alimentation en eau potable.

23 COMPOSITION MOYENNE DE L'EAU DU LEMAN

Bien que l'année 1972 soit peu favorable à l'établissement d'un bilan, nous donnons ci-dessous, en guise de résumé des investigations effectuées, par ordre décroissant, un tableau donnant la composition globale moyenne de l'eau du lac, en ses composés majeurs, suivi d'un bilan ionique.

Tableau récapitulatif

Désignation	Unités	mg/l	Tonnages
Oxygène	O_2	9,18	816'000
Bicarbonates	HCO_3^-	110	9'900'000
Sulfates	$SO_4^=$	50	4'500'000
Calcium	Ca^{++}	46	4'000'000
Magnésium	Mg^{++}	6,1	540'000
Chlorures	Cl^-	2,9	260'000
Sodium	Na^+	2,8	248'000
Silice	SiO_2	1,90	169'000
Azote nitrique	NO_3^-	1,73	153'000
Potassium	K^+	1,35	120'000
Phosphore total	PO_4	0,221	19'500
Orthophosphates	$PO_4^{=-}$	0,175	15'600
Azote ammoniacal	NH_4^+	0,021	1'880
Fer total	Fe	0,010	900
Azote nitreux	NO_2^-	0,007	489
Fer soluble	Fe^{++}	0,004	400

Bilan ionique

Anions		Cations	
Unité	mé/l	Unité	mé/l
$HCO_3^=$	1,80	Ca^{++}	2,30
$SO_4^=$	1,04	Mg^{++}	0,50
Cl^-	0,082	Na^+	0,122
NO_3^-	0,028	K^+	0,035
$PO_4^{=-}$	0,005	NH_4^+	0,001
NO_2^-	0,0001	Fe^{++}	0,0003
	2,955		2,958

GENERALITES

1972 TABLEAU No 1

TEMPERATURE DE L'AIR. (DEGRES CENTIGRADES)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	MOY.
RIVE S-E	2.05	4.50	5.65	8.70	9.80	14.75	19.00	14.50	10.00	6.25	6.05	4.40	8.76
RIVE N-E	4.08	6.78	8.24	10.00	8.96	14.42	20.42	20.20	13.08	12.80	7.50	4.85	11.29
AXE OUCHY-EVIAN	1.75	2.98	6.50	8.85	10.57	15.08	22.50	18.55	11.75	11.29	7.52	4.45	10.31
AXE ROLLE-THONON	2.00	3.88	6.30	8.22	8.30	15.86	21.36	17.64	11.82	11.12	4.35	3.45	9.87
AXE VEVEY-STGINGOLPH	2.88	5.80	7.75	8.78	9.70	13.35	20.23	18.06	12.35	9.63	4.60	3.40	10.14
GRAND LAC	2.60	4.43	6.94	8.69	9.58	14.82	21.27	18.61	12.17	11.08	6.16	4.32	10.33
AXE NYON-MESSERY	2.00	4.75	6.65	8.75	8.00	13.80	21.85	19.05	12.05	10.80	4.90	5.20	10.02
AXE LONGI. DU PTIT.LC	1.68	5.25	8.63	8.72	8.85	13.20	22.15	20.98	14.70	12.18	7.13	4.85	10.69
PETIT LAC	2.00	4.83	8.45	9.10	9.28	14.90	22.65	20.27	14.08	11.62	6.35	4.40	10.75
LEMAN	2.47	4.52	7.28	8.79	9.51	14.84	21.58	18.98	12.60	11.20	6.21	4.35	10.43

GENERALITES 1972 TABLEAU No 2

TRANSPARENCE DE L'EAU. (METRES)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	MOY.
VS 2	9.7	11.4	3.3	2.2	3.8	4.6	3.3	3.4	8.3	7.2	10.4	11.3	6.58
VS 4	11.7	7.4	3.5	2.8		6.1	4.8	3.6	8.4	6.8	9.6	10.3	6.82
VS 3	7.6	5.0	2.6	1.3	2.6	5.9	2.9	2.1	6.2	5.8	5.4		4.31
VD 1	9.3	6.0	2.8	2.2	1.7	5.7	3.1	1.7	4.9	6.7	5.7		4.53
VD 2	9.1	6.6	5.0	2.5	2.7	7.4	4.3	2.4	6.2	5.5	5.0		5.15
VD 3	12.0	8.4	8.4		3.9	9.5	4.3	3.1	8.5	6.7	8.5	9.3	7.51
VD 4	11.1	10.5	4.2	5.3	2.7	9.1	4.3	4.0	8.1	7.5	10.0	8.9	7.14
VD 5	10.5	10.0	9.5	5.2	2.4	10.3	5.5	3.8	10.3	9.6	6.5		7.60
VD P 1													
VD P 2													
VD P 3													
VD P 5	11.0	11.6	4.4	4.8	3.3	9.1	4.3	3.7	7.1	6.3	11.3	8.5	7.12
SHL 1	13.8	13.2	12.2	7.7	5.0	7.8	6.2	4.9	11.6	10.6	7.9	13.3	9.52
SHL 2	15.1	14.1	6.5	6.0	4.5	9.0	7.0	4.4	9.5	6.9	7.8	10.6	8.45
SHL 6	14.5	14.5	8.3	7.9	4.6	6.5	5.2	5.2	10.0	9.6	8.0	10.0	8.69
CRG 3	10.5	9.8	6.1	5.8	4.0	9.7	4.5	6.9	9.7	10.2	6.5		7.61
CRG 4		11.2	7.8	4.4	3.0	11.8	4.7	5.5	9.0	10.0	6.7		7.41
CRG 6	10.7	8.8	6.6	5.7	3.4	10.2	6.0	9.0	9.5	9.5	8.8		8.02
CRG 9	10.8	8.7	4.9	3.5	2.4	8.5	3.5	2.8	5.9	8.2	6.4		5.96
CRG 10	9.0	7.6	4.5	4.1	4.5	8.5	4.3	2.9	6.4	5.5	7.6		5.90
CRG 21	9.0	10.2	7.7		3.0	8.8	3.7	2.5	9.7	9.2	8.9		7.27
CRG 22	8.4	6.8	3.5	3.9	2.9	8.2	3.8	2.4	7.4	7.2	4.3		5.35
CRG 23	9.2	8.5	3.6	4.1	1.8	10.6	4.7	2.0	8.1	8.4	5.4		6.04
GE 1													
GE 2	10.1	7.5	4.5	5.5	3.6	6.2	5.0	10.0	9.2	6.5	8.0	10.2	7.19
GE 3	11.1	10.0	7.2	7.0	3.2	9.3	5.5	9.5	11.0	7.7	8.5	10.0	8.33
GE 4	11.5	12.0	8.1	6.3	3.8	11.3	3.5	8.2	9.0	9.8	8.8	10.7	8.58
GE P 1													

GENERALITES

1972

TABLEAU No 3

TRANSPARENCE DE L'EAU. (METRES)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	MOY.
RIVE S-E	10.70	9.40	3.40	2.50	3.80	5.35	4.05	3.50	8.35	7.00	10.00	10.80	6.69
RIVE N-E	9.50	6.50	4.70	2.00	2.72	7.13	3.65	2.33	6.45	6.18	6.15	9.30	5.38
AXE OUCHY-EVIAN	11.92	11.17	5.47	5.27	3.67	8.45	4.77	3.83	7.83	7.33	8.52	9.50	7.25
AXE ROLLE-THONON	11.60	11.05	8.90	5.77	3.60	9.90	5.22	5.28	10.15	10.10	6.90	13.30	8.08
AXE VEVEY-STGINGOLPH	9.60	7.32	3.90	3.33	2.47	8.07	4.40	2.60	7.53	6.97	6.07	10.30	5.84
GRAND LAC	10.68	9.55	5.73	4.34	3.27	8.27	4.44	3.54	8.17	7.78	7.47	10.27	6.81
AXE NYON-MESSERY	11.10	10.40	7.35	6.00	3.60	10.75	4.75	8.60	9.25	9.65	8.80	10.70	8.31
AXE LONGI. DU PTIT.LC	10.90	9.83	6.60	6.27	3.53	8.93	4.67	9.23	9.73	8.00	8.43	10.30	8.04
PETIT LAC	10.85	9.57	6.60	6.13	3.50	9.25	5.00	9.18	9.68	8.38	8.53	10.30	8.03
LEMAN	10.71	9.56	5.88	4.68	3.31	8.44	4.54	4.52	8.43	7.89	7.65	10.28	7.03

TABLEAU No 4

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : TEMPERATURE DE L'EAU (DEGRES CENTIGRADES)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	6.02	5.46	6.19	7.43	9.91	14.96	19.62	18.01	15.12	12.51	9.46	8.21	11.25
5 M	6.01	5.47	5.82	7.09	9.49	14.35	16.42	16.93	14.82	12.47	9.40	8.24	10.73
10 M	6.02	5.46	5.75	6.99	9.10	12.42	14.96	15.82	14.60	12.36	9.38	8.22	10.26
20 M	6.02	5.46	5.68	6.58	7.79	9.32	10.98	12.19	13.30	11.65	9.34	8.21	8.98
30 M	5.87	5.46	5.64	6.41	7.12	8.02	8.65	8.43	9.32	10.18	9.02	8.12	7.71
40 M	5.96	5.44	5.61	6.16	6.64	7.13	7.05	7.04	7.38	7.52	8.56	8.08	6.85
50 M	5.87	5.43	5.54	5.93	6.37	6.53	6.49	6.62	6.90	6.60	7.87	7.41	6.44
0-50	5.97	5.45	5.75	6.65	8.08	10.35	12.02	12.11	11.60	10.47	9.00	8.07	8.88
100 M	5.17	5.21	5.32	5.31	5.57	5.70	5.82	5.69	5.82	5.84	5.94	5.75	5.59
150 M	4.94	4.94	5.05	4.96	5.05	5.27	5.16	5.21	5.31	5.11	5.14	5.10	5.10
200 M	4.90	4.86	4.89	4.85	4.96	5.03	5.00	4.99	5.06	5.06	4.98	5.00	4.96
250 M	4.80	4.80	4.83	4.80	4.90	4.97	4.90	5.03	4.90	4.97	4.85	5.00	4.89
300 M	4.80	4.75	4.83	4.80	4.80	4.97	4.88	4.95	5.00	4.90	4.85	4.90	4.87
0-300	5.83	5.39	5.65	6.41	7.65	9.66	11.08	11.18	10.78	9.77	8.51	7.85	8.37

MOYENNES PONDEREES :

5.38	5.18	5.32	5.60	6.11	6.80	7.22	7.30	7.32	6.96	6.71	6.36	6.37

TABLEAU No 5

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : PH OBSERVE (UNITES DE PH)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	7.69	7.70	7.84	7.98	8.26	8.09	8.36	8.25	7.92	7.98	7.79	7.74	7.98
5 M	7.69	7.70	7.84	7.95	8.18	8.04	8.30	8.20	7.93	8.02	7.79	7.76	7.95
10 M	7.70	7.70	7.80	7.91	8.10	7.94	8.16	8.00	7.90	7.99	7.77	7.76	7.90
20 M	7.70	7.69	7.78	7.88	7.90	7.85	7.88	7.80	7.84	7.89	7.76	7.77	7.81
30 M	7.66	7.68	7.74	7.84	7.78	7.76	7.76	7.69	7.67	7.76	7.72	7.75	7.73
40 M	7.69	7.69	7.73	7.81	7.75	7.72	7.71	7.66	7.67	7.62	7.70	7.74	7.71
50 M	7.66	7.68	7.69	7.78	7.71	7.68	7.67	7.64	7.62	7.60	7.66	7.67	7.67
0-50	7.68	7.69	7.77	7.87	7.94	7.86	7.96	7.87	7.78	7.82	7.74	7.74	7.81
100 M	7.54	7.56	7.63	7.61	7.59	7.63	7.58	7.57	7.57	7.57	7.53	7.50	7.58
150 M	7.53	7.53	7.56	7.59	7.50	7.60	7.53	7.54	7.53	7.53	7.52	7.40	7.54
200 M	7.48	7.52	7.53	7.52	7.44	7.57	7.47	7.52	7.52	7.50	7.43	7.40	7.50
250 M	7.40	7.40	7.40	7.40	7.35	7.45	7.45	7.45	7.45	7.40	7.30	7.40	7.40
300 M	7.35	7.35	7.25	7.35	7.30	7.45	7.45	7.45	7.40	7.35	7.30	7.40	7.37
0-300	7.66	7.67	7.74	7.82	7.88	7.82	7.89	7.82	7.74	7.78	7.70	7.71	7.77

MOYENNES PONDEREES :

7.57	7.58	7.63	7.67	7.64	7.67	7.66	7.64	7.61	7.61	7.57	7.55	7.62

TABLEAU No 6

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : OXYGENE (MG O2/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	10.46	10.90	11.77	11.76	11.93	10.49	11.30	10.31	9.28	9.91	10.00	10.61	10.71
5 M	10.49	10.80	11.96	11.75	11.85	10.52	11.01	9.79	9.17	9.93	10.07	10.46	10.65
10 M	10.43	10.79	11.47	11.56	11.64	10.33	10.55	9.15	8.97	9.64	9.98	10.53	10.41
20 M	10.43	10.74	11.27	11.17	11.24	10.29	9.85	8.62	8.75	9.33	10.01	10.47	10.17
30 M	10.42	10.74	11.12	11.12	10.78	10.24	9.88	9.00	8.71	8.96	9.94	10.52	10.10
40 M	10.26	10.66	10.90	10.92	10.48	10.20	9.73	9.05	8.89	8.68	9.63	10.21	9.96
50 M	10.19	10.59	10.70	10.73	10.48	10.15	9.75	9.26	9.04	8.86	9.53	9.85	9.92
0-50	10.38	10.74	11.27	11.26	11.16	10.31	10.26	9.30	8.96	9.29	9.87	10.38	10.25
100 M	9.30	9.69	9.52	9.65	9.75	9.63	9.47	9.10	9.02	8.85	8.91	8.94	9.35
150 M	9.09	9.21	9.14	9.08	8.88	9.17	8.80	8.62	8.30	8.40	8.63	7.92	8.82
200 M	8.39	8.81	8.04	7.93	8.36	8.20	8.00	7.62	7.80	7.94	7.72	7.31	8.06
250 M	7.89	8.36	7.79	7.94	8.37	7.84	7.59	7.59	7.04	7.00	7.25	6.07	7.62
300 M	5.45	7.41	5.34	5.57	6.55	5.86	6.05	5.39	4.78	4.12	4.63	4.02	5.49
0-300	10.12	10.50	10.88	10.86	10.82	10.08	10.01	9.14	8.83	9.11	9.61	10.12	10.00

MOYENNES PONDEREES :

9.35	9.75	9.67	9.68	9.73	9.39	9.17	8.66	8.45	8.50	8.82	8.74	9.18

TONNAGES :

831500	866595	859804	861172	865039	834821	815741	769674	751421	755900	784140	777038	816466

TABLEAU No 7

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : TAUX DE SATURATION EN OXYGENE (%)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	91.0	93.0	102.4	105.6	113.4	111.5	131.5	117.3	98.9	100.0	94.1	97.0	105.0
5 M	90.7	91.8	102.7	104.5	111.9	110.2	120.9	107.8	96.8	100.2	95.0	95.6	102.5
10 M	90.7	92.2	98.9	102.7	108.5	104.0	112.1	99.9	94.6	97.0	93.7	96.2	99.3
20 M	90.7	91.8	96.7	98.1	101.3	96.4	96.4	86.9	89.9	92.8	93.9	95.6	94.1
30 M	90.5	91.8	95.4	97.3	96.1	93.1	91.5	82.8	81.5	85.9	91.8	95.9	90.9
40 M	89.1	91.0	93.4	94.7	92.4	90.7	86.5	80.3	79.4	78.1	88.8	92.9	87.9
50 M	88.3	90.3	91.5	92.5	91.7	89.0	85.5	81.5	80.0	77.9	86.5	88.3	86.8
0-50	90.1	91.7	97.0	99.0	101.6	98.7	102.5	93.2	88.2	89.6	91.8	94.5	94.8
100 M	80.3	82.2	81.1	82.0	82.5	82.8	81.4	78.1	77.7	76.3	77.0	76.8	80.0
150 M	76.6	77.6	77.3	76.6	75.1	77.9	74.6	73.1	70.0	71.5	73.1	66.9	74.7
200 M	70.5	74.1	67.7	66.6	70.5	69.3	67.7	64.3	65.9	67.1	65.2	61.7	67.9
250 M	66.2	70.2	65.4	66.6	70.8	66.1	63.9	64.2	59.2	59.0	60.9	51.2	64.2
300 M	45.7	62.1	44.8	46.7	55.0	49.4	50.9	45.4	40.4	34.6	38.9	33.8	46.1
0-300	87.6	89.5	93.4	94.9	97.8	95.1	98.3	89.7	85.4	86.5	88.5	91.8	91.5

MOYENNES PONDEREES :

80.2	82.6	82.4	83.2	84.6	83.2	82.5	77.8	75.7	75.8	78.0	76.7	80.4

TABLEAU No 8

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

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

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.023	0.017	0.024	0.025	0.039	0.047	0.025	0.037	0.026	0.038	0.021	0.011	0.029
5 M	0.012	0.014	0.038	0.040	0.073	0.062	0.030	0.058	0.026	0.058	0.021	0.019	0.038
10 M	0.013	0.015	0.020	0.022	0.044	0.060	0.039	0.047	0.039	0.042	0.025	0.008	0.032
20 M	0.011	0.015	0.028	0.020	0.038	0.041	0.023	0.030	0.031	0.031	0.015	0.009	0.025
30 M	0.010	0.016	0.021	0.014	0.032	0.023	0.016	0.020	0.027	0.030	0.014	0.008	0.020
40 M	0.012	0.016	0.029	0.013	0.024	0.025	0.022	0.018	0.025	0.013	0.014	0.022	0.019
50 M	0.026	0.017	0.020	0.013	0.023	0.021	0.014	0.024	0.018	0.017	0.014	0.027	0.019
0-50	0.015	0.016	0.025	0.020	0.037	0.038	0.024	0.032	0.027	0.031	0.018	0.015	0.025
100 M	0.010	0.010	0.008	0.004	0.006	0.019	0.017	0.021	0.019	0.011	0.010	0.000	0.012
150 M	0.009	0.011	0.008	0.004	0.007	0.009	0.018	0.014	0.016	0.011	0.008	0.000	0.010
200 M	0.012	0.029	0.010	0.006	0.006	0.013	0.029	0.022	0.020	0.013	0.010	0.000	0.015
250 M	0.006	0.010	0.005	0.002	0.004	0.018	0.013	0.010	0.012	0.012	0.005	0.000	0.008
300 M	0.006	0.014	0.006	0.003	0.004	0.012	0.011	0.024	0.017	0.019	0.011	0.000	0.011
0-300	0.015	0.016	0.023	0.017	0.032	0.035	0.023	0.030	0.026	0.028	0.016	0.014	0.023

MOYENNES PONDEREES :

0.013	0.015	0.015	0.010	0.017	0.022	0.020	0.022	0.020	0.018	0.012	0.007	0.016

TONNAGES :

1113	1326	1318	854	1516	1985	1772	1995	1821	1585	1049	650	1463

TABLEAU No 9

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

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

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.002	0.002	0.002	0.005	0.005	0.005	0.007	0.003	0.010	0.011	0.003	0.004	0.005
5 M	0.002	0.002	0.002	0.003	0.005	0.007	0.010	0.004	0.011	0.011	0.003	0.004	0.005
10 M	0.001	0.002	0.002	0.002	0.005	0.006	0.010	0.004	0.009	0.010	0.002	0.004	0.005
20 M	0.001	0.001	0.002	0.002	0.006	0.005	0.007	0.004	0.007	0.008	0.002	0.004	0.004
30 M	0.001	0.001	0.001	0.002	0.007	0.002	0.005	0.002	0.004	0.006	0.002	0.004	0.003
40 M	0.001	0.001	0.001	0.002	0.006	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002
50 M	0.001	0.001	0.001	0.002	0.005	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002
0-50	0.001	0.002	0.002	0.003	0.006	0.004	0.006	0.003	0.006	0.007	0.002	0.004	0.004
100 M	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
150 M	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
200 M	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
250 M	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.004	0.000	0.001	0.001
300 M	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.005	0.002	0.011	0.001	0.003	0.002
0-300	0.001	0.001	0.001	0.002	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.006	0.002	0.004	0.003

MOYENNES PONDEREES :

0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002

TONNAGES :

67	81	96	102	218	142	214	133	222	259	86	186	149

TABLEAU No 10

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

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

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.35	0.36	0.30	0.27	0.18	0.20	0.12	0.06	0.12	0.13	0.26	0.29	0.22
5 M	0.33	0.34	0.31	0.30	0.19	0.20	0.14	0.06	0.14	0.13	0.24	0.29	0.22
10 M	0.34	0.34	0.31	0.27	0.20	0.24	0.18	0.08	0.16	0.14	0.26	0.29	0.23
20 M	0.32	0.36	0.32	0.28	0.28	0.30	0.29	0.25	0.20	0.18	0.27	0.30	0.28
30 M	0.33	0.36	0.34	0.28	0.32	0.33	0.33	0.36	0.32	0.27	0.28	0.30	0.32
40 M	0.33	0.36	0.36	0.31	0.34	0.35	0.37	0.39	0.38	0.37	0.32	0.32	0.35
50 M	0.34	0.36	0.35	0.32	0.36	0.37	0.38	0.38	0.39	0.39	0.34	0.34	0.36
0-50	0.33	0.35	0.33	0.29	0.27	0.29	0.27	0.24	0.25	0.24	0.28	0.31	0.29
100 M	0.44	0.42	0.40	0.40	0.40	0.42	0.44	0.43	0.44	0.43	0.43	0.45	0.42
150 M	0.44	0.42	0.42	0.44	0.45	0.44	0.47	0.45	0.45	0.45	0.43	0.49	0.44
200 M	0.43	0.43	0.44	0.42	0.45	0.46	0.46	0.45	0.46	0.45	0.45	0.49	0.44
250 M	0.48	0.41	0.49	0.47	0.49	0.47	0.50	0.46	0.48	0.47	0.50	0.50	0.47
300 M	0.50	0.47	0.51	0.49	0.47	0.48	0.49	0.48	0.50	0.50	0.53	0.52	0.49
0-300	0.35	0.36	0.34	0.31	0.30	0.31	0.29	0.27	0.28	0.26	0.31	0.32	0.31

MOYENNES PONDEREES :

0.40	0.39	0.39	0.38	0.38	0.39	0.40	0.38	0.39	0.38	0.39	0.41	0.39

TONNAGES :

35653	35116	34760	33348	34056	34631	35243	33654	34629	33526	34369	36494	34494

TABLEAU No 11

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

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

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.040	0.050	0.037	0.032	0.031	0.030	0.013	0.008	0.020	0.019	0.035	0.032	0.029
5 M	0.041	0.046	0.039	0.032	0.032	0.033	0.013	0.013	0.016	0.017	0.034	0.031	0.029
10 M	0.040	0.051	0.039	0.032	0.033	0.040	0.024	0.011	0.019	0.016	0.042	0.031	0.032
20 M	0.042	0.048	0.041	0.033	0.040	0.044	0.041	0.024	0.026	0.024	0.036	0.032	0.036
30 M	0.042	0.051	0.044	0.036	0.044	0.047	0.053	0.044	0.047	0.036	0.038	0.033	0.043
40 M	0.042	0.051	0.043	0.037	0.045	0.050	0.054	0.054	0.056	0.052	0.046	0.036	0.048
50 M	0.045	0.051	0.046	0.039	0.050	0.051	0.057	0.056	0.060	0.065	0.051	0.043	0.052
0-50	0.042	0.050	0.041	0.035	0.040	0.043	0.038	0.031	0.036	0.034	0.041	0.034	0.039
100 M	0.056	0.064	0.050	0.052	0.057	0.056	0.069	0.059	0.060	0.065	0.062	0.062	0.059
150 M	0.061	0.067	0.054	0.056	0.062	0.058	0.064	0.061	0.061	0.082	0.063	0.073	0.063
200 M	0.065	0.074	0.061	0.069	0.063	0.079	0.074	0.072	0.073	0.072	0.069	0.077	0.070
250 M	0.073	0.074	0.070	0.071	0.065	0.080	0.109	0.073	0.078	0.077	0.080	0.093	0.078
300 M	0.130	0.110	0.115	0.108	0.095	0.096	0.105	0.098	0.112	0.133	0.127	0.141	0.113
0-300	0.046	0.053	0.044	0.039	0.043	0.046	0.043	0.037	0.041	0.040	0.045	0.038	0.043

MOYENNES PONDEREES :

0.056	0.062	0.052	0.051	0.054	0.058	0.063	0.055	0.057	0.062	0.059	0.060	0.057

TONNAGES :

4966	5542	4658	4557	4831	5159	5583	4874	5110	5521	5204	5305	5097

TABLEAU No 12

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : PHOSPHORE ORGANIQUE (MG P/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.010	0.017	0.024	0.024	0.025	0.022	0.045	0.023	0.019	0.019	0.015	0.020	0.022
5 M	0.015	0.019	0.032	0.035	0.037	0.021	0.051	0.027	0.017	0.019	0.017	0.025	0.026
10 M	0.010	0.014	0.028	0.022	0.022	0.021	0.045	0.020	0.018	0.018	0.017	0.026	0.022
20 M	0.009	0.015	0.022	0.020	0.015	0.018	0.046	0.017	0.015	0.016	0.015	0.024	0.019
30 M	0.012	0.019	0.024	0.022	0.014	0.016	0.036	0.016	0.011	0.016	0.016	0.022	0.019
40 M	0.010	0.012	0.022	0.021	0.021	0.015	0.042	0.013	0.012	0.012	0.014	0.019	0.018
50 M	0.007	0.014	0.032	0.021	0.015	0.014	0.039	0.012	0.012	0.012	0.016	0.021	0.018
0-50	0.010	0.016	0.026	0.023	0.020	0.018	0.043	0.018	0.015	0.016	0.016	0.022	0.020
100 M	0.006	0.003	0.010	0.010	0.007	0.011	0.032	0.009	0.009	0.013	0.008	0.012	0.011
150 M	0.009	0.003	0.011	0.010	0.003	0.012	0.032	0.007	0.008	0.009	0.006	0.011	0.010
200 M	0.008	0.002	0.010	0.007	0.002	0.007	0.032	0.008	0.008	0.014	0.007	0.010	0.010
250 M	0.017	0.007	0.025	0.004	0.013	0.018	0.024	0.013	0.006	0.009	0.009	0.011	0.013
300 M	0.014	0.016	0.032	0.006	0.004	0.020	0.024	0.015	0.009	0.012	0.019	0.024	0.016
0-300	0.010	0.014	0.024	0.021	0.018	0.017	0.041	0.016	0.014	0.015	0.015	0.021	0.019

MOYENNES PONDEREES :

0.009	0.009	0.019	0.014	0.011	0.014	0.035	0.012	0.010	0.013	0.011	0.016	0.014

TONNAGES :

831	763	1680	1254	991	1226	3155	1055	917	1137	996	1408	1288

TABLEAU No 13

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : PHOSPHORE TOTAL (MG P/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.050	0.067	0.061	0.056	0.057	0.050	0.058	0.031	0.039	0.037	0.050	0.052	0.050
5 M	0.056	0.065	0.071	0.066	0.070	0.054	0.064	0.039	0.033	0.036	0.051	0.056	0.054
10 M	0.050	0.066	0.067	0.054	0.056	0.060	0.070	0.031	0.037	0.034	0.059	0.057	0.053
20 M	0.051	0.064	0.063	0.052	0.055	0.061	0.086	0.040	0.042	0.041	0.051	0.056	0.055
30 M	0.054	0.070	0.068	0.057	0.059	0.061	0.089	0.060	0.058	0.052	0.054	0.055	0.062
40 M	0.052	0.064	0.065	0.058	0.067	0.062	0.097	0.067	0.069	0.065	0.061	0.056	0.066
50 M	0.052	0.066	0.078	0.060	0.066	0.063	0.096	0.068	0.072	0.076	0.067	0.063	0.070
0-50	0.052	0.066	0.067	0.057	0.061	0.059	0.081	0.049	0.051	0.050	0.056	0.056	0.059
100 M	0.063	0.069	0.062	0.061	0.065	0.062	0.101	0.067	0.068	0.078	0.070	0.074	0.070
150 M	0.067	0.070	0.064	0.066	0.064	0.064	0.096	0.069	0.068	0.091	0.070	0.083	0.073
200 M	0.073	0.076	0.072	0.076	0.066	0.084	0.106	0.080	0.081	0.086	0.075	0.087	0.080
250 M	0.090	0.081	0.095	0.075	0.078	0.089	0.133	0.085	0.083	0.086	0.089	0.104	0.090
300 M	0.144	0.125	0.147	0.114	0.099	0.108	0.130	0.113	0.121	0.145	0.146	0.165	0.129
0-300	0.056	0.068	0.069	0.059	0.062	0.060	0.085	0.053	0.055	0.055	0.060	0.060	0.062

MOYENNES PONDEREES :

0.065	0.071	0.072	0.065	0.066	0.068	0.098	0.067	0.068	0.075	0.070	0.076	0.072

TONNAGES :

5755	6333	6367	5788	5851	6022	8737	5930	6027	6658	6199	6713	6373

TABLEAU No 14

REGION : GRAND LAC

ANNEE : 1972

DETERMINATION : DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE (MG 02/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	1.06	0.65	1.74	1.97	2.27	1.34	2.35	2.54	1.19	1.04	1.07	0.86	1.45
5 M	0.66	0.68	1.65	1.48	2.30	1.57	2.81	1.44	0.87	1.13	1.07	0.73	1.29
10 M	0.63	0.86	1.16	1.66	1.70	1.57	1.58	1.89	1.02	1.08	0.85	1.41	1.20
20 M	0.55	0.88	1.46	1.50	1.15	1.06	0.31	0.87	0.61	0.38	0.84	0.80	0.89
30 M	0.83	1.09	1.63	1.77	0.96	1.58	0.96	1.55	0.98	1.45	1.21	0.68	1.23
40 M	0.73	0.68	1.09	1.37	0.82	0.88	0.70	1.47	0.49	0.86	0.78	0.57	0.86
50 M	0.58	0.85	1.03	0.87	0.99	0.89	1.06	1.06	0.61	0.71	0.87	0.35	0.82
0-50	0.72	0.82	1.38	1.52	1.38	1.24	1.37	1.57	0.82	0.97	0.96	0.74	1.10
100 M	0.65	1.03	0.06	1.07	0.59	0.40	0.27	0.66	0.94	1.08	1.26	0.17	0.68
150 M	0.97	0.26	0.07	0.68	0.18	0.44	0.59	0.76	0.61	0.99	0.68	0.26	0.54
200 M	1.14	0.18	0.27	0.55	0.54	0.65	0.65	0.53	0.63	0.91	0.43	0.09	0.55
250 M	2.03	0.09	0.20	0.50	0.28	1.22	0.30	0.70	0.42	0.38	1.26	0.59	0.66
300 M	0.44	2.61	0.62	1.02	0.18	0.28	0.47	0.33	0.35	0.58	0.98	0.21	0.67
0-300	0.76	0.82	1.22	1.34	1.14	1.10	1.17	1.36	0.77	0.93	0.95	0.63	1.00

TABLEAU No 15

REGION : PETIT LAC

ANNEE : 1972

DETERMINATION : DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE (MG O2/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	1.27	1.44	1.30	1.28	2.70	2.12	3.14	1.04	1.23	1.42	0.74	0.87	1.55
5 M	1.15	1.15	1.38	1.28	2.79	2.28	3.11	1.04	1.11	1.18	0.65	0.74	1.49
10 M	1.20	1.33	1.18	1.29	2.49	2.19	2.81	0.88	1.05	1.23	0.80	0.98	1.45
20 M	1.24	1.34	1.18	1.31	2.48	1.92	2.59	1.37	1.61	1.84	1.19	0.97	1.59
30 M	1.06	1.33	1.16	1.12	2.06	1.40	2.69	1.25	0.96	0.95	0.98	0.61	1.30
40 M	1.50	1.56	1.39	1.00	2.08	1.94	1.87	1.13	0.99	0.94	0.92	0.92	1.35
50 M	1.34	1.24	1.06	1.06	1.99	1.46	1.99	1.30	1.17	1.04	0.72	0.83	1.27
0-50	1.25	1.35	1.24	1.18	2.36	1.89	2.59	1.14	1.15	1.21	0.86	0.84	1.42
100 M													
150 M													
200 M													
250 M													
300 M													
0-300	1.25	1.35	1.24	1.18	2.36	1.89	2.59	1.14	1.15	1.21	0.86	0.84	1.42

TABLEAU No 16

REGION : GRAND LAC

ANNEE : 1972

DETERMINATION : TAUX DE CONSOMMATION EN OXYGENE (%)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	10.2	6.1	14.7	17.0	18.7	12.9	21.4	26.2	13.0	10.4	10.8	8.2	13.6
5 M	6.3	6.2	13.6	12.9	19.4	14.9	24.7	14.9	9.4	11.5	10.7	6.9	11.8
10 M	6.0	7.9	10.2	11.7	14.6	15.4	14.8	19.8	11.2	11.1	8.6	13.6	11.3
20 M	5.2	8.2	12.5	12.9	10.5	10.4	3.3	18.9	7.0	4.4	8.6	7.6	9.0
30 M	7.8	10.2	14.4	15.5	9.0	15.6	9.5	20.5	11.0	15.0	12.3	6.4	11.9
40 M	7.0	6.5	10.0	12.1	7.7	8.6	7.0	17.3	5.5	9.3	8.1	5.5	8.4
50 M	5.7	8.3	9.6	8.4	9.5	8.6	10.4	11.0	6.7	7.5	9.0	3.6	8.1
0-50	6.9	7.7	12.1	13.0	12.2	12.1	12.8	18.4	9.1	10.0	9.8	7.1	10.5
100 M	6.8	9.5	0.7	10.8	5.7	4.1	2.9	7.2	10.1	12.2	13.9	1.9	7.2
150 M	10.1	2.8	0.8	7.4	2.0	4.7	6.8	8.5	7.2	11.7	8.0	3.1	6.1
200 M	13.0	2.0	3.2	6.2	6.1	7.2	7.5	6.2	7.9	11.4	5.3	1.2	6.4
250 M	25.4	1.1	2.5	6.3	3.3	15.1	3.9	9.3	6.3	5.7	17.3	9.7	8.8
300 M	7.1	31.8	11.3	19.0	2.9	4.7	7.9	7.0	8.4	17.7	19.8	5.2	11.9
0-300	7.7	7.9	10.9	12.3	10.3	11.0	11.3	15.8	8.9	10.4	10.5	6.4	10.0

TABLEAU No 17

REGION : PETIT LAC

ANNEE : 1972

DETERMINATION : TAUX DE CONSOMMATION EN OXYGENE (%)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	11.8	12.6	10.6	10.6	22.3	18.2	24.8	11.4	12.3	14.0	7.1	8.2	13.7
5 M	10.7	10.2	11.0	10.8	23.0	20.4	29.5	11.9	11.4	11.8	6.2	7.0	13.6
10 M	11.2	11.8	9.7	10.9	21.1	19.5	27.8	10.5	11.0	12.5	7.8	9.3	13.6
20 M	11.5	11.9	9.9	11.1	21.4	17.4	25.5	16.2	17.1	18.6	11.3	9.2	15.1
30 M	9.8	11.6	9.7	9.6	17.9	13.0	26.5	14.1	10.2	9.9	9.5	5.9	12.3
40 M	13.9	13.9	11.7	8.8	18.8	18.5	19.3	13.2	10.8	11.4	9.8	9.1	13.3
50 M	12.5	11.1	9.2	9.3	17.9	14.2	20.7	15.3	12.7	13.0	7.2	8.4	12.6
0-50	11.6	12.0	10.3	10.1	20.2	17.2	24.7	13.2	12.1	12.9	8.5	8.1	13.4
100 M													
150 M													
200 M													
250 M													
300 M													
0-300	11.6	12.0	10.3	10.1	20.2	17.2	24.7	13.2	12.1	12.9	8.5	8.1	13.4

TABLEAU No 18

REGION : GRAND LAC

ANNEE : 1972

DETERMINATION : OXYDABILITE (MG KMNO4/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.92	0.95	1.08	1.08	1.44	1.31	1.27	1.02	1.39	1.29	1.08	1.06	1.15
5 M	0.86	0.81	1.06	1.06	1.37	1.02	1.54	1.49	1.48	1.23	1.11	0.97	1.13
10 M	0.94	0.81	1.15	1.15	1.14	1.01	1.19	0.96	1.29	1.23	1.24	0.94	1.09
20 M	0.89	0.85	0.95	1.09	1.22	1.01	1.11	0.61	1.20	1.15	0.93	1.01	1.01
30 M	0.86	0.80	1.14	1.38	0.93	0.93	1.01	0.93	1.13	1.20	1.08	1.00	1.02
40 M	0.91	0.96	0.98	1.37	0.98	0.85	0.97	0.72	1.04	1.06	1.00	0.93	0.98
50 M	0.99	0.69	0.93	1.06	0.88	1.05	0.90	0.96	1.19	1.10	1.04	0.93	0.98
0-50	0.91	0.84	1.04	1.19	1.12	1.02	1.12	0.94	1.23	1.17	1.06	0.97	1.04
100 M	0.92	0.73	0.87	0.98	1.14	0.88	1.03		0.84	1.18	0.78	0.83	0.93
150 M	1.02	0.78	0.87	0.93	0.95	0.79	1.03		0.84	1.08	0.74	0.83	0.90
200 M	1.02	0.78	0.83	0.73	0.95	0.88	1.03		0.84	1.08	0.69	0.83	0.88
250 M	1.02	0.82	0.97	0.73	0.95	0.88	0.88		0.89	0.94	0.69	0.78	0.87
300 M	1.02	0.97	0.92		1.00	1.07	0.98		0.99	1.08	0.69	0.78	0.95
0-300	0.92	0.83	1.02	1.12	1.10	1.00	1.10	0.94	1.17	1.16	1.00	0.94	1.02

TABLEAU No 19

STATION : GE 4 74 FOSSE DE NYON ANNEE : 1972

DETERMINATION : OXYDABILITE (MG KMNO4/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	2.84	2.34	2.27	3.16	4.61	3.16	5.24	4.14	4.04	3.92	4.30	3.00	3.58
5 M	2.34	2.09	2.21	2.78	4.30	3.73	4.87	4.68	6.00	3.79	3.16	2.88	3.57
10 M	2.09	1.90	2.21	2.78	4.17	3.73	4.74	4.36	5.62	3.54	3.38	2.78	3.44
20 M	2.02	1.90	2.21	2.43	4.36	2.78	4.11	3.19	4.55	3.60	3.35	2.78	3.11
30 M	2.21	1.96	2.09	2.40	4.11	2.91	4.24	3.32	4.10	3.60	3.25	2.97	3.10
40 M	2.53	2.02	2.09	2.34	3.66	2.91	3.92	3.16	3.73	2.78	3.10	2.81	2.92
50 M	2.09	1.83	1.90	2.28	3.32	2.72	4.05	2.72	3.60	2.72	3.16	2.84	2.77
0-50	2.30	2.01	2.14	2.60	4.08	3.13	4.45	3.65	4.52	3.42	3.39	2.87	3.21
60-70 170 M	2.28	2.27	1.64	2.46	3.10	2.46	3.88	3.41	3.73	2.59	3.92	2.84	2.88
100 M													
150 M													
200 M													
250 M													
300 M													
0-300	2.30	2.04	2.08	2.58	3.95	3.05	4.38	3.62	4.42	3.32	3.45	2.86	3.17

TABLEAU No 20

REGION : PETIT LAC

ANNEE : 1972

DETERMINATION : DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO) (MG 02/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	2.30	3.60	5.00	2.77	3.53	5.05	5.50	2.38	4.35	4.05	3.48	2.22	3.69
5 M	2.03	3.40	3.90	2.30	3.60	4.53	5.10	2.13	2.83	4.07	3.07	2.57	3.29
10 M	1.90	3.37	3.37	2.23	3.37	3.97	4.80	2.03	3.57	4.07	2.77	2.47	3.16
20 M	2.00	3.43	3.17	2.10	3.47	3.67	4.17	1.00	2.57	4.73	2.33	2.60	2.94
30 M	1.93	3.20	2.70	1.83	3.00	2.57	3.50	0.77	1.97	4.43	2.20	2.97	2.59
40 M	2.07	2.80	2.30	1.93	2.50	2.20	3.23	0.70	1.80	3.23	1.93	2.33	2.25
50 M	1.67	2.80	2.27	1.47	2.53	2.20	3.27	0.33	1.57	2.17	1.47	2.00	1.98
0-50	2.00	3.25	3.32	2.12	3.16	3.53	4.28	1.38	2.74	3.83	2.51	2.44	2.88
100 M													
150 M													
200 M													
250 M													
300 M													
0-300	2.00	3.25	3.32	2.12	3.16	3.53	4.28	1.38	2.74	3.83	2.51	2.44	2.88

TABLEAU No 21

STATION : GE 4 74 FOSSE DE NYON ANNEE : 1972

DETERMINATION : DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO) (MG O2/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	1.60	2.80	2.60	2.70	3.80	4.30	4.80	2.30	3.30	3.80	3.10	1.60	3.06
5 M	1.50	2.80	2.80	2.50	3.80	3.70	5.00	2.00	3.60	4.20	2.80	2.30	3.08
10 M	1.50	2.80	2.50	2.30	3.40	2.70	4.30	2.30	4.80	4.60	2.70	2.60	3.04
20 M	1.30	3.50	1.50	2.00	3.70	3.00	3.90	0.70	1.80	6.70	2.20	4.00	2.86
30 M	1.40	3.00	1.90	1.50	2.50	1.90	3.40	0.50	0.40	6.90	2.20	4.30	2.49
40 M	1.50	2.20	1.20	1.60	1.20	1.30	2.70	0.50	0.40	4.00	2.20	3.20	1.83
50 M	1.20	2.50	1.50	1.50	1.40	1.40	3.20	0.30	0.30	2.60	1.50	2.60	1.67
0-50	1.43	2.80	2.00	2.01	2.83	2.61	3.90	1.23	2.09	4.69	2.39	2.94	2.58
60-70 170 M	0.90	2.20	1.80	1.10	1.10	1.60	3.00	0.40	0.80	3.20	1.30	1.10	1.54
100 M													
150 M													
200 M													
250 M													
300 M													
0-300	1.36	2.72	1.97	1.90	2.61	2.49	3.79	1.13	1.93	4.50	2.25	2.71	2.45

TABLEAU No 22

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : CONDUCTIVITE DE L'EAU (MM S/CM)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	276	282	282	281	281	282	268	262	265	269	280	282	276
5 M	278	283	283	281	280	280	269	262	267	271	280	284	276
10 M	279	283	283	282	281	282	271	262	266	270	280	284	277
20 M	280	284	284	281	283	284	275	272	269	272	280	284	279
30 M	281	285	284	283	283	284	278	283	278	277	282	285	282
40 M	282	285	284	283	284	284	280	283	283	279	284	286	283
50 M	282	286	285	283	283	284	281	284	283	281	285	290	284
0-50	280	284	284	282	282	283	275	273	274	274	282	285	280
100 M	285	286	285	284	282	283	279	283	280	281	288	281	283
150 M	285	286	286	286	285	285	281	285	283	284	290	288	285
200 M	289	284	290	291	288	290	284	289	287	286	294	293	289
250 M	286	284	287	286	284	284	280	285	286	285	295	295	286
300 M	288	286	289	289	285	286	283	289	288	288	297	296	289
0-300	281	284	284	283	283	283	276	275	275	276	283	285	280

MOYENNES PONDEREES :

284	285	286	285	284	284	279	282	281	281	288	287	284

TABLEAU No 23

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : DURETE TOTALE (ME/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	2.71	2.73	2.73	2.79	2.79	2.76	2.63	2.54	2.59	2.61	2.71	2.74	2.69
5 M	2.72	2.74	2.73	2.81	2.83	2.78	2.65	2.52	2.56	2.62	2.74	2.72	2.69
10 M	2.73	2.73	2.73	2.78	2.80	2.77	2.74	2.55	2.58	2.63	2.71	2.72	2.70
20 M	2.73	2.73	2.74	2.79	2.80	2.79	2.79	2.69	2.64	2.65	2.71	2.73	2.73
30 M	2.75	2.77	2.75	2.78	2.79	2.81	2.78	2.77	2.73	2.69	2.71	2.73	2.75
40 M	2.75	2.74	2.74	2.78	2.82	2.81	2.80	2.79	2.79	2.75	2.75	2.75	2.77
50 M	2.76	2.76	2.76	2.79	2.81	2.80	2.82	2.78	2.77	2.80	2.78	2.79	2.79
0-50	2.74	2.74	2.74	2.79	2.80	2.79	2.75	2.68	2.68	2.68	2.73	2.74	2.74
100 M	2.89	2.76	2.80	2.83	2.79	2.80	2.83	2.80	2.76	2.77	2.80	2.68	2.79
150 M	2.89	2.81	2.80	2.87	2.83	2.80	2.88	2.87	2.79	2.81	2.80	2.71	2.82
200 M	2.89	2.84	2.84	2.89	2.86	2.85	2.92	2.88	2.81	2.84	2.84	2.78	2.85
250 M	2.93	2.83	2.86	2.87	2.88	2.86	2.79	2.88	2.89	2.83	2.85	2.79	2.86
300 M	2.98	2.86	2.91	2.91	2.89	2.91	2.80	2.94	2.88	2.84	2.89	2.82	2.89
0-300	2.76	2.75	2.75	2.80	2.81	2.80	2.76	2.71	2.71	2.71	2.75	2.74	2.75

MOYENNES PONDEREES :

2.84	2.78	2.79	2.83	2.82	2.81	2.82	2.79	2.76	2.77	2.79	2.74	2.80

TOT

TABLEAU No 24

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : ALCALINITE DE L'EAU (TAC) (ME/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	1.73	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.68	1.53	1.55	1.62	1.66	1.68	1.68
5 M	1.74	1.74	1.73	1.75	1.73	1.74	1.69	1.52	1.55	1.62	1.66	1.68	1.68
10 M	1.74	1.74	1.74	1.75	1.75	1.74	1.73	1.54	1.57	1.64	1.67	1.67	1.69
20 M	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.76	1.76	1.65	1.61	1.65	1.67	1.67	1.71
30 M	1.73	1.74	1.74	1.74	1.74	1.75	1.74	1.72	1.71	1.69	1.69	1.68	1.72
40 M	1.74	1.74	1.74	1.75	1.75	1.76	1.77	1.74	1.74	1.76	1.71	1.69	1.74
50 M	1.75	1.71	1.75	1.75	1.74	1.75	1.76	1.75	1.75	1.76	1.72	1.73	1.74
0-50	1.74	1.74	1.74	1.75	1.74	1.75	1.73	1.64	1.65	1.68	1.69	1.69	1.71
100 M	1.90	1.86	1.82	1.79	1.78	1.76	1.84	1.80	1.80	1.82	1.80	1.78	1.81
150 M	1.92	1.89	1.85	1.84	1.83	1.80	1.89	1.84	1.84	1.86	1.82	1.86	1.85
200 M	1.90	1.88	1.89	1.87	1.84	1.87	1.92	1.86	1.86	1.87	1.87	1.88	1.88
250 M	1.95	1.91	1.91	1.89	1.86	1.87	1.96	1.89	1.90	1.91	1.88	1.90	1.90
300 M	2.03	1.95	1.97	1.95	1.91	1.94	1.99	1.95	1.94	2.05	1.97	1.94	1.96
0-300	1.77	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.68	1.69	1.72	1.71	1.70	1.74

MOYENNES PONDEREES :

1.85	1.82	1.81	1.80	1.79	1.79	1.83	1.78	1.78	1.80	1.78	1.78	1.80

TABLEAU No 25

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : DURETE PERMANENTE (ME/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	1.02	1.01	1.00	1.05	1.05	1.01	1.02	1.03	1.04	0.98	1.04	1.06	1.03
5 M	1.04	1.05	1.02	1.08	1.12	1.04	1.06	1.04	1.01	1.01	1.07	1.05	1.05
10 M	1.03	1.01	1.00	1.04	1.06	1.02	1.05	1.03	1.01	1.00	1.04	1.05	1.03
20 M	1.03	1.01	1.01	1.05	1.06	1.03	1.07	1.05	1.03	1.00	1.04	1.06	1.04
30 M	1.05	1.05	1.02	1.04	1.05	1.06	1.07	1.06	1.03	1.00	1.02	1.05	1.04
40 M	1.04	1.02	1.02	1.04	1.06	1.04	1.07	1.06	1.05	1.01	1.04	1.06	1.04
50 M	1.05	1.05	1.03	1.04	1.08	1.05	1.10	1.05	1.03	1.06	1.06	1.08	1.06
0-50	1.04	1.03	1.01	1.05	1.07	1.04	1.06	1.05	1.03	1.01	1.04	1.06	1.04
100 M	1.05	0.97	0.97	1.02	0.98	1.00	1.04	1.02	0.98	0.97	1.00	0.92	1.00
150 M	1.05	0.97	0.98	1.03	1.00	0.98	1.05	1.05	0.97	0.96	0.98	0.87	0.99
200 M	1.04	0.98	0.98	1.01	1.03	0.97	1.05	1.02	0.95	0.98	0.97	0.90	0.99
250 M	1.03	0.94	0.96	0.99	1.02	0.99	0.91	0.99	0.99	0.92	0.97	0.89	0.97
300 M	1.04	0.95	0.95	0.98	0.99	0.96	0.90	0.99	0.93	0.80	0.93	0.88	0.93
0-300	1.04	1.02	1.01	1.04	1.06	1.03	1.06	1.04	1.02	0.99	1.03	1.04	1.03

MOYENNES PONDEREES :

1.04	0.99	0.99	1.03	1.03	1.01	1.04	1.03	0.99	0.98	1.01	0.96	1.01

TABLEAU No 26

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : CALCIUM (ME/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	2.19	2.18	2.19	2.23	2.26	2.25	2.13	2.07	2.09	2.10	2.20	2.23	2.17
5 M	2.18	2.18	2.16	2.27	2.27	2.28	2.16	2.07	2.06	2.11	2.22	2.22	2.18
10 M	2.19	2.17	2.19	2.26	2.27	2.27	2.21	2.06	2.09	2.12	2.20	2.24	2.19
20 M	2.19	2.17	2.19	2.24	2.28	2.29	2.25	2.17	2.13	2.14	2.20	2.23	2.21
30 M	2.22	2.22	2.20	2.28	2.27	2.29	2.29	2.28	2.27	2.21	2.21	2.24	2.25
40 M	2.23	2.20	2.19	2.26	2.29	2.29	2.27	2.30	2.33	2.26	2.23	2.25	2.26
50 M	2.25	2.22	2.19	2.26	2.30	2.30	2.30	2.29	2.30	2.29	2.25	2.29	2.27
0-50	2.21	2.19	2.19	2.26	2.28	2.28	2.23	2.19	2.19	2.18	2.22	2.25	2.22
100 M	2.27	2.17	2.17	2.22	2.28	2.28	2.23	2.26	2.24	2.23	2.25	2.20	2.23
150 M	2.27	2.21	2.22	2.25	2.34	2.31	2.29	2.33	2.28	2.26	2.28	2.30	2.28
200 M	2.30	2.25	2.26	2.30	2.33	2.33	2.34	2.33	2.28	2.30	2.31		2.30
250 M	2.30	2.22	2.26	2.28	2.37	2.36	2.27	2.33	2.34	2.29	2.33		2.30
300 M	2.32	2.23	2.29	2.26	2.39	2.40	2.27	2.38	2.34	2.31	2.37		2.32
0-300	2.22	2.20	2.20	2.26	2.29	2.29	2.24	2.21	2.21	2.20	2.23	2.25	2.23

MOYENNES PONDEREES :

2.26	2.20	2.21	2.26	2.31	2.30	2.27	2.27	2.25	2.24	2.26		2.26

TABLEAU No 27

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : MAGNESIUM (ME/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	0.46	0.47	0.47	0.49	0.49	0.48	0.49	0.46	0.48	0.49	0.49	0.50	0.48
5 M	0.46	0.45	0.46	0.44	0.48	0.46	0.46	0.45	0.48	0.49	0.50	0.48	0.47
10 M	0.48	0.47	0.48	0.46	0.50	0.49	0.48	0.49	0.47	0.49	0.49	0.48	0.48
20 M	0.48	0.48	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48	0.49	0.48	0.48
30 M	0.48	0.48	0.49	0.44	0.49	0.49	0.46	0.48	0.46	0.47	0.49	0.48	0.48
40 M	0.49	0.47	0.49	0.47	0.49	0.50	0.49	0.49	0.45	0.47	0.50	0.49	0.48
50 M	0.48	0.46	0.49	0.47	0.48	0.49	0.47	0.49	0.46	0.47	0.50	0.49	0.48
0-50	0.48	0.47	0.48	0.47	0.49	0.49	0.48	0.48	0.47	0.48	0.50	0.48	0.48
100 M	0.52	0.50	0.50	0.50	0.49	0.50	0.52	0.53	0.52	0.53	0.52	0.51	0.51
150 M	0.52	0.50	0.50	0.50	0.49	0.50	0.53	0.54	0.52	0.53	0.52	0.51	0.51
200 M	0.52	0.51	0.51	0.51	0.50	0.52	0.53	0.54	0.52	0.53	0.53	0.51	0.52
250 M	0.52	0.50	0.50	0.50	0.50	0.52	0.53	0.55	0.52	0.53	0.52	0.52	0.51
300 M	0.52	0.50	0.50	0.50	0.50	0.52	0.53	0.55	0.52	0.53	0.53	0.52	0.52
0-300	0.48	0.48	0.48	0.47	0.49	0.49	0.49	0.49	0.48	0.49	0.50	0.49	0.49
MOYENNES PONDEREES :	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.50	0.51	0.52	0.50	0.51	0.51	0.50	0.50

TABLEAU No 28

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : SULFATES (MG SO4/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	50.1	48.0	47.3	47.7	48.4	50.2	49.7	49.4	48.2	50.4	50.2	48.6	49.0
5 M	47.7	48.9	46.1	46.9	47.3	51.2	49.0	49.9	46.7	51.5	50.9	48.9	48.7
10 M	50.6	48.4	47.9	47.5	48.7	50.2	49.4	49.6	48.0	50.5	50.6	48.8	49.2
20 M	51.6	48.2	47.5	47.8	48.2	51.0	50.1	50.2	48.6	50.3	50.5	47.8	49.4
30 M	51.0	48.3	48.2	48.3	48.4	50.6	49.8	50.2	49.0	50.7	50.0	48.3	49.4
40 M	50.1	48.1	47.9	48.0	49.6	50.8	50.5	50.0	49.2	50.7	49.9	48.2	49.4
50 M	50.5	48.2	48.3	48.0	48.3	51.2	51.2	50.5	49.5	51.3	50.5	49.3	49.7
0-50	50.3	48.3	47.7	47.8	48.5	50.7	50.0	50.0	48.6	50.7	50.3	48.5	49.3
100 M	52.3	47.3	50.0	48.3	49.4	51.3	51.5	50.7	49.9	53.0	53.2	48.5	50.5
150 M	52.4	48.8	49.3	47.5	50.9	52.8	51.9	50.9	50.0	52.5	53.0	47.3	50.8
200 M	55.3	47.7	50.1	48.4	49.8	51.1	50.5	49.4	52.0	51.7	52.4	53.2	50.9
250 M	54.3	48.5	43.9	47.2	48.8	53.7	52.0	51.5	50.7	52.0	51.3	45.6	50.1
300 M	52.6	47.7	50.3	45.5	48.7	51.5	52.4	50.1	49.2	52.0	51.7	46.6	50.0
0-300	50.7	48.2	47.9	47.8	48.7	50.9	50.3	50.1	48.9	51.0	50.7	48.5	49.5

MOYENNES PONDEREES :

52.1	48.1	48.5	47.8	49.2	51.5	51.0	50.4	49.8	51.8	51.7	48.7	50.1

TONNAGES :

4630510 4275038 4316838 4254527 4378278 4582005 4538955 4479232 4427551 4603200 4598174 4326373 4455364

TABLEAU No 29

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : CHLORURES (MG CL/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	2.9	3.1	2.9	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1
5 M	2.9	3.1	2.9	3.3	3.1	3.3	3.3	3.1	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2
10 M	3.0	3.1	2.8	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1
20 M	2.9	3.1	2.8	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.3	3.3	3.2	3.2	3.1
30 M	2.9	3.1	2.8	3.2	3.2	3.3	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1
40 M	2.9	3.1	2.9	3.1	3.1	3.2	3.2	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1
50 M	2.9	3.1	2.9	3.2	3.1	3.3	3.3	3.0	3.1	3.2	3.1	3.0	3.1
0-50	2.9	3.1	2.9	3.2	3.1	3.3	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1
100 M	2.8	2.7	2.4	3.1	3.1	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.8	2.9
150 M	2.8	2.7	2.4	2.9	3.0	2.9	2.9	2.8	3.0	2.9	2.8	2.7	2.8
200 M	2.8	2.7	2.4	2.9	3.0	2.9	2.9	2.8	2.9	2.9	2.7	2.7	2.8
250 M	2.9	2.7	2.5	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.9	2.9	2.8	2.7	2.8
300 M	2.8	2.6	2.3	2.9	3.0	2.9	2.8	2.8	2.9	2.9	2.8	2.7	2.8
0-300	2.9	3.0	2.8	3.1	3.1	3.2	3.2	3.0	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1
MOYENNES PONDEREES :	2.8	2.8	2.6	3.0	3.0	3.1	3.0	2.9	3.0	3.1	3.0	2.9	2.9
TONNAGES :	252586	251890	230695	269994	270399	273606	268952	257949	269792	271553	262393	257726	261260

LEMAN Sodium mg Na/l Moyennes 1972 TABLEAU No 30

Mois / Prof.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		Moy.
0 m	2,88	2,90	3,01	3,10	2,92	3,03	3,29	3,08	2,93	2,99	2,97	2,90		3,01
5 m	2,95	2,82	3,21	3,09	2,97	3,02	3,34	3,25	2,93	2,95	2,90	2,90		3,04
10 m	2,87	2,81	2,90	3,02	2,94	3,07	3,16	3,27	3,00	2,98	2,96	2,90		3,00
20 m	2,83	2,78	2,99	3,04	3,05	2,90	3,07	3,16	2,94	3,00	2,93	2,90		2,97
30 m	2,88	2,81	2,92	3,01	2,92	2,96	3,11	3,22	2,85	2,93	2,91	2,90		2,96
40 m	2,89	2,79	2,82	3,00	2,93	2,91	3,10	2,96	2,81	2,82	2,86	3,02		2,91
50 m	2,87	2,81	2,81	3,08	3,00	2,89	3,17	3,21	2,77	2,77	2,81	2,85		2,93
100 m	2,74	2,69	2,70	2,85	2,87	2,82	2,78	2,76	2,75	2,76	2,77	2,79		2,77
150 m	2,74	2,67	2,74	2,84	2,79	2,78	2,74	2,78	2,71	2,69	2,74	2,67		2,74
200 m	2,72	2,73	2,67	2,80	2,80	2,75	2,75	2,78	2,72	2,70	2,65	2,60		2,73
250 m	2,72	2,70	2,67	2,85	2,77	2,71	2,72	2,62	2,70	2,69	2,61	2,60		2,70
300 m	2,75	2,70	2,75	2,85	2,82	2,71	2,70	2,75	2,70	2,67	2,63	2,60		2,73
Moyenne arith.	2,85	2,79	2,89	3,00	2,93	2,93	3,09	3,08	2,86	2,86	2,85	2,86		2,92

LEMAN Potassium mg K/l Moyennes 1972 TABLEAU No 31

Mois Prof.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		Moyenne
0 m	1,45	1,42	1,38	1,48	1,44	1,42	1,39	1,36	1,41	1,39	1,34	1,26		1,40
5 m	1,48	1,42	1,37	1,47	1,40	1,41	1,38	1,35	1,38	1,30	1,31	1,28		1,39
10 m	1,39	1,43	1,37	1,47	1,37	1,41	1,36	1,35	1,40	1,32	1,33	1,28		1,38
20 m	1,41	1,42	1,37	1,44	1,44	1,42	1,38	1,37	1,39	1,33	1,32	1,28		1,39
30 m	1,46	1,44	1,38	1,42	1,40	1,41	1,36	1,37	1,39	1,34	1,32	1,30		1,39
40 m	1,40	1,42	1,37	1,45	1,44	1,41	1,38	1,40	1,43	1,37	1,36	1,30		1,40
50 m	1,53	1,43	1,38	1,44	1,39	1,41	1,39	1,39	1,37	1,35	1,31	1,30		1,40
100 m	1,34	1,36	1,37	1,31	1,33	1,32	1,34	1,34	1,30	1,33	1,32	1,27		1,33
150 m	1,35	1,38	1,36	1,31	1,34	1,31	1,31	1,43	1,31	1,33	1,32	1,30		1,34
200 m	1,36	1,40	1,36	1,30	1,35	1,34	1,39	1,37	1,32	1,35	1,33	1,30		1,35
250 m	1,35	1,34	1,36	1,26	1,35	1,30	1,35	1,32	1,33	1,32	1,31	1,30		1,33
300 m	1,36	1,37	1,46	1,34	1,36	1,32	1,34	1,36	1,33	1,32	1,33	1,30		1,35
Moyenne arith.	1,43	1,42	1,38	1,43	1,40	1,40	1,37	1,37	1,38	1,34	1,33	1,29		1,38

TABLEAU No 32

REGION : LEMAN

ANNEE : 1972

DETERMINATION : SILICE (MG SIO2/L)

	JANV.	FEVR.	MARS.	AVRIL	MAI.	JUIN.	JUIL.	AOUT.	SEPT.	OCTO.	NOVE.	DECE.	MOY.
0 M	1.37	1.64	1.11	1.12	1.41	1.06	0.43	0.08	0.27	0.24	0.80	0.80	0.87
5 M	1.43	2.13	1.27	1.23	1.70	1.03	0.30	0.00	0.23	0.30	0.80	0.80	0.95
10 M	1.42	1.83	1.21	1.17	1.40	1.06	0.55	0.17	0.28	0.31	0.81	0.80	0.93
20 M	1.40	1.68	1.21	1.23	1.49	1.20	1.11	0.65	0.52	0.65	0.83	0.80	1.08
30 M	1.46	1.73	1.28	1.29	1.58	1.28	1.37	1.26	1.33	1.21	0.93	0.80	1.32
40 M	1.58	1.75	1.37	1.32	1.62	1.37	1.52	1.49	1.53	1.54	1.11	0.93	1.45
50 M	1.67	1.94	1.41	1.40	1.71	1.53	1.61	1.70	1.62	1.63	1.48	1.30	1.60
0-50	1.48	1.79	1.26	1.25	1.55	1.23	1.04	0.82	0.87	0.89	0.98	0.89	1.19
100 M	2.11	2.34	1.80	1.82	2.08	1.71	2.01	1.96	1.88	1.91	1.95	1.90	1.96
150 M	2.28	2.80	1.81	2.14	2.39	1.91	2.43	2.27	2.33	2.34	2.12	2.50	2.27
200 M	2.31	2.42	2.27	2.39	2.38	2.27	2.55	2.56	2.37	2.36	2.54	2.70	2.41
250 M	2.62	2.69	2.50	2.53	2.52	2.63	2.77	2.79	2.81	2.78	3.20	3.10	2.73
300 M	3.72	3.80	3.50	2.93	2.79	3.28	3.42	3.62	3.74	4.05	3.95	4.10	3.55
0-300	1.76	2.05	1.53	1.53	1.77	1.50	1.45	1.29	1.31	1.41	1.41	1.34	1.54
MOYENNES PONDEREES :	2.01	2.28	1.76	1.81	2.02	1.77	1.92	1.83	1.81	1.83	1.86	1.88	1.90
TONNAGES :	178711	202937	156717	161214	179845	157020	170429	162959	160837	162769	165094	167036	168955

EXAMENS BIOLOGIQUES DES EAUX DU PETIT LAC

Campagne 1972

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

INTRODUCTION

Dans le présent rapport sont données, d'une manière succinte, les observations qui ont été faites sur le plan biologique au cours des campagnes 1972, dans le cadre restreint du Petit Lac.

1. Points d'observation et de prélèvements.

Les échantillons de plancton ont été recueillis en 1972 aux mêmes points du Petit Lac que lors des années précédentes, soit au point littoral GE 1 (rade de Genève) et aux trois points pélagiques GE 2 (Bellevue), GE 3 (Chevrens) et GE 4 (Nyon).

Au total, douze séries de prélèvements ont été faites, soit une série de 8 prélèvements de plancton aux filets par mois (micro- et macro- plancton).

1.1. Méthodes.

Les techniques qui ont été utilisées pour les prélèvements et les mesures des volumes du "net-plancton", ainsi que pour la détermination de la fréquence des divers organismes planctoniques ont été décrites et discutées dans les rapports biologiques antérieurs.

Au point objectif GE 4 (Nyon), chaque mois des prélèvements complémentaires de plancton ont été effectués d'une part à la "bouteille Friedinger" à 8 profondeurs différentes (0, 5, 10, 20, 30, 40, 50 et fond) et d'autre part

à l'aide d'un tuyau de 10 m de longueur (prélèvement moyen de 10 m de profondeur à la surface). Ces échantillons ont été examinés en vue de déterminer la stratigraphie des diverses espèces planctoniques et principalement pour l'étude et la numération des espèces nannoplanctoniques du Petit Lac.

2. Etude de la variation de la transparence des eaux et des volumes de net-plancton.

Les valeurs de la transparence des eaux du Petit Lac en 1972 et les volumes globaux de micro- et de macro- plancton pêchés mensuellement en chacun des trois points d'observation, sont données dans le graphique (fig. 1).

2.1. Transparence des eaux du Petit Lac.

On constate que la transparence des eaux du Petit Lac varie considérablement au cours de l'année et souvent très rapidement, d'un mois à l'autre. La plus grande différence de transparence des eaux survenue en l'espace d'un mois a été observée au point GE 4 (différences de 7,5 m entre mai et juin et près de 8 mètres entre juin et juillet).

La plus faible transparence a été observée au mois de mai au point GE 3 avec 3,2 mètres (2,3 m en 1971).

La transparence moyenne annuelle des eaux du Petit Lac a été en 1972 de 8,03 m (7,26 m en 1971); la limpidité des eaux du lac a donc été, en moyenne, un peu plus grande que lors des années précédentes.

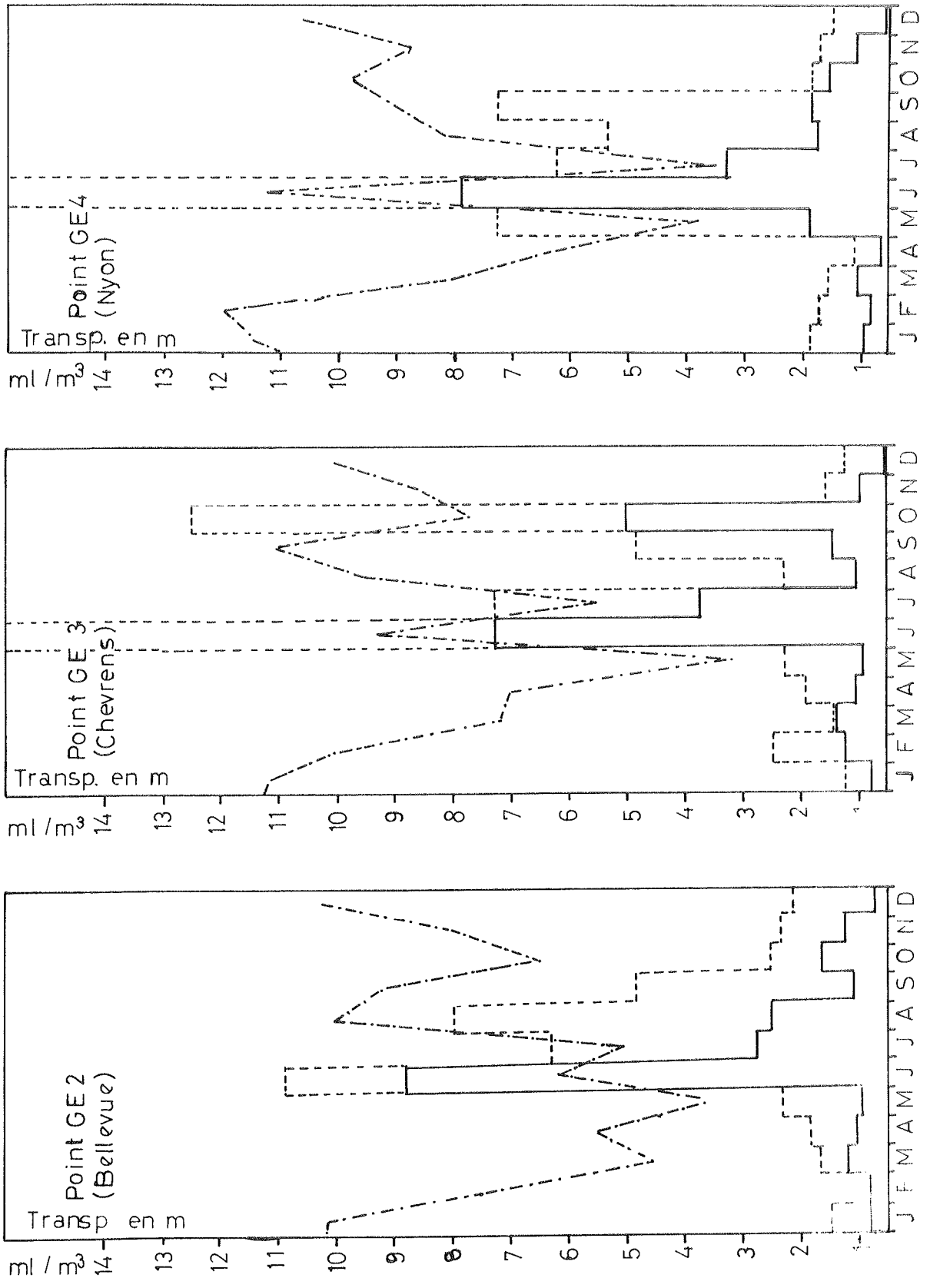
D'une manière générale, on peut attribuer les fortes turbidités des eaux à des poussées de certaines espèces algales du phytoplancton. La clarification spectaculaire des eaux constatée notamment en juin 1972, au point GE 4, était due à un développement extraordinaire du zooplancton (*Daphnia longispina v. hyalina* notamment.)

2.2. Volumes globaux de "net plancton" pêché dans le Petit Lac.

Les volumes moyens annuels de micro- et de macro- plancton recueillis aux trois points GE 2, GE 3 et GE 4 du lac lors de ces quatre dernières années ont été les suivants:

	Microplancton ml/m^3				Macroplancton ml/m^3			
Années	GE 2	GE 3	GE 4	Moy.	GE 2	GE 3	GE 4	Moy.
1969	1,83	1,96	2,04	1,94	1,75	1,94	1,96	1,88
1970	2,14	2,15	2,39	2,22	1,91	1,92	2,03	1,96
1971	3,38	3,63	4,13	3,72	4,58	5,30	5,65	5,18
1972	1,94	2,13	1,95	2,01	3,72	4,82	4,84	4,46

Fig. 1 - Variations mensuelles des volumes de microplancton (——)
de macroplancton (-------) et de la transparence (—·—·—)
des eaux du Petit-Lac en 1972



De l'examen de ce tableau il ressort que les volumes moyens de microplancton et de macroplancton pêchés en 1972 ont été, pour tous les points d'observation, plus faibles qu'en 1971, mais néanmoins plus élevés qu'en 1969-1970.

Etant donné les imperfections des techniques de récolte du plancton à l'aide de filets, nous ne tirerons pas d'autres conclusions de ces observations.

L'étude des variations mensuelles du net-plancton ne fait pas apparaître - sauf pour GE 3 - les deux périodes distinctes des poussées du phytoplancton observées habituellement. Le zooplancton, en revanche, a présenté au cours de l'année deux ou plusieurs périodes d'intense développement.

3. Etude quantitative des différentes espèces composant le "net-plancton".

Dans le tableau n° 1 relatif à l'évolution mensuelle des espèces phytoplanctoniques du Petit Lac ne sont données que les espèces algales qui furent les plus abondantes pendant l'année et dont la fréquence dépassa le 1 % de l'ensemble des individus constituant l'échantillon planctonique. Les nombreuses espèces d'algues dont le développement n'atteignit pas cette proportion au cours de l'année ne sont pas mentionnées. De même, aucun indice d'abondance n'est donné pour les espèces citées dans le tableau lorsque momentanément leur fréquence était inférieure à 1 %.

Le barème de fréquence qui est utilisé est le suivant:

5	organisme dominant	(env. 90 % ou plus)
4	" très abondant	(30 à 90 %)
3	" abondant	(5 à 30 %)
2	" peu abondant	(2 à 5 %)
1	" isolé	(1 à 2 %)

+++ organisme très abondant, mais dont le nombre n'a pas été évalué avec précision (espèces nannoplanctoniques)

Le tableau 1 montre qu'une quinzaine d'espèces d'algues ont été prédominantes dans la composition du net-plancton récolté en 1972. On relève parmi les cyanophycées une espèce nouvelle pour le Léman *(Microcystis aeruginosa)* qui a fait une apparition fugace au mois d'octobre. D'autres espèces d'algues, qui sont apparues pour la première fois ces dernières années dans les eaux lémaniques, se sont maintenues en 1972 et ont montré même une prolifération évidente *(Melosira binderana, Gemellicystis sp)*. On note également, en fin d'année, une subite et importante prolifération de *Mallomonas acaroïdes;* cette chrysophycée, comme d'ailleurs d'autres espèces d'algues de cette classe, s'était fortement raréfiée durant ces dernières années.

4. Dénombrement des organismes du phytoplancton, prélevé à la bouteille ou à l'aide d'un tuyau, au point objectif GE 4 du Petit Lac (Nyon)

4.1. Variation du volume moyen total calculé de la surface au fond (70 m)

(voir tableau 2 et fig 2)

Trois maximums se sont succédé: le premier de mars à mai (20 ml/m^2 en moyenne) dû avant tout aux diatomées et parmi celles-ci à *Stephanodiscus hantzschii;* le second en juillet (26 ml/m^2) qui correspond à la poussée estivale de *Ceratium hirundinella* (86 % du volume du plancton) et le troisième en octobre (14 ml/m^2) qu'il faut attribuer principalement à la zygophycée filamenteuse *Mougeotia gracillima.*

4.2. Du mois d'avril au mois de décembre, le volume total moyen de phytoplancton (en comptant les cryptophycées) est de 11,8 ml/m^2 (10,2 ml/m^2 sans les cryptophycées).

En 1971, le volume total moyen, de mars à décembre, fut de 86,0 ml/m^2; en 1972, il s'établit à 11,9 ml/m^2 soit 7,6 fois moins; cette différence est due avant tout à la faible prolifération de *Ceratium hirundinella* pendant les mois d'été.

4.3. Variations du volume moyen de la surface à 10 m (tableau 3, fig. 3)

On retrouve, bien entendu, les 3 maximums cités ci-dessus. Comme il faut s'y attendre, les concentrations en phytoplancton sont plus importantes dans les 10 premiers mètres de profondeur qu'en dessous. Exemples:

en avril:	0 - 10 m en moyenne:	0,40 ml/m^3 ;	10 - 70 m :	0,29 ml/m^3
en juillet:	0 - 10 m " " :	1,00 ml/m^3 ;	10 - 70 m :	0,27 ml/m^3
en octobre:	0 - 10 m " " :	0,40 ml/m^3 ;	10 - 70 m :	0,17 ml/m^3
s/l'année :	0 - 10 m " " :	0,34 ml/m^3 ;	10 - 70 m :	0,14 ml/m^3

4.4. En 1971, on a mesuré dans les dix premiers mètres, de mars à décembre, un volume moyen de 2,98 ml/m^3 de phytoplancton (0,30 ml/m^3 sans *Ceratium hirundinella).*

En 1972, d'avril à décembre, en incluant les cryptophycées (15 % du total) on mesure 0,34 ml/m^3 et 0,19 ml/m^3 sans Ceratium. Pour les algues autres que *Ceratium* la productivité fut donc plus de 1,6 fois plus faible qu'en 1971; la production de *Ceratium* fut 18 fois plus faible.

5. Pourcentage (volume) des différentes classes et espèces d'algues

(tableaux 3 et 4)

Les diatomées dominent la scène pendant 5 mois consécutifs (de janvier à mai); en mars, elles représentaient le 92 % du plancton. De janvier à mars, c'est *Asterionella formosa* qui prédomine (maximum absolu 18,100 colonies/l en mars) suivie de la diatomée nannoplanctonique *Stephanodiscus hantzschii* (maximum absolu 4,6 millions de cellules/l).

Fig. 2 Variations mensuelles du volume moyen total de phytoplancton (ml/m2) de la surface au fond (70 m) au point GE 4 en 1972

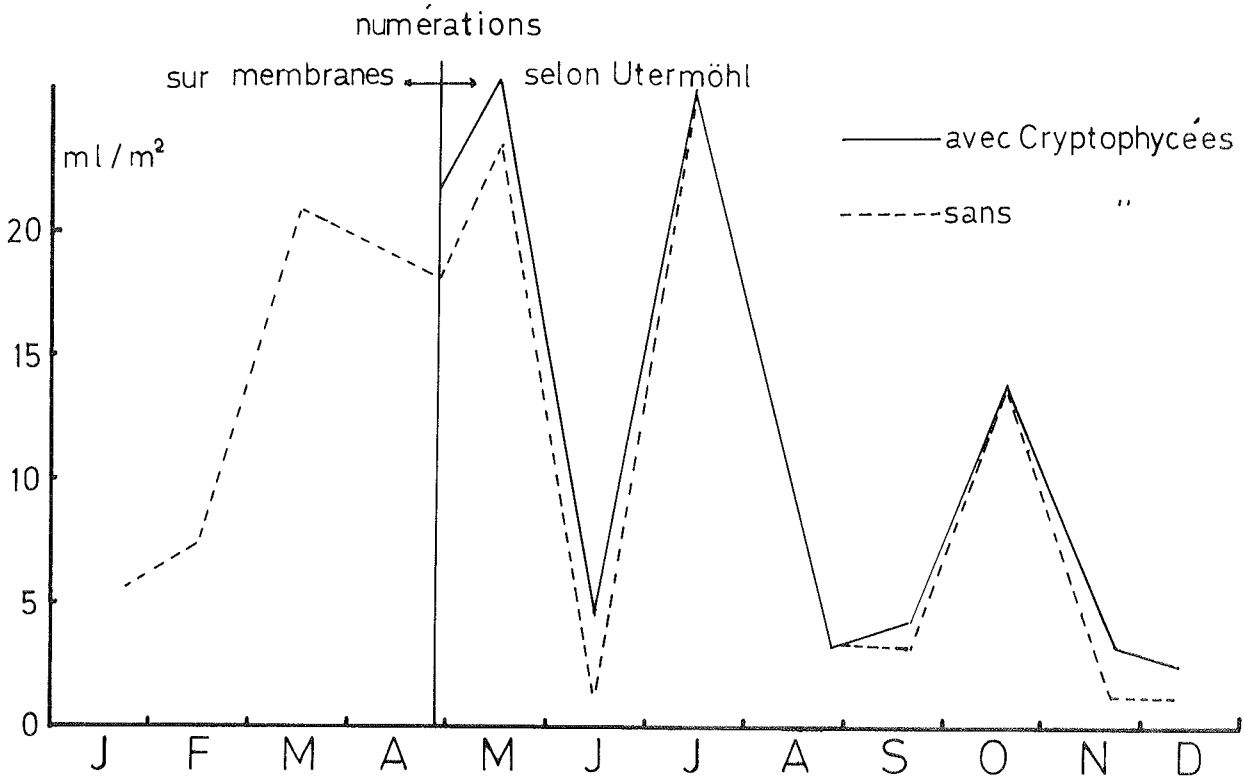
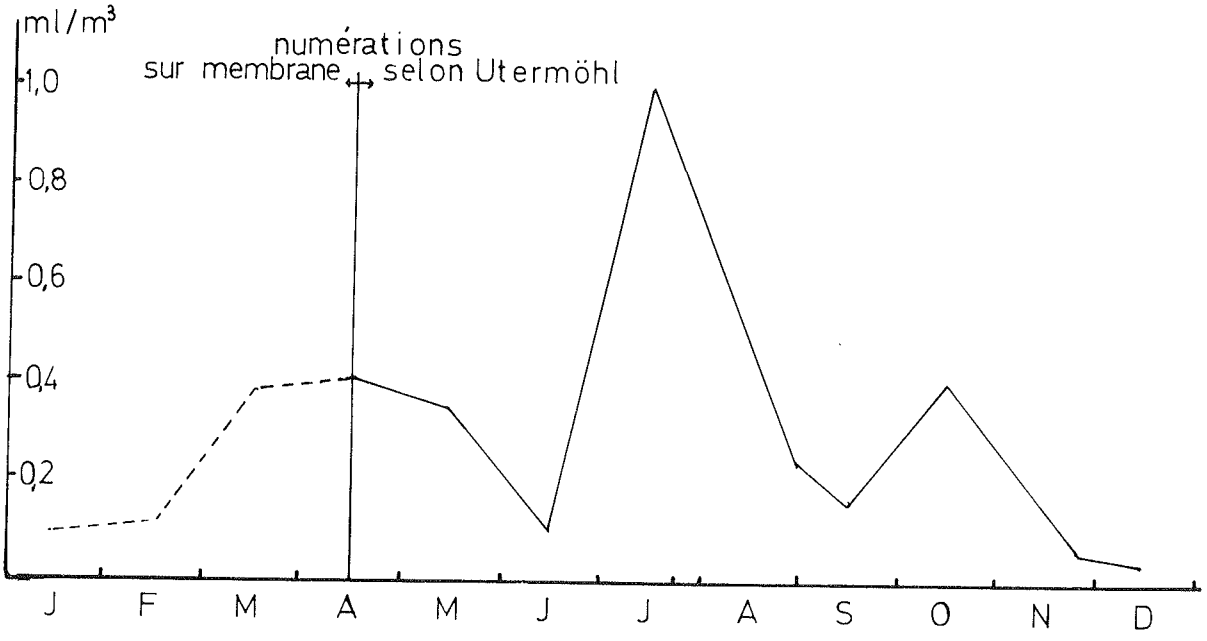


Fig. 3 Variations mensuelles du volume moyen de phytoplancton (ml/ m2) de la surface à 10 m de profondeur au point GE 4 en 1972 (Moyenne : 0,28 ml / m^2).



Pendant les mois les plus pauvres en phytoplancton (juin, septembre, novembre et décembre), les cryptophycées prennent le dessus et plus particulièrement *Chroomonas (= Rhodomonas) minuta var. nannoplanctica* (maximum absolu 1,2 millions/l). Les dinophycées et en particulier *Ceratium hirundinella* n'ont constitué la majeure partie du phytoplancton qu'au mois de juillet et les chlorophycées qu'au mois d'octobre avec les zygophycées filamenteuses du genre *Mougeotia*.

Sur l'ensemble de l'année, les dinophycées viennent en tête, avec un pourcentage moyen de 39,2 %, suivies par les diatomées 31,6 %; les 30 % restant sont partagés entre les cryptophycées et les chlorophycées. Les cyanophycées et les chrysophycées représentent moins du 3 % du volume phytoplanctonique total.

6. Importance du nannoplancton (tableau 3)

L'utilisation pour les numérations planctoniques de la méthode d'Utermöhl à partir de pêches à l'aide d'un tuyau ou de la "bouteille" permet de dénombrer les espèces nannoplanctoniques non retenues par les filets et d'apprécier ainsi l'importance de ces algues minuscules dans l'écologie du Léman.

Principales espèces phytonannoplanctoniques comptées.

Stephanodiscus hantzschii : petite diatomée ceritrique bien connue, a constitué en 1972 plus du 50 % du volume total des diatomées.

Korschikoviella judoyi (G.M. Smith) (= Lamberria) :
chlorococcale fusiforme très fine (20-30 µ long et 2,5-3,5 µ de large) à pied bifide; en 1972, elle fut présente en nombre de juin à octobre (maximum absolu en juillet: 99,000 cellules/l). Selon Bourelly , elle serait épizoïque sur les crustacés planctoniques celles que nous avons observées étaient toujours libres, décrochées de tout support.

Cryptomonas sp.: au moins deux espèces de cryptophycées sont assez abondantes.

Chroomonas (= Rhodomonas) minuta: cryptophycée, présente quasi en permanence avec un maximum moyen en avril de 175.700 cellules/l.

Chroomonas (= Rhodomonas) minuta var. nannoplanctica: très petite cryptophycée permanente dans le phytoplancton du Léman (de 10.000 à plus d'un million de cellules au litre).

Divers:

Monades vertes biflagellées, parfois tetraflagellées (ø variable de 5 à,15 µ), non identifiées, souvent très abondantes (*Chlamydomonas ?, zoospores ?, zygotes ?*)

Micro-algues vertes sans flagelles, non identifiées (ø inférieur à 5 µ) *(Chlorelles ?)* dont le nombre varie au long de l'année de 200.000 à 2,5 millions de cellules au litre (maximum au mois de mai).

Au point objectif GE 4 (Nyon), de la surface à 10 m de profondeur, le nannoplancton a représenté le 31 % du volume moyen de phytoplancton dont 17 % dus à *Stephanodiscus hantzschii*.

TABLEAU No 1 EVOLUTION MENSUELLE DES ESPECES LES PLUS ABONDANTES DU PHYTOPLANCTON DU PETIT LAC DURANT L'ANNEE 1972

Espèces planctoniques	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CYANOPHYCEES												
Microcystis sp. (holsatica)								2	3-4	3-4	3	
Microcystis aeruginosa										1		
DINOPHYCEES												
Ceratium hirundinella	2	1	1	1			4			1-2	2-3	
CHRYSOPHYCEES												
Mallomonas acaroïdes											2-3	
CRYPTOPHYCEES												
Rhodomonas minuta												
v. nannoplanctica						++++			++	++	++	++
DIATOMEES												
Melosira islandica		1	1	4								
Melosira binderana								2-3				
Stephanodiscus hantzschii		+++	+++++	+++++	+++							
Fragilaria crotonensis				2			1-2	1	3	2		
Asterionella formosa	4-5	4-5	5	1			1			1-2		
CHLOROPHYCEES												
Closterium aciculare	2	1										
Staurastrum gracile							3-4	2				
Eudorina elegans							1	1-2				
Dictyosphaerum pulchellum							1					
Sphaerocystis schroeteri								2	2-3			
Gemellicystis sp.									1			
Mougeotia gracillima										2-3		

TABLEAU No 2 VARIATIONS MENSUELLES DU VOLUME MOYEN TOTAL DE PHYTOPLANCTON (ml / m^2) DE LA SURFACE AU FOND (70 m) AU POINT GE 4.

(Les cryptophycées n'ont été comptées qu'à partir du mois d'avril).

Mois	Cryptophycées inclues 1972	Sans les Cryptophycées 1972	Sans les Cryptophycées 1971
Janvier	-	5,7	-
Février	-	7,4	-
Mars	-	20,9	37,1
Avril	21,5	18,0	47,6
Mai	26,4	23,5	18,2
Juin	4,6	1,4	3,5
Juillet	26,0	26,0	10,5
Août	3,4	3,4	172,5
Septembre	4,4	3,3	246,4
Octobre	14,0	14,0	11,9
Novembre	3,4	1,4	5,6
Décembre	2,8	1,3	7,0
Moyenne	11,8	10,5	86,0

TABLEAU No 3 VARIATIONS MENSUELLES DU VOLUME MOYEN DE PHYTOPLANCTON (ml/m^3) DE LA SURFACE A 10 METRES DE PROFONDEUR AU POINT GE 4 (1972)

Répartition selon les principales d'algues représentées

numération sur membrane Numération selon Utermöhl

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne	%
Diatomées	0,069	0,097	0,254	0,249	0,216	0,007	0,038	0,131	0,015	0,018			0,092*	31,6
Euchloro-phycées	0,001		0,005	0,004	0,025	0,006	0,048	0,010	0,004	0,010	0,002	0,003	0,010	3,4
Zygo-phycées	0,007	0,004					0,060	0,005	0,016	0,180	0,002		0,023	7,9
Dino-phycées	0,009	0,006	0,019	0,010	0,085	0,040	0,900	0,040	0,054	0,167	0,027	0,010	0,114	39,2
Crypto-phycées				0,030	0,046	0,154	0,017	0,017	0,070	0,025	0,031	0,025	0,044	15,1
Cyano-phycées / Chryso-phycées								0,008					0,008	2,7
Total	0,086	0,107	0,278	0,293	0,372	0,207	1,063	0,214	0,159	0,400	0,062	0,038	0,291	

* Stephanodiscus hantzschii : 0,048 ml/m^3 : 52,2 % des diatomées.

Nannoplancton : 0,087 ml/m^3 (0,039 + 0,048) : 30,7 % du plancton total.

TABLEAU No 4

POINT GE 4 ESPECES ET CLASSES DOMINANTES EN 1972

Mois	Espèces	%	Classes	%
Janvier	Asterionella formosa	58	Diatomées	81
Février	Asterionella formosa	70	Diatomées	90
Mars	Asterionella formosa	43	Diatomées	92
	Stephanodiscus hantzschii	43	Diatomées	
Avril	Stephanodiscus hantzschii	55	Diatomées	62
Mai	Stephanodiscus hantzschii	58	Diatomées	58
Juin	Rhodomonas minuta v. nannoplanctonica	44	Cryptophycées	65
Juillet	Ceratium hirundinella	81	Dinophycées	90
Août	Melosira binderana	51	Diatomées	59
Septembre	Cryptomonas sp.	45	Cryptophycées	48
	Ceratium hirundinella	28	Dinophycées	37
Octobre	Mougeotia sp.	50	Chlorophycées	53
Novembre	Rhonomonas minuta v. nannoplanctonica	47	Cryptophycées	60
Décembre	Rhodomonas minuta v. nannoplanctonica	48	Cryptophycées	60

EXAMENS BACTERIOLOGIQUES DES EAUX DU LEMAN

Campagne 1972

par Roger Revaclier

Service d'Hydrobiologie du
canton de Genève

1. INTRODUCTION

L'étude et le contrôle bactériologique des eaux du Léman ont été poursuivis en 1972. Les résultats des 5546 analyses effectuées sont regroupés et commentés sommairement dans le rapport qui suit.

1.1. La localisation géographique des 15 points de contrôles et de prélèvements et le choix des profondeurs n'ont pas changé par rapport aux années précédentes.

A quelques exceptions près, les prélèvements ont été faits à la cadence d'une série par mois.

1.2. On a cherché:

a) dans tous les prélèvements:

- les germes totaux (plate count agar) (1286 analyses)
- les coliformes (membranes filtrantes, milieu endo) (1286 analyses)

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

- les streptocoques fécaux (membranes filtrantes, M-entérococcus-agar) (743 analyses)

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

- les Clostridiums sulfito-réducteurs (membranes filtrantes, Wilson Blair agar) (500 analyses)
- les bactériophages fécaux: - b - Coli 36
  - b - Shigella paradysenteriae
  - b - Salmonellas paratyphi B
  (- b - Salmonellas typhi)
  (au total 1697 analyses)

Les techniques utilisées ont été publiées dans les rapports précédents.

2. LES GERMES TOTAUX

2.1.1. Evolution comparée des concentrations des eaux du Léman en bactéries aérobies aux différents points étudiés.

Dans le tableau n° 1, les points de prélèvements du Léman ont été classés suivant la répartition des fréquences de leurs diverses concentrations en germes/ml trouvées au cours de l'année 1972.

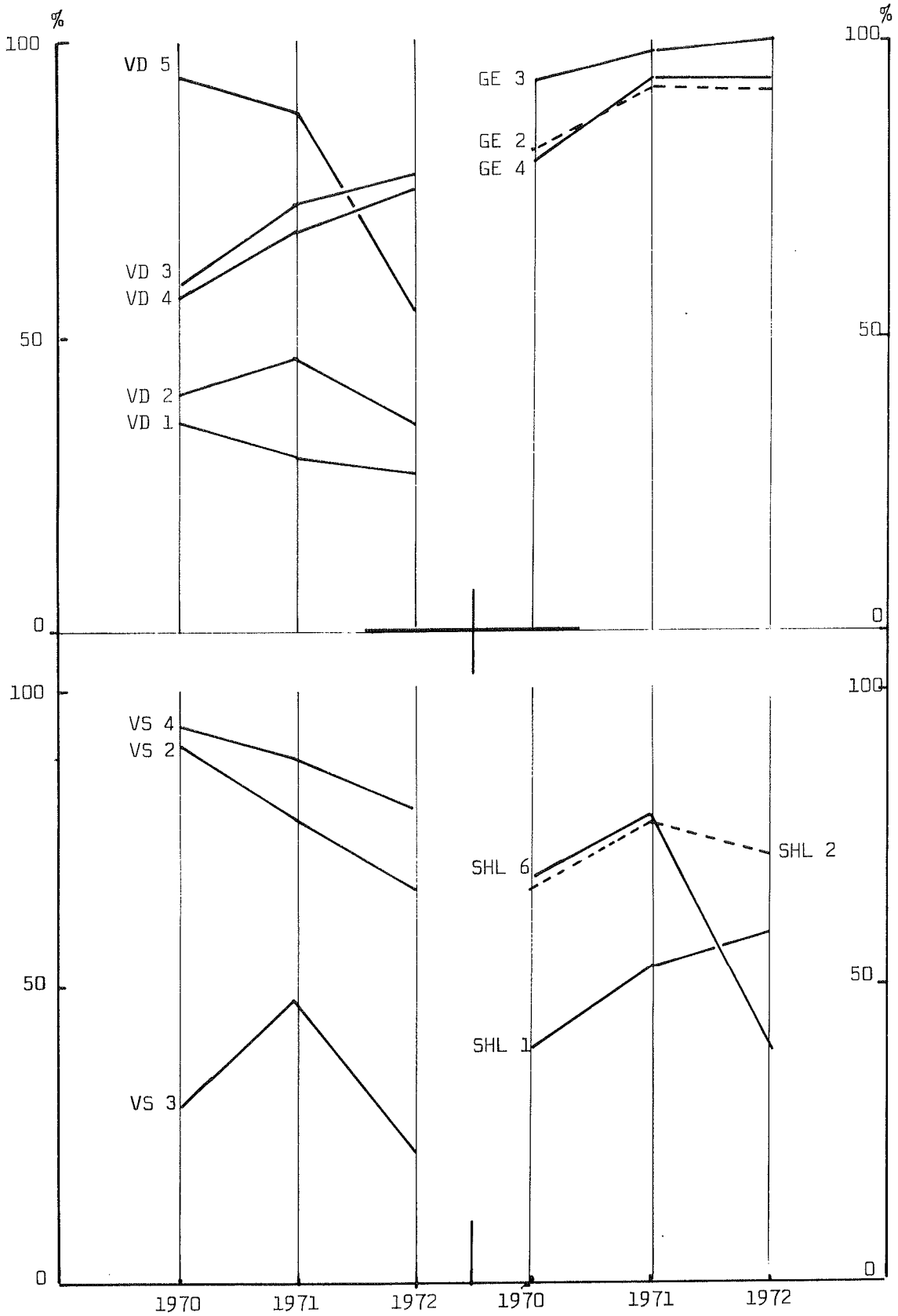
Si l'on compare les fréquences des échantillons pauvres en bactéries (moins de 2000 germes/ml) de 1972 à celles de 1971, on s'aperçoit que pour 8 points de prélèvements du Grand Lac sur onze, cette fréquence a diminué et qu'elle a été, en moyenne, abaissée de 68 % à 56 %. Dans le Petit Lac, cette même fréquence s'est maintenue aux alentours de 95 %. De plus, la fréquence des échantillons les plus riches en germes (plus de 6000 germes/ml) a plus que doublé dans le Grand Lac: 24 % en 1972 contre 10 % en 1971; dans le Petit Lac elle est pratiquement restée nulle.

La figure n° 1 montre le sens de l'évolution des fréquences des échantillons contenant moins de 2000 germes/ml pour chaque point de prélèvement de l'année 1970 à l'année 1972. La fréquence choisie diminue depuis 1970 en quatre points, tous situés dans le Grand Lac, à savoir: VS 2 (le Bouveret), VS 4 (St Gingolph), VD 1 (Montreux) et le point VD 5 (Rolle) dont la dégradation s'est considérablement accrue en 1972; cette même fréquence, augmentée en 1971, a diminué en 1972, s'abaissant à un niveau inférieur à celui de 1970 en trois points, toujours situés dans le Grand Lac: VS 3 (Villeneuve), VD 2 (Vevey) et surtout SHL 6 (Evian).

Les points restant se partagent entre ceux dont les fréquences pauvres en germes n'ont que peu diminué par rapport à 1971: SHL (Centre-lac) GE 2 (Bellevue) et GE 4 (Nyon) et quatre points pour lesquels 1972 a marqué un accroissement de ces mêmes fréquences: VD 5 (Rivaz), VD 4 (Vidy), SHL 1 (Thonon) et GE 3 (Chevrens) dans une moindre mesure.

Autrement dit et pour résumer: en 1972, la fréquence des concentrations supérieures à 2000 germes/ml a augmenté en 7 points, tous situés dans le Grand Lac, - en moyenne pour ces 7 points 54 % des échantillons étaient supérieurs à 2000 germes/ml en 1972 contre 34 % en 1970; pour les 7 autres points la fréquence étudiée est restée inférieure à celle de 1970 - en moyenne 19 % en 1972 contre 32 % en 1970 (VD 3, VD 4, SHL 2, GE 2, GE 3 et GE 4).

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



2.1.2. La carte du Léman (carte n° 1) "Fréquence en % des échantillons contenant plus de 2000 germes/ml" présente comme dans les rapports précédents, de façon très schématique la richesse relative moyenne en germes des différentes régions du lac en 1972. La comparaison avec la carte établie en 1971 recoupe ce qui a été exposé au paragraphe précédent.

2.2. Variations de la teneur en bactéries dans les eaux du Léman au cours de l'année 1972.

2.2.1. Grand Lac (tableau n° 2)

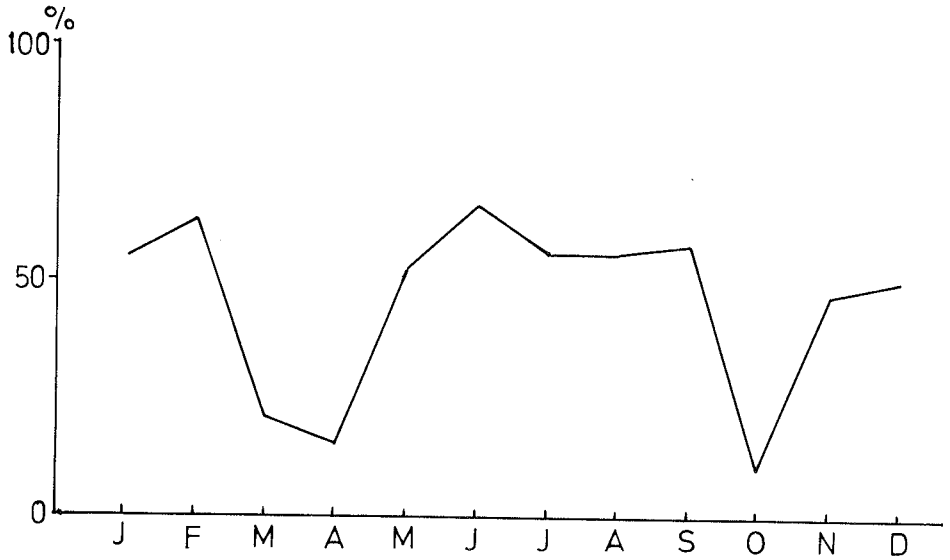
Les concentrations mensuelles moyennes en germes, de la surface à 50 mètres de profondeur, des eaux du Grand Lac ont présenté des variations d'une amplitude très importante en 1972. On enregistre, en effet, une teneur maximum de 29'489 germes/ml au mois de septembre et une teneur minimum de 704 germes /ml au mois d'avril. Le maximum moyen enregistré en 1971 fut de 4'058 et le minimum de 979 germes/ml.

Si l'on détermine les variations de la fréquence mensuelle moyenne des échantillons contenant plus de 2000 germes/ml (figure n° 2), on remarque immédiatement que cette fréquence passe par 2 minimums importants: le premier en mars-avril (avril 15 %) et le second en octobre (20 %) encadrant un maximum amorcé en mai et terminé en septembre (juin 65,8 %).

Les moyennes mensuelles au point pélagique SHL 2 passent par 3 minimums: le premier qui s'étend du mois de février (138 germes/ml) au mois de mai, le second en juillet (987 germes/ml), et le troisième en octobre (529 germes/ml).

En ce point, les mois les plus riches en germes sont les mois de juin (3'111 germes/ml) et surtout d'août et de septembre puisque les eaux du Centre Lac ont compté alors plus de 9'000 germes/ml. En 1971, les concentrations mensuelles moyennes n'ont jamais dépassé 4'823 germes/ml.

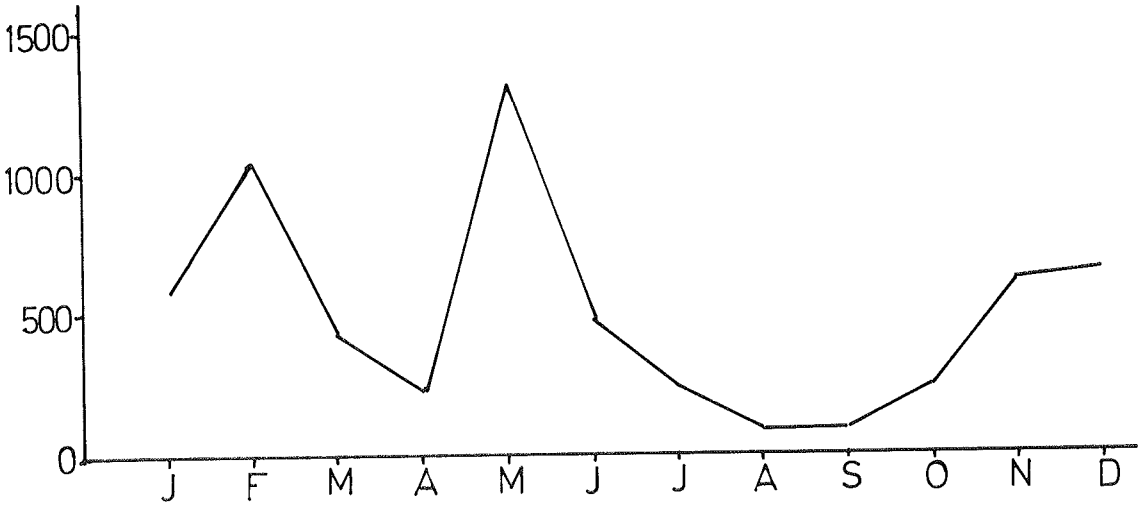
Fig. 2. Germes totaux - Grand Lac - Fréquences annuelles moyennes des échantillons contenant plus de 2000 germes/ml.



2.2.2. Petit Lac (figure n° 3)

Pour le Petit Lac, l'amplitude des variations des moyennes mensuelles prises de la surface à 50 mètres de profondeur est plus faible que dans le Grand Lac: la concentration moyenne maximum se situe en mai avec 1'303 germes/ml et la concentration moyenne minimum en septembre avec 79 germes/ml. Il faut toutefois remarquer que les trois points de prélèvement du Petit Lac, tous situés loin des rives et presque sur le même axe, montrent une certaine discordance quant aux variations de leur moyenne mensuelle en bactéries. En allant d'amont en aval, on constate que le point GE 4 enregistre une teneur en germes importante en mai avec 3'570 germes/ml, alors qu'à la même époque GE 3 et GE 2 n'ont respectivement que 250 et 400 germes/ml et que, au mois de février, la concentration au point GE 2 est de 2'440 germes/ml contre 570 pour GE 3 et 660 germes/ml pour GE 4. Malgré cela, l'allure générale de la variation moyenne montre que le Petit Lac est relativement pauvre en bactéries aérobies saprophytes du mois de mars au mois d'octobre, soit pendant une période d'environ 8 mois.

Fig. 3. Germes totaux par ml - Petit Lac - Moyennes mensuelles en 1972.



2.3. Evolution des concentrations annuelles en germes totaux des eaux du Léman depuis 5 et 10 ans.

La valeur de la concentration moyenne annuelle en germes totaux de chaque point pour l'année 1972, ainsi que la valeur des moyennes établies pour les 5 et 10 années précédentes, se trouvent réunies dans le tableau n° 3.

Il ressort de cette comparaison que, en 1972, huit points de prélèvements, tous situés dans le Grand Lac, ont 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 6; parmi ceux-ci, 6 points ont une moyenne annuelle record jamais vue depuis 10 ans:

VS	3	15'297	germes/ml
VD	1	11'711	"
VD	2	13'090	"
VD	5	13'053	"
SHL	1	14'260	"
SHL	6	40'745	"

La moyenne du point SHL 2 est inférieure à celle des 5 dernières années, mais supérieure à celle des 10 dernières années.

D'autre part, seuls 6 points ont eu, en 1972, une moyenne inférieure à celle des années précédentes: il s'agit de VD 3 et VD 4 dans le Grand Lac et des 4 points du Petit Lac (GE 1, 2, 3 et 4).

3. LES COLIFORMES

3.1.1. Comparaison des teneurs en coliformes des eaux du Léman aux différents points étudiés en 1972.

Comme pour le rapport établi en 1971, les différents points de prélèvement ont été classés selon la répartition des fréquences des différentes concentrations en coli/l décelées au cours de l'année 1972 (tableau n° 4).

Il ressort de ces résultats que, pour l'ensemble du Léman, la fréquence des échantillons relativement riches en coliformes (plus de 600 coli/l) a nettement augmenté en 1972 et a même atteint une valeur supérieure à celle de 1970: 43 échantillons sur 100 contenaient plus de 600 coli/l en 1972 contre 33 % en 1970.

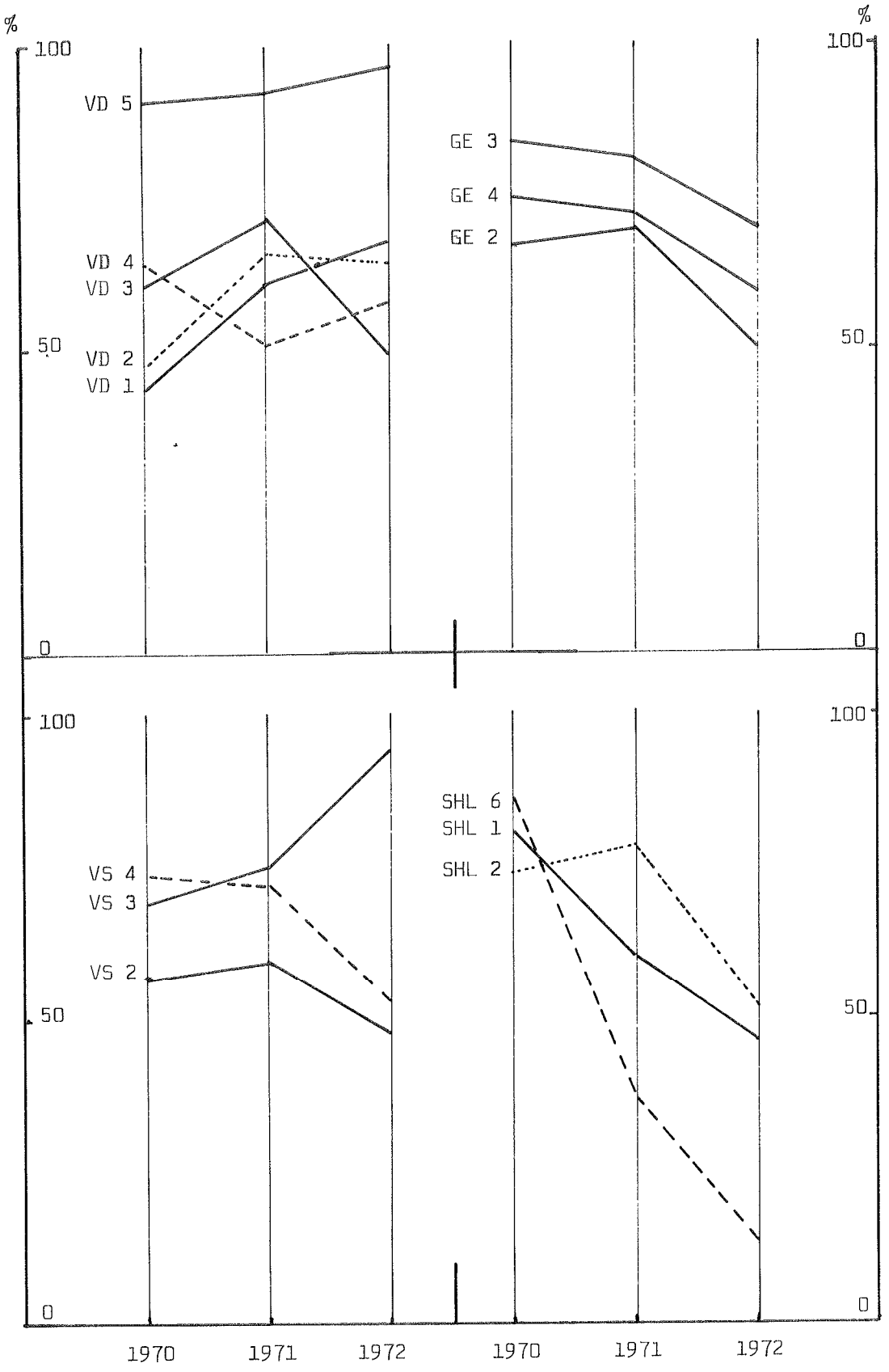
La situation du Petit Lac, en ce qui concerne les coliformes, qui s'était améliorée en 1971, a de nouveau régressé et redevient comparable à celle du Grand Lac.

La figure n° 4 permet d'envisager l'évolution de la situation de chaque point depuis 1970.

La valeur de la fréquence des échantillons relativement pauvres en coliformes (moins de 600 coli/l) des points VS 2, VD 3, SHL 1, 2, 6, et GE 2, 3, 4, soit 9 points sur un total de 14, redescend au-dessous de la valeur de la fréquence de 1970; parmi ces points, il faut signaler les points SHL 1 (Thonon) et SHL 6 (Evian) qui poursuivent une dégradation rapide amorcée en 1971. Le point SHL 6, situé au large d'Evian, se révèle être le point le plus souillé du Léman puisque 87 prélèvements sur 100 contenaient plus de 800 coli/l.

Enfin, la valeur de la fréquence considérée dans la figure 4 augmente de façon continue depuis 1970 en trois points, à savoir VS 3, VD 1, VD 5 (Rolle) qui reste comme précédemment le point le plus pauvre en coliformes de tout le Léman.

Fig. 4 Fréquences des échantillons contenant moins de 600 coliformes par litre en 1970, 1971 et 1972



3.2.1. La carte du Léman n° 2 (Fréquence en % des échantillons contenant plus de 200 coliformes/litre) montre schématiquement la richesse relative moyenne en coliformes des différentes régions du lac en 1972.

Si l'on compare cette carte à celle de 1971, l'aggravation globale de la situation décrite au paragraphe précédent apparaît immédiatement. Remarquons simplement que la zone la plus contaminée semble s'étendre à présent jusqu'au point SHL 2 Centre Lac et que la région du Léman située à l'embouchure du Rhône (Bouveret) qui s'était déjà améliorée en 1970 a poursuivi cette amélioration en 1972.

3.2. Comparaison des moyennes annuelles en coliformes par litre des années 1970, 1971 et 1972 (tableau n° 5)

La moyenne annuelle des concentrations en coliformes des eaux du Grand Lac dans son ensemble a triplé en 1972, par rapport à celle de 1971 et elle a doublé dans le Petit Lac; par rapport à 1970, la moyenne annuelle a quintuplé dans le Grand Lac et seulement doublé dans le Petit Lac.

9 points de prélèvement enregistrent, en 1972, la moyenne la plus forte des trois années considérées: VD 1, VD 3, SHL 1, SHL 2, SHL 6, GE 2, GE 3, GE 4 et GE 1 et 5 points une moyenne plus faible: VS 2, VS 3, VD 1, VD 2, VD 4 et VD 5.

3.3. Variations de la concentration annuelle moyenne en coliformes par litre au cours de l'année 1972.

3.3.1. Grand Lac.

L'évolution des concentrations mensuelles moyennes en coliformes de chacun des points du Grand Lac s'est révélée très disparate en 1972 et de ce fait, il ne paraît pas légitime d'en donner une image globale. Remarquons succintement que le minimum estival que l'on avait observé durant de nombreuses années ne s'est réalisé qu'en certains points en 1972, que les mois d'août et de septembre ont été, en moyenne, les mois les plus riches en coliformes et que l'on peut noter deux brefs minimums nettement marqués pour la majorité des points de prélèvement: le premier en mai (370 coli/l en moyenne) et le second en octobre (507 coli/l en moyenne).

3.3.2. Petit Lac.

Les moyennes des concentrations mensuelles en coliformes, après un maximum en février (5033 coli/l en moyenne), diminuent et restent faibles jusqu'en juin (86 coli/l en moyenne) et après un maximum peu marqué en juillet (523 coli/l en moyenne) elles augmentent progressivement, passant de 189 coli/l au mois d'août, à 1'714 coli/l au mois de décembre.

4. LES ENTEROCOQUES

4.1. Les résultats de la recherche des entérocoques (Streptocoques fécaux du groupe D de Lancefield) en certains points du Léman sont consignés dans le tableau n° 6.

En 1972, la contamination des deux points les plus riches en streptocoques fécaux du Grand Lac: VD 4 (Vidy) et SHL 6 (Evian) a pratiquement doublé pour chacun d'eux, par rapport à l'année précédente: VD 4: 337 entéro/l en 1972, 149 entéro/l en 1971; SHL 6: 98 entéro/l en 1972, 47 entéro/l en 1971.

Le point SHL 1 (Thonon) est resté stable avec une concentration de 13 entéro/l, contre 12 en 1971.

La moyenne annuelle en entérocoques du point pélagique SHL 2 Centre Lac a été très importante en 1972 (54 entéro/l en 1971), mais ce résultat est dû à la concentration exceptionnellement élevée trouvée au mois de novembre (592 entéro/l). En effet, la moyenne calculée à partir des 11 autres mois de 1972 donne 5 entéro/l.

Les concentrations annuelles moyennes en entérocoques du Petit Lac ont, elles aussi, augmenté par rapport à 1971 et même par rapport à 1970, pour le point GE 2. Une exception cependant: le point GE 3 dont la concentration moyenne en entérocoques est très proche de celle trouvée en 1971.

En résumé, on peut dire qu'à tous les points étudiés, à deux exceptions près (SHL 1 et GE 3), la concentration moyenne en entérocoques dans les eaux du Léman a été en hausse en 1972.

5. CLOSTRIDIUMS SULFITO-REDUCTEURS

Le tableau n° 7 donne les concentrations mensuelles et annuelles moyennes en Clostridiums sulfito-réducteurs pour les 6 points étudiés.

On s'aperçoit immédiatement, en comparant la moyenne de l'année 1972 à celle dc l'année 1971, de l'augmentation importante de la teneur en spores de Clostridiums des eaux du lac: en moyenne 4 fois plus en 1972 qu'en 1971, dans le Petit Lac; 7 fois plus au point VD 4 et SHL 2 et même 8 fois plus au point GE 2.

6. LES BACTERIOPHAGES FECAUX

6.1. Le tableau n° 8 réunit les fréquences annuelles moyennes des échantillons de 20 ml d'eau contenant au moins 1 phage spécifique des 4 germes test.

On peut constater:

1. - une augmentation de la fréquence du phage de Coli 36 dans la rade de Genève (2 fois plus qu'en 1970) et au point GE 2 (29 % des échantillons contenaient au moins 1 phage); une diminution de cette fréquence au point VD 4, alors que les fréquences des points GE 3 et 4 et SHL 2 se maintiennent identiques à celles de l'année précédente.

2. - une diminution générale des fréquences des phages de Shigella paradysanteriae, sauf au point GE 2; l'amélioration la plus importante est enregistrée pour le point VD 4 où la fréquence est 6 fois plus faible qu'en 1971 (22,6 % en 1971; 3,6 % en 1972).

3. - une réapparition du phage de Salmonella paratyphi-B dans le Petit Lac, au point GE 2 et une disparition -dans 20 ml- de ce phage au point VD 4, ce qui laisse supposer une diminution importante dans les eaux de l'espèce concernée.

4. - une diminution également de la fréquence dans 20 ml du phage de Salmonelle-typhi à VD 4 (Vidy): 2,4 % en 1972 contre 4,9 % en 1971.

En résumé, on constate en 1972 une diminution générale du nombre de phages décelés au point VD 4 (Vidy), une stabilité de la fréquence des différents phages des eaux du Centre Lac (SHL 2) et une certaine dégradation des eaux du Petit Lac, au point GE 2 en particulier.

TABLEAU No 1 NOMBRE DE GERMES PAR ml

REPARTITION EN % SELON LES CONCENTRATIONS

Germes / ml	1972							1972	1971
	0 1000	1000 2000	2000 3000	3000 4000	4000 5000	5000 6000	>6000	>2000	>2000
VS 3	13,0	9,1	15,6	10,4	3,9	3,9	44,2	22,1	47,9
VD 1	15,6	11,7	10,4	9,9	6,5	3,9	41,5	27,3	29,9
VD 2	19,5	15,6	7,8	7,8	6,5	3,9	39,0	35,1	45,5
SHL 6	23,8	14,3	8,3	3,6	1,2	2,4	46,4	38,1	77,1
VD 5	42,8	10,0	2,9	1,4	4,3	1,4	37,2	52,8	88,4
SHL 1	32,4	26,7	10,2	1,9	0,9	0,9	27,8	59,3	52,8
VS 2	36,1	30,1	22,9	4,8	3,6	0	2,4	66,2	78,1
SHL 2	47,2	24,3	6,9	4,9	3,5	2,1	11,1	71,5	78,1
VD 4	59,0	15,7	6,0	3,6	0	0	15,7	74,7	68,9
VD 3	56,9	20,8	5,6	9,7	2,8	2,8	1,4	77,1	72,8
VS 4	61,0	19,5	11,7	3,9	2,6	0	1,3	80,5	89,2
GE 2	81,0	10,7	6,0	1,2	0	0	1,2	91,7	93,1
GE 4	84,4	8,3	2,1	0	3,1	2,1	0	92,7	92,6
GE 3	100,0	0	0	0	0	0	0	100,0	97,7
1972 Grand Lac	37,5	18,8	10,0	5,5	3,0	1,9	23,5	56,3	
Petit Lac	88,8	6,2	2,5	0,4	1,1	0,7	0,4	94,9	
Léman	49,0	16,0	8,1	4,3	2,6	1,6	18,3	65,0	
1971 Grand Lac	47,7	20,2	11,2	6,9	3,2	2,0	10,0		67,9
Petit Lac	84,0	11,7	2,9	0,7	0,7	0	0		95,7
Léman	44,7	33,6	7,5	4,4	2,1	1,2	6,3		78,5

TABLEAU No 2 GERMES TOTAUX PAR ml

MOYENNES MENSUELLES EN 1972

Mois	GRAND LAC	SHL 2	PETIT LAC
Janvier	3'577	2'257	594
Février	3'656	117	1'145
Mars	1'134	443	419
Avril	704	1'553	216
Mai	6'465	533	1'303
Juin	21'981	3'111	478
Juillet	13'457	827	226
Août	12'967	9'287	87
Septembre	29'489	7'683	79
Octobre	974	660	221
Novembre	18'970	1'771	612
Décembre	9'748	2'271	732

TABLEAU No 3

GERMES TOTAUX

MOYENNES ANNUELLES PAR POINT

Point	Moyennes		1962 - 1971		Moyennes de 1972
	sur 10 ans 1962-1971	sur 5 ans 1967-1971	Maxima	Minima	
VS 2	948	1'425	2'620	311	1'633
VS 4	782	1'104	1'495	418	1'250
VS 3	3'549	3'224	10'135	635	15'267
VD 1	3'581	3'921	8'750	977	11'711
VD 2	2'637	3'134	4'992	836	13'090
VD 3	3'553	3'592	8'909	384	1'369
VD 4	6'249	3'219	21'696	2'155	3'092
VD 5	1'433	931	3'311	603	13'053
SHL 1	1'917	2'717	6'180	212	14'260
SHL 2	2'381	3'387	8'100	569	2'901
SHL 6	2'710	4'509	9'780	494	40'785
GE 2	1'040	949	1'526	433	575
GE 3	1'072	860	2'173	449	352
GE 4	1'007	956	1'795	361	688
Grand Lac	2'704	2'833			10'765
Petit Lac	1'040	922			538
Léman	2'347	2'423			8'573

TABLEAU No 4 NOMBRE DE COLIFORMES PAR LITRE

REPARTITION EN % SELON LES CONCENTRATIONS

Point	0 200	200 400	400 600	600 800	> 800	0 600 1972	0 600 1971	0 600 1970
SHL 6	3,6	4,5	4,5	0	86,9	12,6	37,4	86,0
SHL 1	15,7	13,9	16,7	4,6	49,1	46,3	58,5	81,0
VS 2	43,4	1,2	2,4	1,2	51,8	47,0	59,5	57,0
VD 3	33,3	11,1	4,2	4,2	47,2	48,6	72,7	61,0
GE 2	25,0	13,1	10,7	6,0	45,2	48,8	69,2	67,0
VS 4	48,0	2,6	1,3	0	48,0	51,9	71,9	74,0
SHL 2	26,4	13,2	12,5	6,9	41,0	52,1	77,9	70,0
VD 4	43,4	9,6	4,8	8,4	33,7	57,8	51,3	64,0
GE 4	28,1	19,8	11,5	5,2	35,4	59,4	71,9	74,0
VD 2	55,8	7,8	0	5,2	31,2	63,6	66,3	47,0
VD 1	61,0	5,2	1,3	2,6	29,9	67,5	61,0	44,0
GE 3	35,4	20,8	13,5	8,3	21,9	69,7	81,2	84,0
VS 3	75,3	13,0	5,2	5,2	1,3	93,5	75,2	70,0
VD 5	74,3	20,0	1,4	0	4,3	95,7	92,2	91,0
Grand Lac	41,1	9,6	5,9	3,8	39,7	56,6	66,3	67,7
Petit Lac	29,7	18,1	12,0	6,5	33,7	59,8	74,2	66,5
LEMAN	38,5	11,5	7,3	4,4	38,4	57,3	68,0	67,4

TABLEAU No 5

COLIFORMES PAR LITRE

MOYENNES ANNUELLES PAR POINT

Point	1970	1971	1972
VS 2	6'369	13'610	1'268
VS 4	4'000	1'846	1'894
VS 3	704	441	159
VD 1	1'368	2'178	1'935
VD 2	1'650	1'796	861
VD 3	906	490	1'474
VD 4	2'546	3'891	742
VD 5	256	204	172
SHL 1	624	923	18'242
SHL 2	454	391	14'970
SHL 6	924	2'028	32'882
GE 2	634	539	2'126
GE 3	357	363	500
GE 4	597	559	1'271
GE 1	588	608	900
Grand Lac	1'525	2'554	7'562
Petit Lac	542	497	1'004
LEMAN	1'460	2'064	6'089

TABLEAU No 6 ENTEROCOQUES PAR LITRE

Mois	VD 4	SHL 1	SHL 2	SHL 6	GE 1	GE 2	GE 3	GE 4	Petit Lac
Janvier	987	16	27	139	70	31	39	18	32
Février	984	9	8	283	70	473	9	28	145
Mars	21	17	5	36	0	18	5	5	7
Avril	1	4	2	412	0	0	0	0	0
Mai	266	9	3	91	0	3	0	0	1
Juin	136	17	5	24	0	6	0	0	2
Juillet	80	0	0	4	0	0	1	0	0
Août	49	1	0	6	0	0	0	0	0
Septembre	213	7	0	7	10	0	1	3	4
Octobre	11	4	1	31	0	3	0	17	5
Novembre	50	51	592	119	140	147	15	40	86
Décembre	1203	17	3	21	30	179	10	72	73
Moyenne 1972	337	13	54	98	27	72	4	15	30
Moyenne 1971	149	12	9	47	19	9	5	8	10
Moyenne 1970	-	-	17	-	38	18	9	17	19

TABLEAU No 7 CLOSTRIDIUMS SULFITO-REDUCTEURS PAR LITRE

Mois	VD 4	SHL 2	GE 1	GE 2	GE 3	GE 4	Petit Lac
Janvier	23	10	10	9	9	3	8
Février	250	12	0	97	10	19	35
Mars	49	6	30	29	5	10	19
Avril	57	9	10	3	3	6	6
Mai	129	10	10	6	4	2	6
Juin	50	5	0	1	4	0	1
Juillet	86	0	0	0	1	2	1
Août	70	2	0	1	3	1	1
Septembre	54	1	0	3	1	3	2
Octobre	21	7	0	21	10	8	10
Novembre	71	15	10	101	24	43	45
Décembre	217	3	30	124	40	55	62
Moyenne 1972	90	7	8	33	10	13	16
Moyenne 1971	13	1	1	4	5	4	4

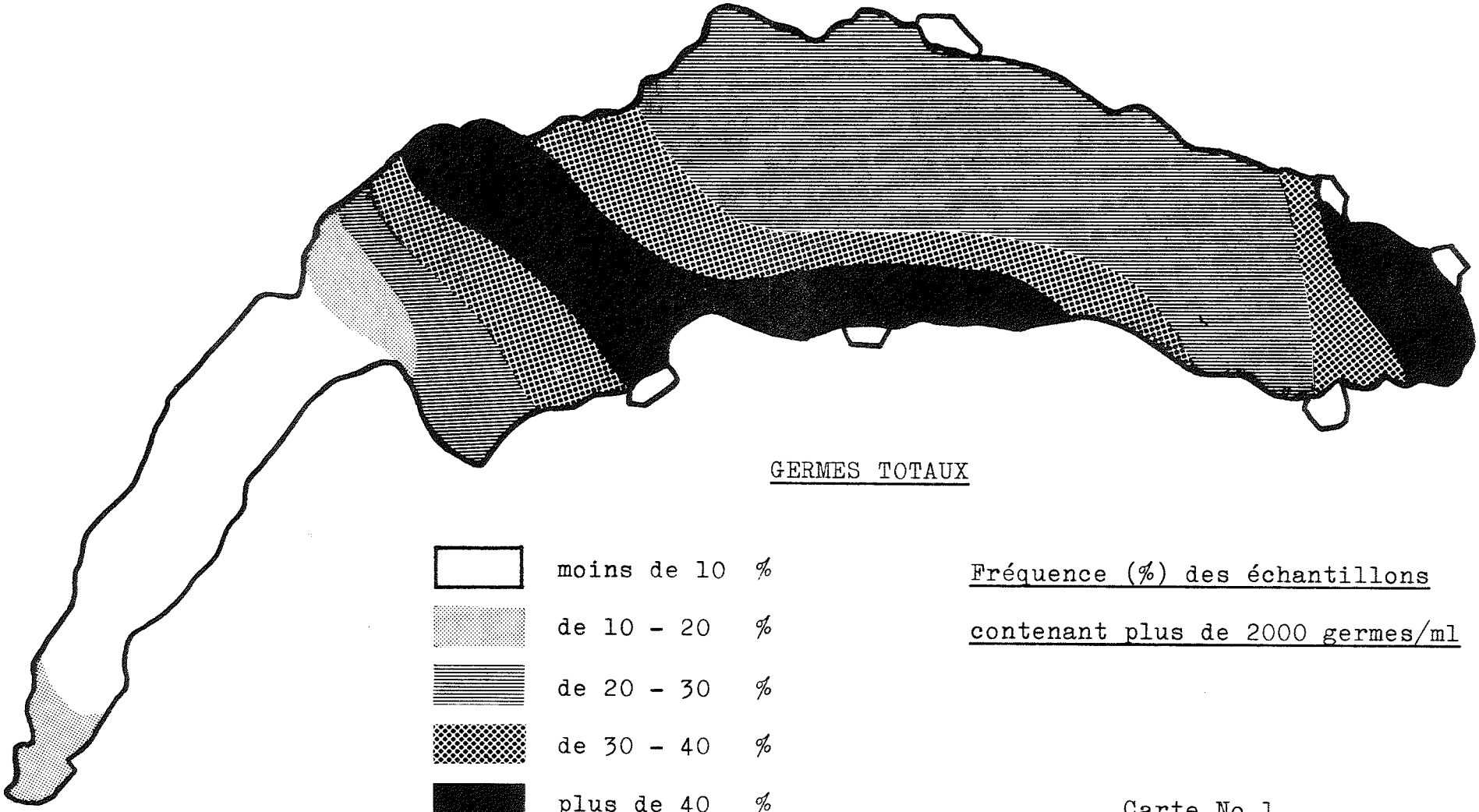
TABLEAU No 8

BACTERIOPHAGES PAR 20 ml

% D'ECHANTILLONS POSITIFS

Point	Coli 36			Shigella paradysent.			Salmonella paratyph. B		
	1970	1971	1972	1970	1971	1972	1970	1971	1972
VD 4	-	53,5	38,1	-	22,6	3,6	-	7,2	0
SHL 2	19,4	12,0	11,8	18,1	11,3	5,6	0,7	0	0
GE 1	25,0	16,7	50,0	25,0	33,3	16,7	0	0	0
GE 2	19,0	20,2	28,6	16,7	15,5	16,7	0	0	4,5
GE 3	18,7	11,5	11,5	14,6	14,6	7,3	1,0	0	0
GE 4	27,1	13,5	13,5	27,0	9,4	6,3	0	0	0
Petit Lac	22,4	14,9	25,9	20,8	13,9	11,8	0,6	0	1,1

VD 4 Salmonella typhi : 2,4 % en 1972 (4,9 % en 1971).



GERMES TOTAUX

moins de 10 %

de 10 - 20 %

de 20 - 30 %

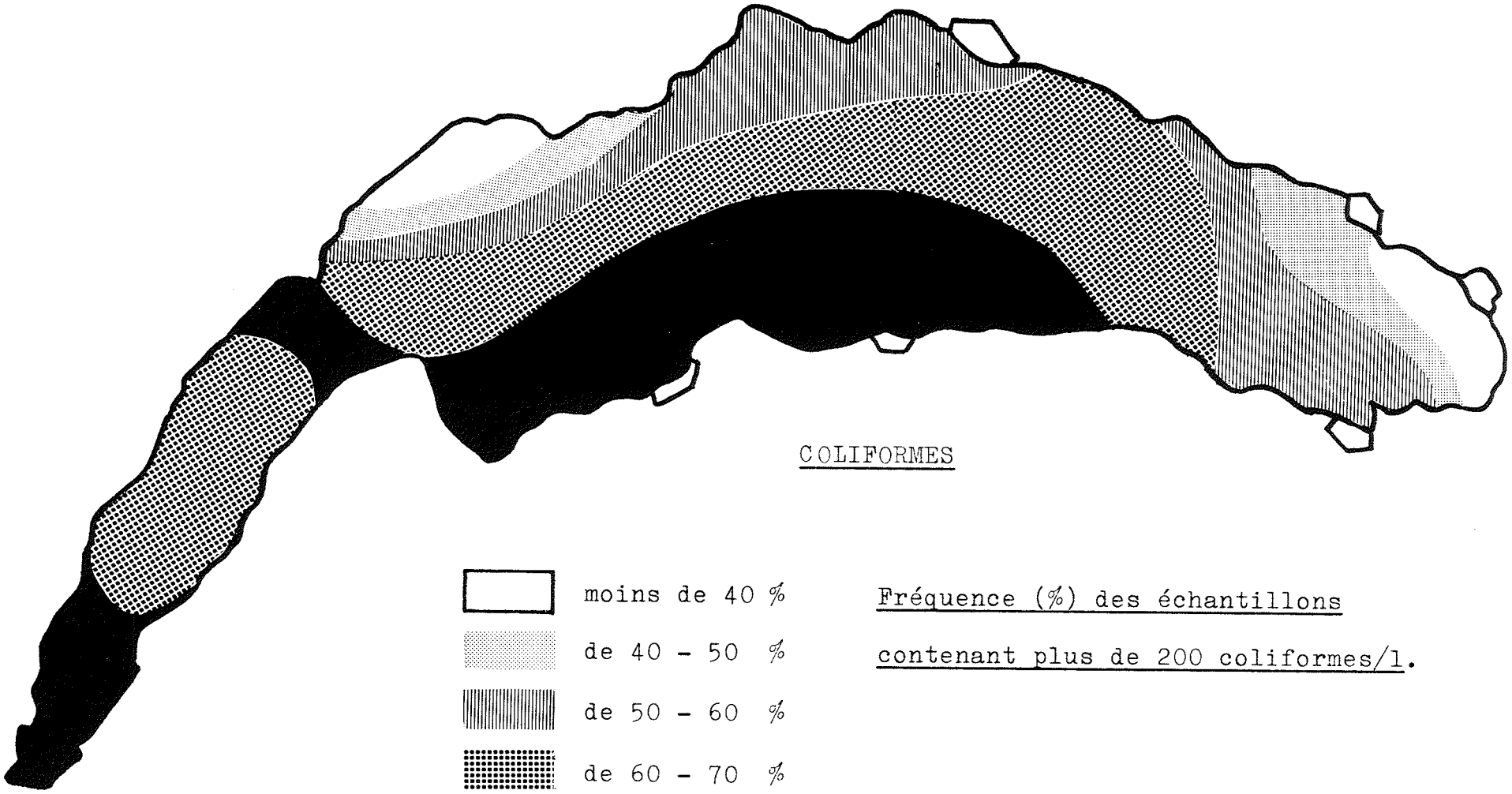
de 30 - 40 %

plus de 40 %

Fréquence (%) des échantillons

contenant plus de 2000 germes/ml

Carte No 1



COLIFORMES

moins de 40 %

de 40 - 50 %

de 50 - 60 %

de 60 - 70 %

plus de 70 %

Fréquence (%) des échantillons contenant plus de 200 coliformes/l.

Carte No 2

CONCLUSIONS GENERALES SUR L'EVOLUTION DU LEMAN

EXAMENS PHYSICO-CHIMIQUES
EXAMENS BIOLOGIQUES
EXAMENS BACTERIOLOGIQUES

D'une manière générale, la vie du lac en 1972 a dépendu dans une large mesure des conditions météorologiques, qui se sont caractérisées par un hiver relativement doux, suivi d'une année peu ensoleillée.

Pour l'année 1972, les observations suivantes peuvent être faites :

1. EXAMENS PHYSICO-CHIMIQUES

1.1. Du point de vue de la transparence de l'eau, on observe une légère amélioration moyenne, la transparence du lac ayant passé de 6,73 m en 1971 à 7,03 m en 1972. Mais l'évolution est différente suivant les régions, et il faut se garder de généraliser.

En réalité, la situation s'est désagrégée dans la partie orientale du lac, déjà fortement obérée, soit sur les rives valaisanne et vaudoise de Villeneuve à Rivaz.

Sur l'Axe Ouchy-Evian, on observe une légère baisse de la transparence de l'eau, faible, mais réelle sur la rive nord, plus accentuée dans la région pélagique (station SHL 2) et sur la rive sud.

La seule région du lac où la situation s'est améliorée est la région occidentale. Il s'agit, pour le Grand Lac, de l'axe Rolle-Thonon, spécialement près de la rive nord et dans la région pélagique. La transparence ne varie pas dans la baie de Thonon. Cette situation favorable de l'ouest du Grand Lac explique l'évolution mathématique de l'ensemble.

Dans le Petit Lac, par contre, l'évolution est fortement positive. La transparence de l'eau passe de 6,66 m en 1971 à 8,03 m en 1972. Seule la station GE 2 (fosse de Bellevue), ne participe pas à cette amélioration, dont la cause est à rechercher, partiellement tout au moins, dans la forte diminution du phyto-plancton. Il faut ajouter que l'amélioration de 1972 fait suite à une forte dépréciation en 1971.

Il faut donc se garder de tirer des conclusions hâtives sur une amélioration éventuelle de la transparence de l'eau du lac.

1.2 Du point de vue thermique, l'évolution du lac en 1972 a été "terne". A un hiver peu rigoureux a succédé un été relativement froid qui n'a pas même compensé les faibles pertes calorifiques de l'hiver précédent. Ce déficit a affecté surtout les mois de printemps et d'été, notamment mai et août. Les couches superficielles du lac, de 0 à 10 m, se sont refroidies. En dessous, on observe, en moyenne un léger réchauffement qui s'accentue jusqu'à 50 m de profondeur, et diminue plus profondément pour être insi-

gnifiant dans les grandes profondeurs. Le bilan montre un léger réchauffement moyen du lac, dont la température passe de 6,11°C en 1971 à 6,37°C en 1972

1.3 Le pH moyen du lac reste toujours très bas. Il est conditionné par l'évolution météorologique de l'année et, pour les couches superficielles, par la diminution du plancton. La situation dans le fond du lac reste "critique". On y a observé la valeur moyenne de 7,37 , une des plus basses relevées jusqu'à maintenant. Le minimum observé, 7,20 unités de pH, est un minimum absolu, rencontré déjà une seule fois seulement au cours de 16 années d'étude.

1.4. La concentration en oxygène du lac a, en moyenne, baissé, au gré d'un hiver peu rigoureux, qui n'a pas permis un renouvellement en oxygène satisfaisant du lac. L'amélioration constatée les deux années précédentes est annulée. Le phénomène est encore aggravé par le fait que la consommation d'oxygène dans le fond du lac n'a manifestement pas diminué.

En 1972, la concentration - en moyenne pondérée - n'est plus que de 9,18 mg O_2/l, avec un taux de saturation de 80,4 %.

Les seules améliorations constatées, faibles d'ailleurs, se situent entre 10 et 50 mètres de profondeur. Elles peuvent être mises en relation avec la diminution de la production de phytoplancton par rapport à l'année précédente.

En hiver, le lac n'a gagné que 0,91 mg/l en moyenne, soit 6,5 % en taux de saturation. En été, il a perdu 1,30 mg/l, ou 6,9 % en taux de saturation.

Au point de vue de la provision annuelle d'oxygène, le déficit de l'année 1972 est de l'ordre de 30'000 à 35'000 tonnes. La provision annuelle moyenne n'est plus que de 816'000 tonnes, chiffre le plus bas jamais enregistré depuis 1957 pour une moyenne annuelle.

Le déficit le plus important se situe dans les couches profondes. A 300 m de profondeur, la concentration moyenne n'est plus que de 5,49 mg/l -46,1 % du taux de saturation - avec un minimum de 3,27 mg/l (27,6 %).

La diminution en une année a été particulièrement rapide, laissant augurer une année 1973 encore plus déficitaire.

Le Léman ne vit actuellement que sur ses réserves. Il n'y a actuellement aucun signe quelconque que le pouvoir auto-épurateur du lac soit amélioré par l'installations de stations d'épuration. Celles-ci ont été mises en service à des dates trop récentes.

1.5. Quant à l'azote ammoniacal, nous ne pouvons que répéter les conclusions rédigées l'année dernière :

Que l'on considère la teneur en ammoniaque du lac au point de vue de sa fréquence, de sa répartition géographique, de sa concentration ou de son tonnage, jamais la situation n'a été si mauvaise qu'en 1972. Elle s'est aggravée depuis 1971, sauf dans le Petit Lac, où la situation au point de vue fréquence et concentration est la meilleure enregistrée depuis longtemps.

La fréquence de l'ammoniaque a passé de 68 % en 1971 à 78 % en 1972. En moyenne arithmétique, la concentration a légèrement augmenté de 0,022 à 0,023 mg N/l en 1972. Mais, en moyenne pondérée, elle passe de 0,012 mg N/l en 1971 à 0,016 mg N/l en 1972, soit une augmentation de 33 %.

Le tonnage moyen passe de 1100 tonnes en 1971 à 1460 tonnes en 1972.

Les concentrations moyennes dans les couches profondes se sont accrues.

Toutes les valeurs citées plus haut concernant l'année 1972 sont des records absolus jamais encore enregistrés depuis 1957.

1.6. La concentration moyenne des nitrites a augmenté en 1972, en moyenne arithmétique. Les nitrites sont un peu moins fréquents que l'année passée, mais ils sont souvent en concentration individuelle élevée. Le tonnage n'a guère augmenté, mais il est le plus élevé de ces six dernières années (149 t). Il n'y a donc aucune amélioration quelconque.

1.7. La concentration de l'azote nitrique, en moyenne arithmétique ou pondérée, a augmenté dans le Léman. Cela est dû d'une part à la faible consommation pendant la période estivale, d'autre part à une accumulation toujours croissante dans les couches profondes du lac.

La concentration moyenne actuelle est de 0,31 mg N/l en moyenne arithmétique et de 0,39 mg N/l en moyenne pondérée, ce qui correspond à un tonnage moyen d'environ 34'500 tonnes.
La provision totale d'azote nitrique, compte non tenu de la consommation par le phyto-plancton, se situe aux environs de 0,40 à 0,41 mg N/l, soit un tonnage inférieur à 40'000 tonnes (environ 35'000 à 37'000 tonnes).

Du point de vue de l'azote nitrique, il n'y a ni aggravation, ni amélioration de l'état du lac. Les conditions différentes du point de vue climat et l'absence d'un bilan azote complet empêchent de poser un diagnostic précis.

1.8. Du point de vue du phosphore, l'année 1972 a été déconcertante. Les phénomènes observés, compte tenu de l'hiver 1971-1972 peu rigoureux, de l'année médiocre, de la diminution du plancton, paraissent exagérément violents.

La concentration des orthophosphates est en hausse à toute profondeur. Dans les couches superficielles, ils ont été peu mis à contribution par les processus biologiques. Les orthophosphates se concentrent dans le fond du lac, où ils représentent 88 % du phosphore total. La proportion des orthophosphates par rapport au phosphore total a passé de 70 % en 1971 à 80 % en 1972. Les orthophosphates se sont enrichis de 1000 tonnes, leur tonnage annuel moyen étant actuellement de 5'100 tonnes.

Le phosphore organique a normalement diminué en 1972, l'activité du phyto-plancton ayant été plus restreinte cette année-ci que l'année précédente. Le tonnage du phosphore organique était de 1290 tonnes en 1972 contre 1810 tonnes en 1971.

Contrairement aux prévisions, la régression de la concentration en phosphore total, amorcée l'année précédente, ne s'est pas poursuivie. La courbe moyenne de l'augmentation du phosphore total prend une allure de plus en plus exponentielle. Les concentrations en phosphore total ont été élevées toute l'année. La concentration annuelle moyenne est de 0,072 mg P/l en moyenne pondérée - 0,062 mg P/l en moyenne arithmétique - contre 0,066 mg P/l en 1971

Le tonnage annuel moyen de phosphore total a augmenté de 8 % et se situe actuellement à 6370 tonnes.

Le phosphore a tendance à se concentrer dans les couches peu mobiles du fond du lac. A 3oo mètres de profondeur, il était à la concentration de 0,129 mg P/l en 1972, contre 0,087 mg P/l en 1971, soit une augmentation de 48 %.

Ainsi, la mise en service, très récente d'ailleurs, de dispositifs de déphosphatation des eaux - tardive du point de vue de la santé du lac - n'apporte encore pour le moment aucune amélioration quelconque, même au voisinage de stations d'épuration équipées.

1.9 L'étude des autres critères analytiques ne permet pas, pour le moment, de tirer des conclusions supplémentaires.

EN RESUME , du point de vue de la physico-chimie, l'année 1972 a été fortement déficitaire à de nombreux points de vue. La détérioration du lac se poursuit dans de nombreux secteurs. Rien ne permet pour le moment, malgré des améliorations locales, d'adopter une attitude optimiste en face des évènements.

2. EXAMENS BIOLOGIQUES DU PETIT LAC

L'étude systématique qualitative et quantitative mensuelle, voire hebdomadaire du plancton du Petit Lac en 1972, a permis de faire un certain nombre d'observations intéressantes. D'une manière générale, les biocénoses qui se sont succédé au cours des saisons ont été ± comparables à celles observées les années précédentes et les observations formulées dans les rapports biologiques antérieures restent entièrement valables; cependant, les phénomènes et faits saillants suivants sont à signaler:

- Développement,saisonnier extraordinaire d'espèces nannoplanctoniques, notamment de *Stephanodiscus hantzschii* (4,5 10^6 cellules/l), de *Chroomonas minuta var. nannoplanctica* (1,2 10^6 cellules/l et d'autres *(Cryptomonas sp) Korschikoviella judoyi, Chlamydomonas sp. (Chl. epiphyticum) Chlorella, etc.*

- Développement exubérant à certaines périodes de l'année d'espèces algales classiques du Léman:

Asterionella formosa	(en janvier, février et mars)
Melosira islandica	(en avril)
Melosira binderana	(en août)
Fragilaria crotonensis	
Closterium aciculare	
Staurastrum gracile	
Mougeotia gracillima	(en octobre)

- Réapparition "en force" de

Mallomonas acaroïdes	(en novembre)
Sphaerocystis Schroeteri	(en septembre)
Pediastrum duplex	

- Apparition en nombre important d'une cyanophycée nouvelle pour le Léman:

Microcystis aeruginosa

- Persistance dans les eaux lémaniques d'espèces qui sont apparues ces dernières années, notamment:

Richteriella botrioïde, Hofmania lauterbornii, Kirchneriella lunaris, Staurastrum punctulatum, Closterium sp. (droit), Phacotus lenticularis, Coelastrum reticulatum, Coelastrum sp.).

- Infection fréquente et souvent massive d'algues et d'organismes du zooplancton par des champignons parasites spécifiques.

- Raréfaction - voire disparition - d'espèces jadis fréquents dans le Léman: en particulier d'*Anabaena flosaquae, des Dinobryon, Mallamonas, Peridinium et Gymnodinium*.

La fertilisation sans cesse croissante des eaux du Léman est sans nul doute la cause principale de la dynamique accélérée des biocénoses planctoniques qui se succèdent au cours des saisons et des années. L'amplitude des variations de toutes natures (couleur,trouble, composition chimique de l'eau, etc.) qui résultent de ces poussées de plancton, augmente aussi continuellement. De ce fait, on ne peut prévoir l'évolution future du point de vue biologique de notre lac. Les cyanophycées qui, à plusieurs reprises déjà, ont montré des poussées menaçantes, ne se sont pas encore implantées d'une manière prépondérante dans les eaux du lac; il est surprenant même de voir cette classe d'algues malfamée si faiblement représentée dans les biocénoses lacustres en 1972.

3. EXAMENS BACTERIOLOGIQUES DU LEMAN

La conclusion que l'on peut tirer des résultats des 5'546 analyses bactériologiques de la campagne de contrôle de 1972 est sans équivoque : la qualité bactériologique des eaux du Léman s'est à nouveau dégradée. L'amélioration et le ralentissement de la dégradation constatés en 1971 ne furent qu'un bref répit: en 1972, le Léman a repris ce que nous pourrions appeler sa " descente aux enfers ".

L'aggravation a été importante surtout dans le Grand Lac. Voici quelques-uns des principaux faits constatés :

Le nombre de bactéries saprophytes aérobies (germes totaux) que j'appellerais les bactéries test de l'eutrophisation, s'est considérablement accru: le Grand Lac a hébergé dans ses eaux pendant l'année écoulée une moyenne de 10 millions de bactéries par litre d'eau (2,4 millions en 1971);
62 échantillons sur 100 prélevés se sont révélés contenir plus de 1 million de bactéries par litre (52 % en 1971).

Pour le Petit Lac, ces chiffres sont très différents : en moyenne 560'000 bactéries par litre d'eau (670'000 en 1971) et 11 échantillons sur 100 contenant plus de 1 million de bactéries au litre (16 % en 1971), soit respectivement environ 20 fois moins de bactéries et 6 fois moins d'échantillons contenant plus de 1 million de germes que dans le Grand Lac.

En ce qui concerne la concentration en bactéries saprophytes, en 1972 la qualité des eaux du Petit Lac a donc poursuivi son amélioration, comme en 1971, alors que dans le Grand Lac, c'est le contraire qui s'est produit.

En ce qui concerne les bactéries tests de contamination fécale - les coliformes, les entérocoques et les Clostridiums - c'est une augmentation générale de la teneur des eaux du Léman en ces germes, des rives au centre du lac, qui a été constatée en 1972.

Pour ne citer qu'eux, on a compté en moyenne 7'560 coliformes par litre dans le Grand Lac (2'550 en 1971) et 1'000 coliformes par litre dans le Petit Lac (497 en 1971), soit respectivement 3 fois plus et deux fois plus que l'année précédente.

De plus, la qualité des eaux du lac s'est dégradée aussi par rapport à 1970 : la fréquence moyenne des échantillons contenant plus de 600 coliformes par litre a passé de 32 % en 1970 à 45 % dans le Grand Lac et de 33 % à 40 % dans le Petit Lac.

Ces résultats permettent de juger de l'ampleur de l'évolution et également de préciser la situation hygiénique du Petit Lac en disant que, quand bien même la concentration de ses eaux en germes aquatiles saprophytes est relativement plus faible, leur qualité du point de vue de l'hygiène est presque aussi gravement compromise que celle des eaux du Grand Lac.

Ainsi, malgré tous les efforts d'assainissement déjà fournis, le Léman dans son ensemble demeure exposé de façon chronique à de graves souillures. Cette situation impose une surveillance prophylactique constante et même accrue des diverses plages et autres lieux de baignade, particulièrement là où sont situés des déversements d'eaux résiduraires, épurées ou non.

Les volumes d'eaux usées, d'eaux-vannes - même épurées mécaniquement et biologiquement - toujours plus importants déversés dans le lac, sont les seuls responsables de la gravité de la situation ; ce sont eux qui apportent massivement - entre autres choses - les bactéries d'origine intestinale, pathogènes ou non, naturellement étrangères à tout milieu aquatique en équilibre : en bactériologie aussi, la capacité de l'autoépuration des eaux du Léman est largement dépassée.

Note finale

La concordance des conclusions des trois rapports présentés ci-dessus est frappante. Elle est attristante aussi, si l'on remarque qu'aucune amélioration réelle de la qualité des eaux du Léman n'est perceptible à aucun point de vue. Raison de plus pour que les autorités responsables des questions de l'assainissement hâtent la réalisation de projets qui se font trop attendre, par exemple la déphosphatation des eaux généralisée.

ETUDE DES AFFLUENTS DU LAC LEMAN

ET DU RHONE ENTRE GENEVE ET CHANCY

Campagne 1972

par Pierre Burkard

Services Industriels de Genève
Service des Eaux
Laboratoire

1. GENERALITES

1.1. Affluents étudiés, programme des analyses.

Pour l'année que couvre le présent rapport, le programme de recherches de la Sous-commission technique n'a, pour les affluents du Grand Lac et par rapport à la campagne de 1971, subi aucune modification quant aux cours d'eau inventoriés et aux points de prélèvement:

Grand Lac, rive droite:

Le Grand Canal	embouchure lac
L'Eau Froide	embouchure lac
La Maladaire	embouchure lac
La Veveyse	embouchure lac
Le Forestay	embouchure lac
La Lutrive	embouchure lac
La Paudèze	embouchure lac
Le Flon, Lausanne	embouchure lac (station d'épuration de Vidy)
La Chamberonne	embouchure lac
La Venoge	embouchure lac
La Morges	embouchure lac
L'Aubonne	embouchure lac
La Dullive	embouchure lac (depuis 1970)

Grand Lac, rive gauche:

Le Rhône, Porte du Scex	embouchure lac
Canal Stockalper	embouchure lac
La Bouverette	embouchure lac
La Morge de St Gingolph	embouchure lac
La Dranse	embouchure lac (=moyenne rive droite + rive gauche)
	+ Pont de la Douceur
	+ rive droite
	+ rive gauche

Pour le Petit Lac par contre, le programme de recherches a été, en 1972, quelque peu simplifié par rapport à celui de l'année précédente. En effet, la qualité des eaux du Nant de Riond ou Canal de Crans, du Nant de Pry et du Nant du Brassu n'a plus été contrôlée. Par ailleurs, l'étude de l'évolution des caractéristiques de l'eau de la Versoix le long de son cours n'a porté que sur 3 points contre 4 précédemment. Enfin, sur le Nant d'Aisy, le point de prélèvement situé en amont de déversement de l'effluent de la station d'épuration n'a plus été exploité. L'inventaire de la Sous-commission technique a donc, en 1972, porté sur 6 affluents sur les rives du Petit Lac, contre 9 précédemment:

Petit Lac, rive droite et rive gauche:

La Promenthouse	embouchure lac
La Doye	embouchure lac
La Versoix	embouchure lac + 2 points en amont
Le Vengeron	embouchure lac
L'Hermance	embouchure lac
Le Nant d'Aisy	embouchure lac

Entre Genève et la frontière franco-suisse, le programme n'a pratiquement pas été modifié par rapport aux années précédentes:

Emissaire:

Rhône à Genève	rade

Rhône jusqu'à Chancy:

Arve	embouchure Rhône + frontière
Allondon	embouchure Rhône + 1 point en amont (précédemment 2)
Rhône Chancy	frontière franco-suisse

Les moyennes des concentrations dont il est fait état dans ce rapport ont été calculées à partir de l'ensemble des résultats obtenus pour les rivières étudiées à leur embouchure dans le lac Léman et le Rhône. Pour la Dranse, nous avons pris comme chiffres caractéristiques les moyennes des analyses des échantillons prélevés conjointement sur la rive droite et sur la rive gauche. Ce mode de faire est certainement critiquable, puisque ces moyennes, qui ne tiennent pas compte des débits respectifs sur les deux rives, ne sont probablement pas exactement représentatives des concentrations moyennes réel-

les de la totalité de l'eau de cet affluent. Cependant il nous a semblé que ces moyennes étaient plus proches de la réalité d'une part que les chiffres issus des prélèvements effectués au Pont de la Douceur, point situé en amont des déversements d'eaux usées ménagères et industrielles de la région de Thonon et d'autre part que les données fournies par les échantillons prélevés à l'embouchure sur les rives droite et gauche, influencées par des apports d'eaux usées respectivement d'origine industrielle ou ménagère.

Quant aux apports chiffrés, exprimés dans ce rapport généralement en tonnes par an, ils n'englobent pas ceux de la Morge de St Gingolph dont le débit n'a pas été mesuré conjointement aux prélèvements des échantillons. Ils ont été calculés en tenant compte des concentrations et des débits instantanés mesurés lors de chaque campagne de prise d'échantillons, sauf pour les points suivants:

Rhône, embouchure	(Porte du Scex)
Dranse, embouchure	(moyennes rive droite + rive gauche)
Rhône, émissaire	(rade de Genève)
Arve, embouchure dans le Rhône	(La Jonction)
Rhône à Chancy	(frontière franco-suisse)

Pour ces points de contrôle, il nous a semblé qu'il était plus exact de calculer les apports annuels à partir des concentrations moyennes et des débits moyens jaugés en continu.

Dans la première partie de ce rapport seront analysés les apports des affluents au Léman et au Rhône. La seconde partie sera plus particulièrement consacrée à l'évolution de la qualité de l'eau le long du cours de la Dranse, de la Versoix, de l'Arve et de l'Allondon.

1.2. Fréquence des prélèvements.

La fréquence des prélèvements en 1972 n'a pas été modifiée par rapport au programme de l'année précédente, à savoir:

Dranse, Rhône émissaire	: prélèvements bimensuels
Autre affluents, Rhône à Chancy	: prélèvements mensuels

1.3. Critères analysés.

La liste complète des critères analysés avec indication des affluents dont l'eau, pour une partie des prélèvements tout au moins, a été soumise à analyse, a été transcrite en détail dans le rapport couvrant la campagne 1971. Etant donné que pratiquement aucune modification n'est intervenue en 1972, nous croyons inutile de revenir sur ce sujet.

1.4. Conditions météorologiques.

Comme le montrent les chiffres des hauteurs des précipitations pour quelques stations des bords du Léman transcrits ci-après et leur transposition graphique, l'année faisant l'objet de ce rapport a été caractérisée

par des chutes de pluie presqu'aussi faibles que celles intervenues l'année précédente. Par ailleurs, elles sont comparables à celles de 1964.

HAUTEUR DES PRECIPITATIONS ANNUELLES EN mm

Années	Genève Aéroport	Nyon	Morges	Lausanne	Montreux
1963	1013	1123	1063	1129	1138
1964	747	816	758	810	981
1965	1270	1485	1454	1373	1633
1966	1068	1079	1103	1123	1307
1967	992	1078	1059	1113	1206
1968	1269	1258	1252	1374	1421
1969	931	821	845	977	1000
1970	1039	1201	1211	1240	1398
1971	703	715	810	831	957
1972	761	745	805	789	1026
1901-1960	930	1019	998	1064	1151

(voir aussi graphique fig. 1)

Depuis le début de l'enquête de la Sous-commission technique sur les affluents du Léman, soit depuis 1963, les déficits enregistrés, par rapport aux moyennes multi-annuelles 1901-1960 pour les années les plus sèches, sont de l'ordre de :

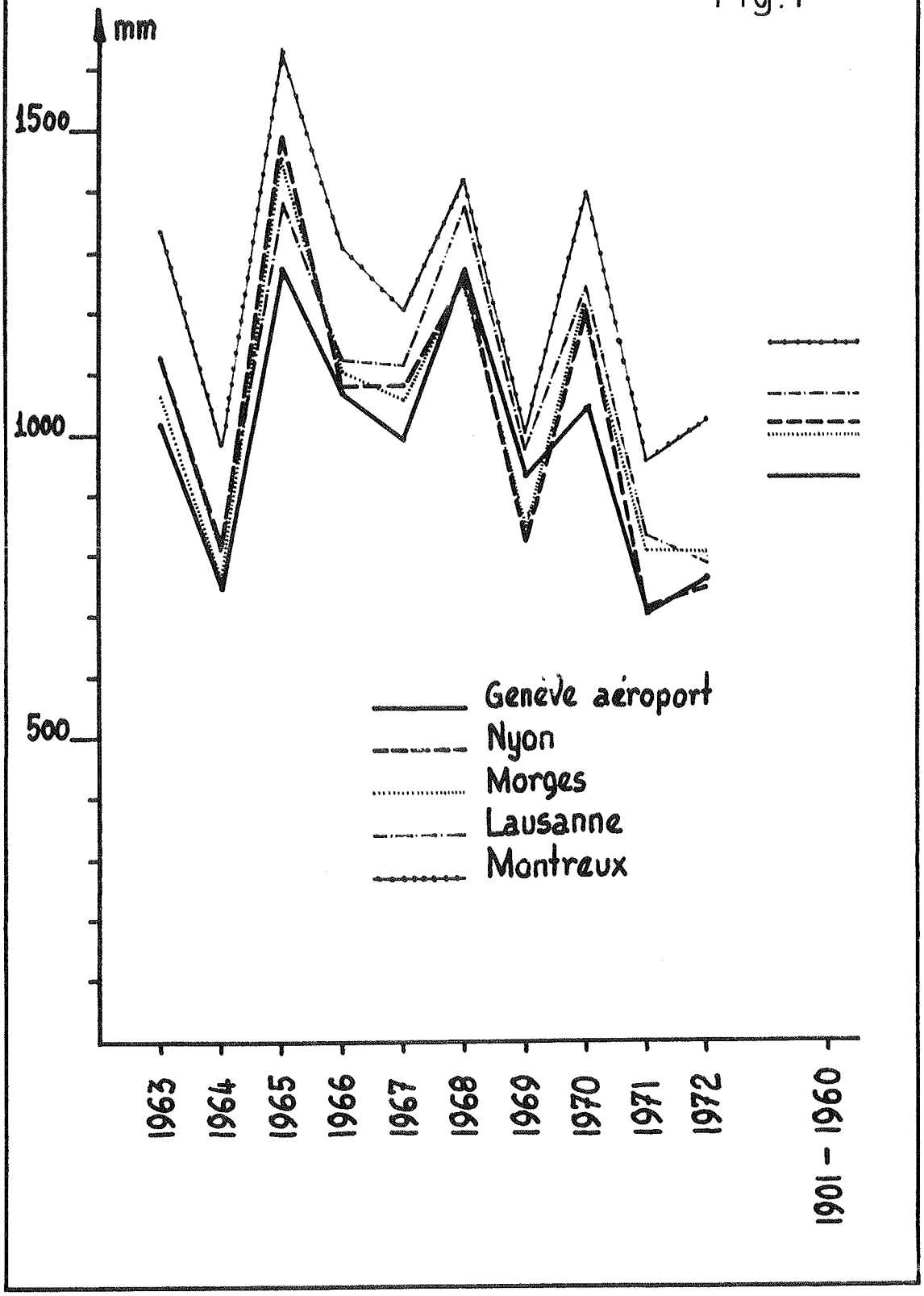
	1964	1971	1972
Genève aéroport	20 %	24 %	18 %
Nyon	20 %	29 %	27 %
Morges	24 %	19 %	19 %
Lausanne	24 %	22 %	26 %
Montreux	15 %	17 %	11 %
Moyennes	21 %	22 %	20 %

Ces proportions montrent, mieux encore peut-être que les hauteurs des précipitations, combien, sous ce rapport, les trois années considérées sont comparables.

En 1972, pour les 5 stations de mesure considérées, le mois de janvier a été particulièrement sec, avec des précipitations comprises entre 23 et 27 mm. En février, la pluviosité a été plus marquée, principalement à l'ouest du lac. Mars accuse des valeurs à nouveau plus faibles pour l'ensemble des stations, de même que mai. Par contre, le mois d'avril, et surtout celui de juin, sont humides. De juillet à octobre, les hauteurs mensuelles des précipitations sont souvent inférieures à 50 mm voire 40 mm dans la deuxième moitié de cette période.

HAUTEURS DES PRECIPITATIONS ANNUELLES

Fig. 1



Le mois de novembre est caractérisé par de fortes chutes de pluie entraînant des précipitations comprises entre 140 mm à Lausanne et 190 mm à Montreux. En décembre enfin, la pluviosité est moyenne.

1.5. Débits des affluents du lac Léman (voir tableau n° 1)

Dans toute étude visant à estimer les apports de la totalité d'un bassin versant, il est important de connaître en premier lieu la validité des chiffres énoncés, chiffres fondés d'une part sur les déterminations de concentrations et d'autre part sur les mesures, effectuées parallèlement aux prélèvements des échantillons, des débits instantanés. En d'autres termes, il convient d'essayer d'évaluer les erreurs pouvant apparaître du fait du nombre relativement faible de prélèvements effectués annuellement.

Dans le cadre des travaux de la Sous-commission technique, nous avons admis dans ce rapport qu'il était plus précis, pour les principaux affluents, à savoir le Rhône à la Porte du Scex et la Dranse, de calculer, contrairement à ce qui se faisait antérieurement, les apports en partant des concentrations moyennes annuelles d'une part et des débits jaugés moyens annuels d'autre part. Par ailleurs, pour augmenter encore la validité des bilans, la Dranse a fait l'objet de 24 campagnes de prélèvements. Le programme prévoyait d'appliquer la même périodicité au Rhône à son embouchure. Ce travail n'a été effectué qu'à moitié en 1972, ce que nous estimons personnellement regrettable, vu l'importance de cet affluent.

Pour chiffrer les erreurs commises dans le calcul des apports au lac Léman, nous avons pris l'habitude de comparer la somme des débits moyens annuels de l'ensemble des affluents inventoriés au débit moyen jaugé de l'émissaire, le Rhône à Genève, débit ramené à 88 % pour tenir compte, selon des estimations décrites dans de précédents rapports, des cours d'eau non compris dans l'inventaire de la Sous-commission technique. En 1972, la somme des débits moyens des affluents s'élève à 179 m^3/s. Le Rhône à Genève, seul émissaire dont il a été tenu compte dans ce rapport (les débits soustraits au lac par les stations de pompage d'eau potable et d'eaux industrielles et par l'évaporation ont été négligés), a présenté un débit moyen jaugé de 157 m^3/s pour cette même année, débit qu'il convient de ramener à 138 m^3/s en fonction du pourcentage estimé d'affluents non étudiés. La différence entre apports liquides et débit de l'émissaire est donc de 41 m^3/s. Elle représente une surestimation des apports liquides d'environ 26 %. Cette proportion, par rapport aux bilans des années précédentes, est assez élevée, comme le montrent les chiffres transcrits à la page suivante et le graphique annexé (fig. 2).

Etant donné que, pour l'établissement des bilans des apports généraux, nous avons pris comme base de calcul, pour le Rhône à son embouchure, la Dranse et le Rhône émissaire, les débits moyens réels établis par jaugeage en continu, la surestimation de 26 % des apports liquides n'est imputable qu'aux affluents secondaires du lac. Cette surestimation, reportée sur les apports des différents éléments régulièrement analysés est, du fait de l'importance relativement faible de ces cours d'eau, nettement diminuée. Elle peut être estimée à environ 5 à 6 % en admettant que la somme des débits du Rhône et de la Dranse représente les 80 % de la totalité des apports liquides.

Années	Sommes des débits moyens annuels de l'ensemble des affluents du Léman m^3/s	Débits moyens annuels de l'émissaire m^3/s	Débits de l'émissaire moins 12 %* m^3/s	Surestimation des apports totaux %
1964	227,805	171	150	+ 34
1965	247,219	246	216	+ 13
1966	266,847	266	234	+ 12
1967	269,667	248	218	+ 19
1968	240,300	240	211	+ 12
1969	237,380	232	204	+ 14
1970	307,151	285	251	+ 18
1971	171,258	194	171	0
1972	179,221	157	138	+ 26
1964-1972	232,161	227	200	

* En admettant que le 88 % du débit des affluents soit compris dans l'inventaire de la Sous-commission technique.

En résumé, les résultats de la campagne de recherches 1972 accusent une surestimation des apports liquides de quelque 26 %. Cependant ce pourcentage, en tenant compte de l'exactitude des débits du Rhône et de la Dranse et en admettant que les concentrations mises en évidence reflètent la réalité, tombe à moins de 10 % lorsque l'on considère les apports en éléments dissous et en suspension dans l'eau des affluents.

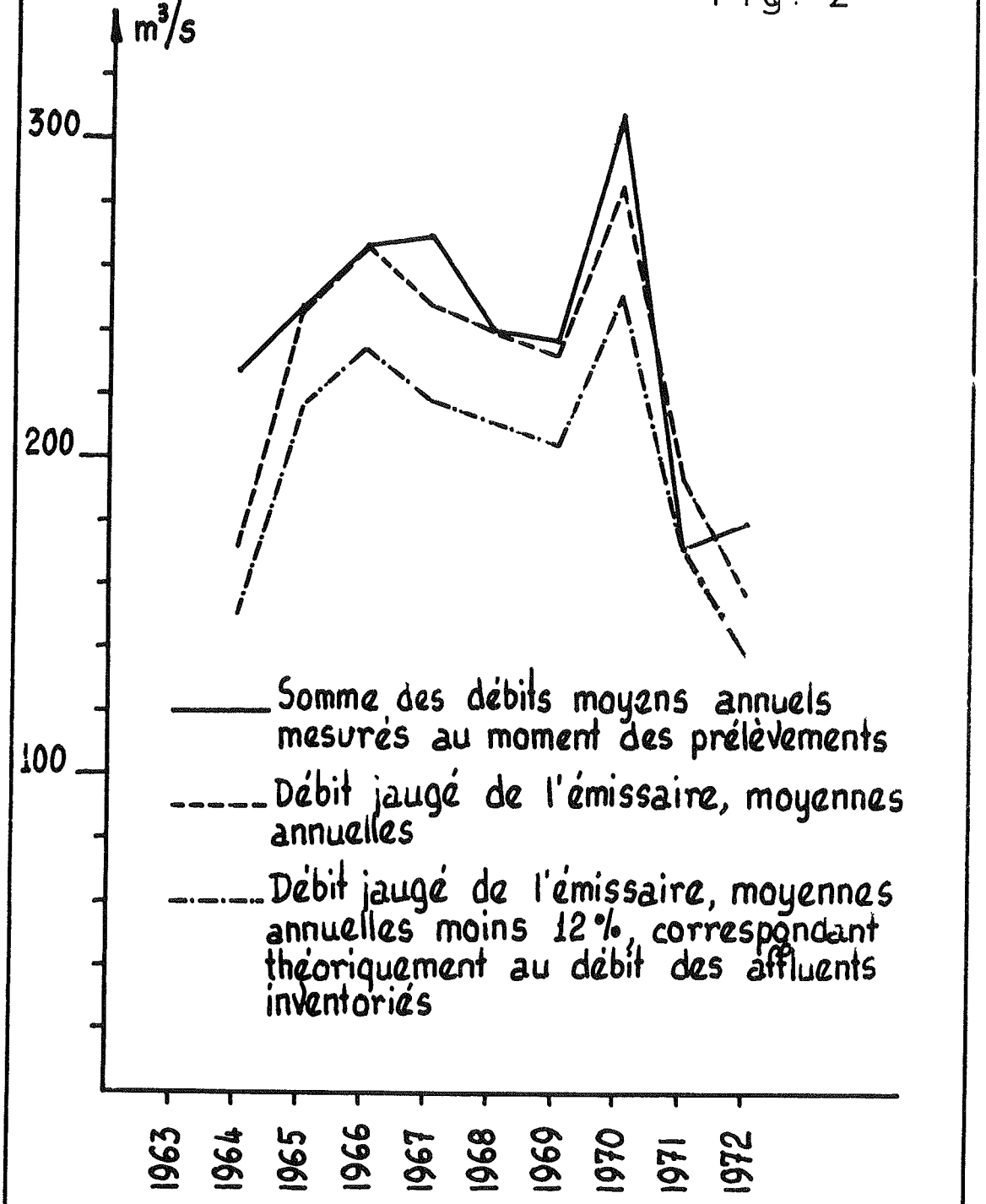
L'augmentation de la somme des débits des affluents en 1972 -179,2 m^3/s- par rapport à l'année précédente -171,2 m^3/s- est due à l'accroissement des apports liquides de 11 affluents secondaires sur les 22 étudiés. Ce phénomène est particulièrement sensible pour la Venoge -dont le débit moyen a passé de $2m^3/s$ en 1972 à plus de 4 m^3/s en 1972-, l'Aubonne, la Promenthouse et la Veveyse. Cette tendance est due principalement aux fortes crues consécutives à d'importantes précipitations, constatées en novembre 1972 et influençant directement l'évolution des maxima annuels:

	Maximum 1971	Maximum 1972
La Veveyse	6,4 m^3/s	18,92 m^3/s
La Venoge	5,35	8,66
L'Aubonne	9,27	20,41
La Promenthouse	1,44	4,92

L'augmentation des débits des affluents constatée en novembre 1972 est quasi générale. Comme le montrent les graphiques ci-joints (fig. 3 et 4), elle est particulièrement marquée pour la Dranse, le Grand Canal, la Paudèze, de même, comme nous venons de le voir par l'étude de l'évolution des maxima, pour la Veveyse, la Venoge, l'Aubonne et la Promenthouse.

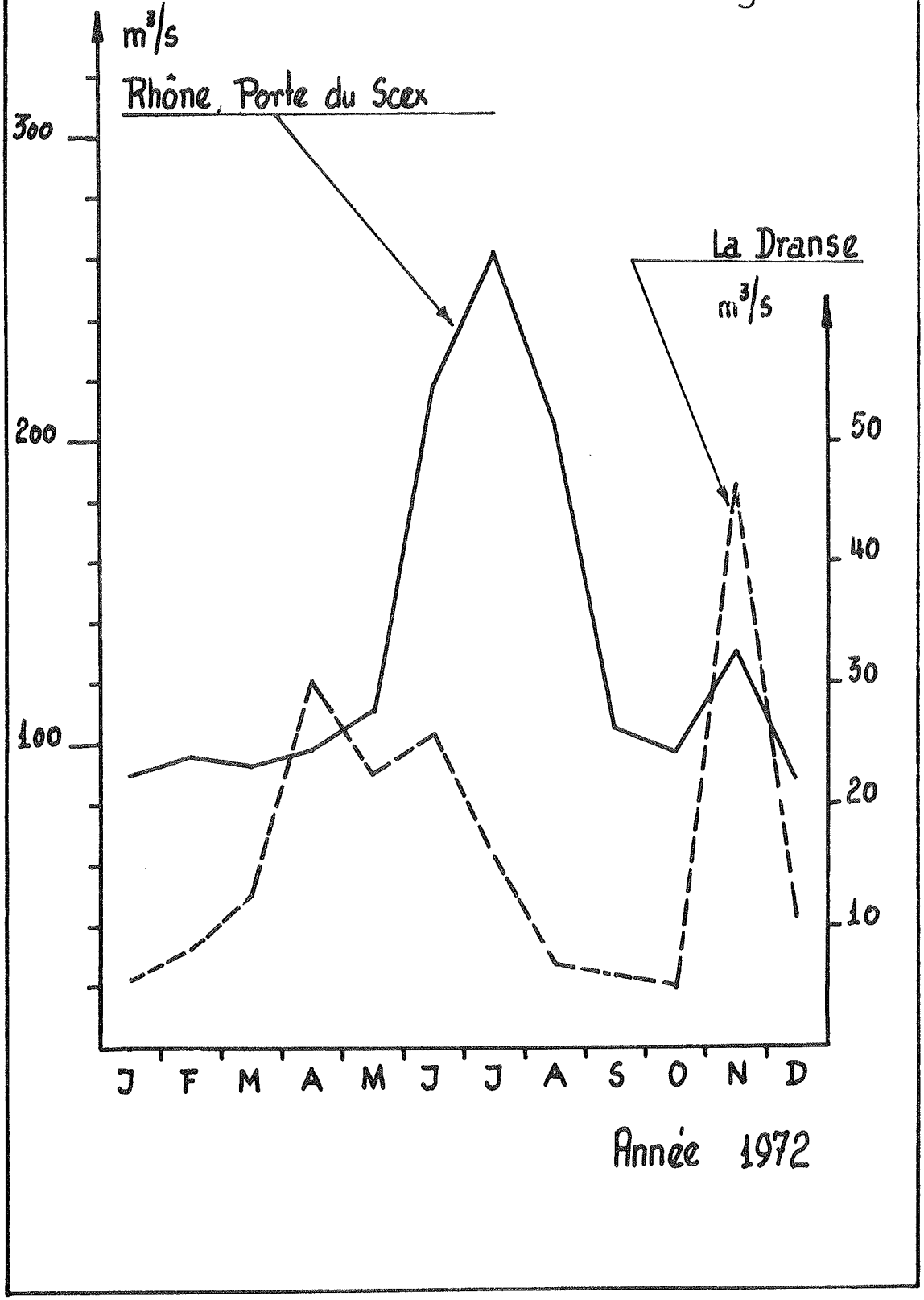
COMPARAISON ENTRE DEBITS JAUGES ET MESURES

Fig. 2



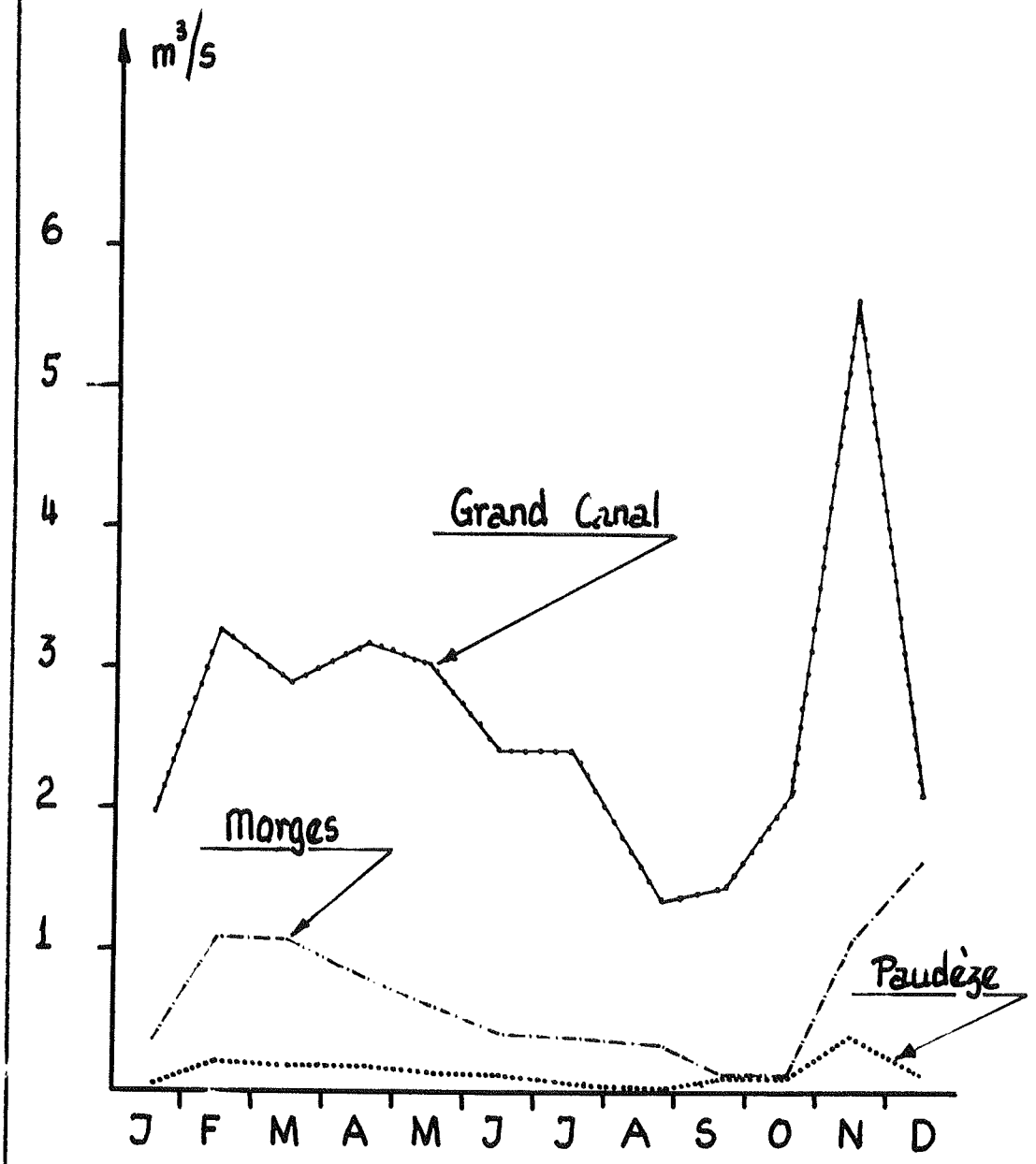
DEBITS MOYENS MENSUELS : RHONE ET DRANSE

Fig. 3



DEBITS: MORGES, PAUDEZE, GRAND CANAL 1972

Fig. 4



Par ailleurs, la plupart des affluents secondaires présentent en janvier des débits faibles. Ceux-ci augmentent en février, suite à des précipitations plus importantes, fléchissent en mars, réaugmentent en avril puis diminuent, suite à la sécheresse, régulièrement jusqu'en septembre-octobre. Pour les affluents principaux, le Rhône et la Dranse, les augmentations de débits du début de l'année sont plus tardives, suite à l'influence de la fonte des neiges.

Le Rhône à sa sortie du lac Léman présente, en 1972, un débit moyen annuel de 157 m^3/s. Par les apports sur territoire genevois, en particulier ceux de l'Arve et de l'Allondon, respectivement 55,0 et 2,5 m^3/s, ce débit atteint 231 m^3/s à Chancy, à la frontière franco-suisse.

2. RESULTATS DES ANALYSES, ETUDE DES APPORTS

2.1. Température de l'eau des affluents (voir tableau n° 2)

L 'évolution de la température annuelle moyenne de l'ensemble des affluents du lac Léman dépend en grande partie des conditions météorologiques. A une année sèche correspond généralement une température relativement élevée, alors qu'une année humide accuse souvent une légère baisse de cette caractéristique. Ainsi, les années 1969, 1971 et 1972, caractérisées par des hauteurs de précipitations assez basses présentent des températures moyennes élevées, alors que 1970, plus humide, accuse une baisse de ce critère:

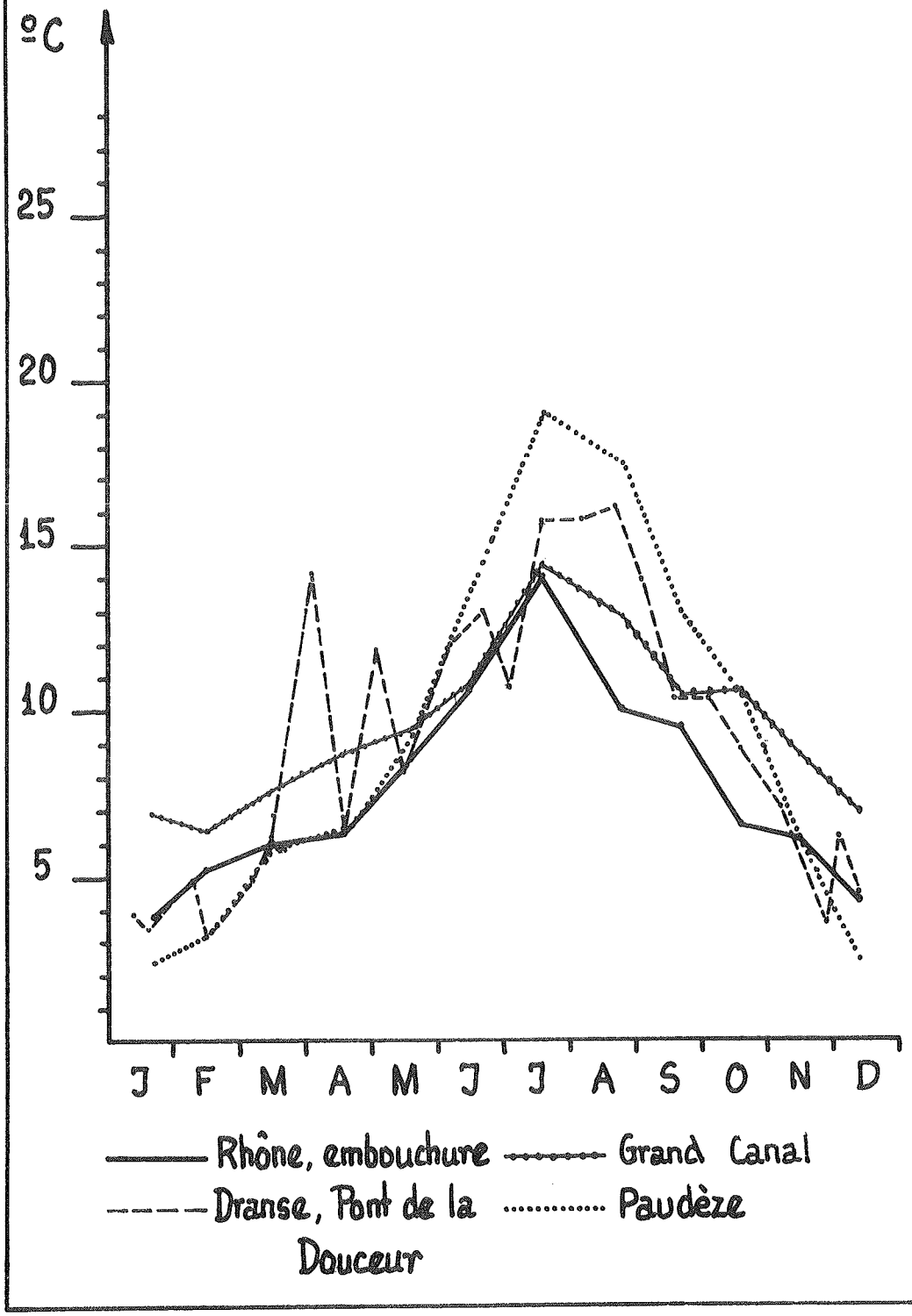
Années	Température moyenne annuelle en °C
1969	9,57
1970	8,79
1971	9,78
1972	9,69

La légère baisse constatée de 1971 à 1972 est surtout due à une diminution assez généralisée des maxima annuels, diminution du reste en partie compensée par une augmentation de la plupart des valeurs les plus basses, enregistrées principalement en janvier et février. L'évolution des températures de l'eau des affluents au cours de l'année, comme le montrent les courbes annexées, (voir fig.5) est assez régulière, les valeurs les plus élevées se rencontrant en juillet et août, les plus basses en début et en fin d'année.

En 1972, 7 affluents présentent des températures moyennes supérieures à 10° C, à savoir la Maladaire (10,04), le Flon à Lausanne (15,1), la Morges (10,65), la Dranse (11,43), le Vengeron (11,26), l'Hermance (11,02) et le Nant d'Aisy (11,66). L'année précédente, ils étaient au nombre de 10. Les maxima annuels sont relativement modestes, 20 ° C en septembre pour la Dranse (moyenne rive droite et rive gauche, respectivement 18,3 et 21,7° C) et 20,6° C en juillet pour l'Hermance. Les valeurs les plus faibles ont été mesurées en janvier et en février, dans l'eau de la Veveyse, (2,3° C), du Forestay, (2,3° C), de la Venoge, (2,2° C), de la Paudèze, (2,4° C) et de l'Hermance (2,7° C).

TEMPERATURE DE L'EAU ANNEE 1972

Fig 5



La température de l'émissaire s'est élevée à 10,38° C en moyenne annuelle en 1972, contre 11,42° C l'année précédente. Les apports des affluents du Rhône entre Genève et Chancy ont abaissé cette valeur à 9,34° C à la frontière franco-suisse. Cette diminution est due principalement à l'Arve et à l'Allondon, dont les températures moyennes ont été respectivement de 8,05 et 8,87° C. Elle est nettement plus marquée lorsque l'on considère les maxima annuels qui, de 21,3° C à la sortie du lac, tombe à 15,1° C à Chancy.

2.2. pH de l'eau des affluents. (voir tableau n° 3)

La Sous-commission technique a décidé de ne tenir compte, depuis 1971, que des valeurs mesurées directement lors des prélèvements, alors que précédemment nous faisions intervenir, dans l'espoir d'avoir des chiffres plus comparables entre eux, un facteur de correction dû à la température. Dans notre précédent rapport, nous avions admis que les valeurs de 1971, au vu de ce qui précède, n'étaient peut-être pas exactement comparables à celles obtenues antérieurement. Etant donné les conditions météorologiques quasi identiques entre 1971 et 1972, nous serions en droit d'attendre des valeurs moyennes du pH pour l'ensemble des affluents du lac Léman semblables pour les deux années considérées. En réalité, nous constatons une légère baisse de cette caractéristique qui, de 7,86 en 1971, tombe à 7,80 en 1972. Cette diminution est principalement due à l'abandon des recherches sur trois affluents secondaires du Petit Lac, les nants de Riond, du Brassu et de Pry, dont les eaux étaient caractérisées par des valeurs du pH élevées, supérieures en 1971 à 8,10. En étudiant, cours d'eau après cours d'eau, les différences entre 1971 et 1972, nous constatons que seuls 3 affluents ont présenté des pH variant, entre les deux années considérées, de plus de 0,10, soit une baisse de 0,11 pour l'eau du Nant d'Aisy (7,67 en 1971, 7,56 en 1972) et une augmentation de 0,12 dans le cas de la Veveyse (7,90 à 8,02) et de 0,11 pour l'Hermance (7,88 à 7,99). Pour 3 affluents supplémentaires, l'Eau Froide, le Canal Stockalper et la Dranse, la différence est, dans le sens d'une baisse, d'exactement 0,10 unité pH. Les variations constatées de 1971 à 1972 sont donc de faible amplitude.

Comme les années précédentes, les valeurs les plus basses se rencontrent dans l'eau du Grand Canal -7,23 en moyenne annuelle-, de l'Eau Froide -7,27-, du Canal Stockalper -7,57-, du Flon à Lausanne -7,19- et du Nant d'Aisy -7,56-. Les trois premiers affluents sont caractérisés par le fait qu'ils entraînent au lac une proportion assez grande d'eau de drainage dans la plaine du Rhône avant leur embouchure et les deux derniers par l'apport important que représente l'exutoire de stations d'épuration mécano-biologique dans leur débit.

Les autres affluents ont des pH moyens annuels compris entre 7,8 et 8,1. Font exception, en plus des cas mentionnés précédemment, la Venoge (7,74), la Morges (7,73), le Vengeron (7,71) et la Versoix (8,18).

Le Rhône à Genève accuse un pH moyen de 8,04. Cette valeur, le long de son cours sur territoire genevois, s'abaisse à 7,80 à Chancy, soit à la frontière franco-suisse. Cette diminution est en partie due aux apports de l'Arve, dont l'eau présente un pH de 7,91 en moyenne annuelle, en partie probablement aussi du fait des conditions biologiques régnant dans la retenue de Verbois et des apports de la station d'épuration d'Aïre.

2.3. Conductivité de l'eau des affluents (voir tableau n° 4)

En 1971, l'ensemble des 27 affluents inventoriés dans l'étude de la Sous-commission technique accusait une conductivité moyenne annuelle de 542 $\mu S.cm^{-1}$. En 1972, nous constatons une augmentation assez sensible de cette caractéristique qui atteint 576 $\mu S.cm^{-1}$ pour les 24 affluents étudiés. Cette évolution est due d'une part à l'abandon, en 1972, des trois affluents secondaires du Petit Lac dont l'eau était caractérisée par des conductivités relativement basses et d'autre part à des augmentations assez sensibles de cette caractéristique dans l'eau de 7 affluents du Grand Lac, à savoir le Grand Canal, le Flon, le Rhône, les affluents valaisans, la Dranse et de 2 affluents du Petit Lac, la Doye et l'Hermance. Un seul cours d'eau a été, en 1972 par rapport à l'année précédente, caractérisé par une conductivité nettement plus faible: la Veveyse, dont l'eau a passé de 480 à 419 $\mu S.cm^{-1}$. Les autres affluents n'accusent pratiquement pas de différences quant aux valeurs des moyennes pour les deux années considérées.

La conductivité des eaux naturelles est généralement en étroit rapport avec leur minéralisation totale. L'évolution de cette caractéristique en 1972 s'est logiquement accompagnée d'une augmentation de la dureté totale qui, de 5,28 mé/l en 1971, s'élève à 5,57 mé/l l'année suivante en moyenne annuelle. Les affluents les plus minéralisés, le Grand Canal et la Bouverette, accusent des conductivités supérieures à 920 $\mu S.cm^{-1}$ alors que les moins minéralisés, la Morge de St Gingolph et le Rhône à son embouchure, présentent des conductivités de 348 et 324 $\mu S.cm^{-1}$ respectivement.

Le Rhône à Genève est caractérisé par une conductivité moyenne de 283 $\mu S.cm^{-1}$ en 1972, en légère augmentation par rapport à l'année précédente (278 $\mu S.cm^{-1}$). Par les apports de l'Allondon, de l'Arve et des eaux usées épurées, cette valeur passe à 371 $\mu S.cm^{-1}$ à la frontière franco-suisse, dénotant ainsi une augmentation de 88 $\mu S.cm^{-1}$, nettement plus marquée que celle de l'année précédente -17 $\mu S.cm^{-1}$.

2.4. Turbidité de l'eau des affluents (voir tableau n° 5)

Cette détermination, effectuée uniquement sur l'eau des affluents vaudois, reflète, d'après le principe même de la mesure et comme nous l'avons déjà relevé dans notre précédent rapport, avec une assez grande fidélité l'évolution des concentrations des matières en suspension d'origine minérale (argiles, etc) mais ne rend que très imparfaitement compte des fluctuations des teneurs en déchets divers tels que débris végétaux, matières en suspension d'eaux usées non ou incomplètement épurées, etc.

Par rapport à 1971, l'année faisant l'objet de ce rapport est caractérisée par une légère augmentation de la turbidité moyenne de l'eau des affluents faisant l'objet d'une détermination. En effet, le trouble mesuré passe de 38,1 ppm de SiO_2 la première année à 41,2 ppm la seconde. Cette augmentation est particulièrement sensible pour l'Eau Froide -17,4 et 46,8 ppm SiO_2 respectivement-, la Lutrive -39,6 et 87,3- et la Venoge -15,0 et 23,7-.

La plupart des maxima annuels sont issus des analyses des échantillons prélevés en novembre 1972 et sont dus à des augmentations marquées du débit liquide des affluents.

Etant donné que la méthode d'analyse employée pour la détermination de la turbidité ne renseigne qu'imparfaitement sur les concentrations réelles de l'eau des affluents en matières en suspension, il serait à notre avis souhaitable que l'ensemble des laboratoires travaillant au sein de la Sous-commission technique entreprennent la détermination pondérale des particules en suspension dans l'eau des affluents étudiés. Il serait ainsi possible de chiffrer les apports solides au Léman. Ces analyses ont du reste été prévues dans le plan quinquennal de travaux et recherches, 1971-1975, élaboré par la Sous-commission technique.

2.5. Oxygène dissous (voir tableaux n° 6, 7 et 8)

La concentration moyenne annuelle en oxygène dissous des 24 affluents inventoriés s'est, en 1972, élevée à 9,72 mg/l O_2, soit, en taux de saturation, 89,8 %. C'est, depuis le début de l'enquête de la Sous-commission technique, soit depuis 1963, la première année que la saturation en oxygène dissous tombe à moins de 90 %, comme le montrent les chiffres transcrits ci-dessous:

Années	Concentration moyenne en oxygène dissous mg/l O_2	Taux de saturation moyen %
1963	10,13	100,9
1964	9,53	94,7
1965	10,76	100,6
1966	10,22	97,0
1967	9,93	93,6
1968	10,53	99,7
1969	9,94	92,6
1970	10,32	94,4
1971	9,89	91,8
1972	9,72	89,8
1963-1972	10,06	94,3

En réalité l'évolution transcrite par les valeurs du taux de saturation est probablement moins grave, tout au moins par rapport aux résultats de 1971, qu'il n'apparaît de prime abord. En effet, en premier lieu, l'année 1972, du fait des conditions météorologiques et en comparaison des chiffres antérieurs, devrait présenter une concentration moyenne en oxygène dissous comparativement faible et, en second lieu, il convient de rappeler que l'inventaire de la Sous-commission technique, toujours en 1972, ne tient plus compte des apports des nants de Riond, du Brassu et de Pry. Or l'année précédente, ces trois affluents étaient caractérisés par des teneurs élevées de leurs eaux en gaz dissous se traduisant par des taux de saturation compris entre 98 et 106 % pour l'oxygène. En conclusion, il est plausible, malgré les résultats peu favorables enregistrés pour les teneurs en oxygène dissous, d'admettre qu'il n'y a pas eu en 1972 aggravation de la situation par rapport à l'année précédente. Cependant, en considérant l'évolution depuis 1963, il semble bien que nous devions enregistrer une certaine détérioration.

En étudiant plus en détail les fluctuations des teneurs en oxygène dissous, nous constatons, de 1971 à 1972, une diminution du taux de saturation pour 11 affluents sur les 24 étudiés, à savoir le Forestay (110,2 et 102,2% respecti-

vement), la Lutrive (11,2 et 97,4 %), la Paudèze, la Morges, la Dullive, le Canal Stockalper, la Morge de St Gingolph, la Promenthouse et le Nant d'Aisy pour les affluents secondaires, le Rhône à la Porte du Scex (103,8 % en 1971 et 101,2 % en 1972) et la Dranse (92,1 et 80,0%) pour les affluents principaux. Six cours d'eau n'accusent que des différences minimes de leurs concentrations en oxygène dissous, en particulier la Veveyse, la Venoge et l'Aubonne. Enfin 7 affluents présentent une richesse plus marquée en 1972 par rapport à 1971, à savoir, pour le Grand Lac, le Grand Canal qui passe, en taux de saturation, de 48,6 à 61,3 %, la Maladaire, 91,0 à 98,8 %, la Chamberonne 93,7 à 96,2 % et, pour le Petit Lac, la Doye, la Versoix, le Vengeron et l'Hermance.

Par rapport aux normes multi-annuelles 1963-1971, nous constatons, en 1972, une nette amélioration dans le cas du Grand Canal, dont la concentration en oxygène dissous passe respectivement de 5,54 à 6,52 mg/l O_2, de la Maladaire -9,94 à 10,44 -, de la Chamberonne -8,25 à 10,29- et de la Versoix -11,67 à 12,34-. Les pertes les plus importantes, toujours sur la même base de comparaison, sont le fait de la Morges, dont l'évolution s'est amorcée en 1970 (10,47 mg/l O_2 de 1963 à 1971, 8,55 en 1972), de la Dranse, dont la qualité baisse depuis 1971 (10,61 à 8,22 mg/l O_2) et du Vengeron dont la concentration moyenne en oxygène tombe de 8,11 mg/l O_2 pour la période 1963-1971 à 6,10 en 1972.

En 1972, les affluents suivants ont présenté, en moyenne annuelle, des saturations en oxygène supérieures à 100 % : la Veveyse (103,8 %), le Forestay (102,1 %), la Paudèze (113,5 %), l'Aubonne (103,4 %), la Bouverette (107,8 %), la Morge de St Gingolph (106,9 %), le Rhône à la Porte du Scex (101,2 %), la Promenthouse (101,8 %) et la Versoix (115,2 %). Deux cours d'eau, toujours en moyenne annuelle, accusent des teneurs en oxygène dissous dont l'expression en taux de saturation est inférieure à 60 %: le Flon à Lausanne, soit l'exutoire de la station d'épuration de Vidy, avec 18,2 % et le Vengeron avec 58,7 %.

L'évolution de la concentration en oxygène en fonction du temps dépend, comme le montre le graphique ci-joint (voir figure 6)de plusieurs facteurs dont l'importance varie selon les affluents.

Comme en 1971, la teneur en oxygène dissous de l'eau du Rhône à son embouchure et de la Dranse au Pont de la Douceur, soit en amont des déversements d'eaux usées industrielles et ménagères épurées pour celle-ci, dépend essentiellement de la solubilité de ce gaz dans l'eau, solubilité elle-même inversément proportionnelle à la température de l'eau. L'augmentation de la teneur en oxygène dissous du début et de la fin de l'année est parallèle à une baisse de la température, tandis que le fléchissement de cette teneur pendant les mois chauds de l'année correspond à un réchauffement de l'eau. Les débits ne jouent pas de rôle prépondérant, sauf lors des crues de novembre dans le cas de la Dranse. L'enrichissement dû à la photosynthèse et l'appauvrissement consécutif à la minéralisation des apports organiques n'ont, dans le cas de ces deux affluents principaux, pas d'influence apparente.

Le Grand Canal est caractérisé par des concentrations en oxygène relativement faibles, se traduisant pas des taux de saturation en général de l'ordre de 60 %. Pour cet affluent, l'aération de l'eau dépend peu du débit -l'augmentation constatée en octobre ne correspond pas à une période de crue (novembre)-

plus des phénomènes photosynthétiques qui doivent jouer un rôle à partir de mars et contribuent à enrichir son eau en oxygène et certainement enfin des processus de minéralisation qui consomment ce gaz, en particulier en septembre. L'eau provenant de la nappe souterraine de la plaine du Rhône et qui alimente le Grand Canal -canal de drainage- est une eau particulièrement "réduite", qui ne retrouve pas tout son équilibre avant son embouchure au Léman.

Dans le cas de la Paudèze, la courbe des teneurs en oxygène dépend en 1972 essentiellement des variations de la température de l'eau. L'influence des débits se confond avec ce facteur, en particulier en novembre. Enfin le fléchissement constaté de juin à août pourrait être accentué par les consommations dues à la minéralisation des apports.

Pour la Morges enfin, nous constatons l'influence de la température et des débits, surtout en début et fin d'année. Les déficits constatés en juin et surtout en octobre sont en étroit rapport avec la charge minéralisable par oxydation. La Morges présente tous les caractères d'une rivière polluée.

La concentration moyenne annuelle de l'émissaire est, en 1972, de 11,43 mg/l O_2. Elle tombe à environ 11,0 mg/l à Chancy, bien que les apports de l'Arve et de l'Allondon se soient avérés être plus riches en oxygène que le Rhône, avec respectivement des teneurs de 11,91 et 11,75 mg/l O_2. Cette diminution est due certainement aux quantités d'oxygène consommées par les eaux usées, certes épurées, se déversant dans ce fleuve le long de son parcours sur territoire genevois et à l'influence de la retenue de Verbois qui prétérite l'aération directe.

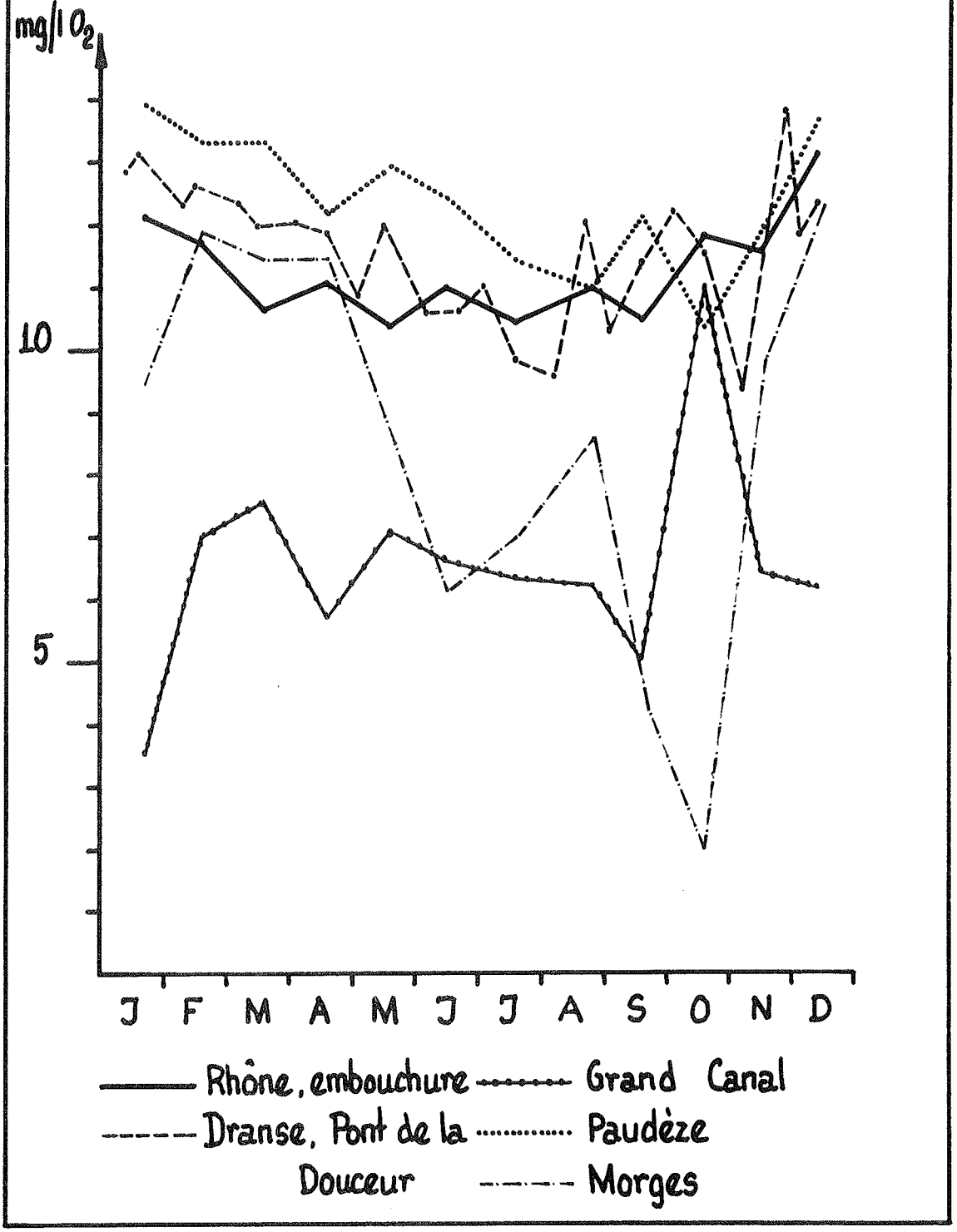
L'évolution des apports en oxygène par les affluents, des tonnages soustraits au lac par l'émissaire et des soldes est, depuis 1964, la suivante:

Années	Apports en oxygène tonnes/an	Emissaire tonnes/an	Soldes en oxygène tonnes/an
1964	80'162,5	58'400,0	+ 21'762,5
1965	90'404,4	87'421,0	+ 2'983,4
1966	94'283,6	91'895,0	+ 2'418,6
1967	90'687,7	85'267,7	+ 5'420,0
1968	84'652,1	82'435,1	+ 2'217,0
1969	82'396,7	83'092,3	- 695,6
1970	108'882,1	104'532,1	+ 4'350,0
1971	58'899,6	71'282,2	- 12'382,6
1972	61'010,4	56'587,4	+ 4'423,0
1964-1972	80'805,1	79'928,7	+ 876,4

En 1971, le bilan de l'oxygène dissous s'est, pour l'ensemble du lac Léman, soldé par un déficit calculé de quelque 12'400 tonnes, chiffre que nous avons, dans notre dernier rapport, ramené à 6'700 tonnes pour tenir compte de la sousestimation probable des apports du Rhône à son embouchure. En 1972 nous arrivons, avec des apports totaux estimés à 61'000 tonnes, à un solde positif de 4'400 tonnes. L'année faisant l'objet de ce rapport a donc été assez favorable, même si l'on tient compte de la surestimation certaine des apports

CONCENTRATIONS EN OXYGENE DISSOUS 1972

Fig. 6



des affluents secondaires, surestimation qui conduit à diminuer quelque peu ce solde. L'amélioration constatée de 1971 à 1972 est surtout due aux pertes par l'émissaire, moins prononcées la seconde année.

Les normes multi-annuelles 1964-1971 laissent apparaître un solde positif d'environ 900 tonnes/an bien insuffisant à compenser les pertes occasionnées par la consommation biologique en oxygène des apports des affluents.

De Genève à Chancy, le Rhône s'est, en 1972, enrichi de 23'700 tonnes, dont 20'000 en provenance de l'Arve et 1'000, de l'Allondon. Ces valeurs, comparables aux normes multi-annuelles, laissent apparaître une situation plus favorable que ne le laissait supposer la simple étude des concentrations.

2.6. Demande biochimique en oxygène (voir tableaux n° 9, 10 et 11)

L'évolution de ce critère d'appréciation de la qualité de l'eau, critère qui revient en fait à chiffrer un apport négatif, est la suivante depuis 1963:

Années	DBO 5 jours mg/l O_2	Taux de consommation %
1963	⩾ 4,40	⩾ 46,6
1964	⩾ 5,60	⩾ 64,4
1965	⩾ 6,88	⩾ 67,0
1966	⩾ 7,82	⩾ 86,1
1967	⩾ 12,10	⩾ 750,4
1968	⩾ 8,14	⩾ 114,8
1969	8,19	164,2
1970	7,10	148,5
1971	8,68	219,0
1972	7,51	209,5
1963-1972	⩾ 7,51	⩾ 209,5

Comme nous l'avons déjà relevé dans notre précédent rapport, les chiffres antérieurs à 1967 ne sont pas représentatifs, puisque les analyses furent effectuées sans dilution pour la majeure partie des affluents. En 1967 et 1968, les valeurs transcrites se rapprochent déjà plus de la réalité, étant donné que seuls quelques affluents du Petit Lac livrent, pour les mêmes raisons, des résultats très probablement trop faibles. Dès 1969 enfin, les demandes biochimiques trouvées analytiquement sont exactes.

En 1972, nous constatons, par rapport à l'année précédente, une légère augmentation de la demande biochimique en oxygène moyenne de l'ensemble des affluents étudiés. Cette caractéristique en effet passe de 8,68 mg/l O_2 en 1971 à 9,06 mg/l O_2 l'année suivante. En considérant par contre les taux de consommation, nous enregistrons une légère baisse avec respectivement 219,0 % et 197,2 %. L'augmentation des concentrations est surtout sensible dans le cas de l'Eau Froide (12,02 mg/l O_2 en 1971 et 16,89 mg/l O_2 en 1972), la Lutrive (10,43 à 15,26), la Morges (19,37 à 25,00) et l'Hermance (3,67 à 6,28).

Quatre affluents supplémentaires accusent une augmentation de leur DBO moins accusée, à savoir la Veveyse, le Rhône à son embouchure, la Versoix et le Nant d'Aisy. Enfin, 14 affluents sur 24 présentent une diminution de cette caractéristique, en particulier la Maladaire qui d'une consommation de 14,35 mg/l O_2 en 1971 tombe à 7,24 mg/l O_2 l'année suivante.

Bien que la consommation en oxygène ait, en chiffres absolus, augmenté de 1971 à 1972, elle a, par rapport aux concentrations initiales en oxygène, légèrement diminué en 1972 (taux de consommation). Cette évolution inverse provient essentiellement des valeurs obtenues après analyse de l'eau du Flon à Lausanne. En effet, cette rivière, ou plus exactement cet exutoire de station d'épuration, présente des DBO pratiquement identiques, entre 1971 et 1972, soit 31,07 et 30,09 mg/l O_2. Par contre, les taux de consommation, du fait des concentrations initiales en oxygène dissous, du reste très faibles, ont fortement diminué, passant respectivement de plus de 3'400 % à pratiquement 2'100 %.

En 1972, 6 rivières ont, en moyennes annuelles, consommé plus d'oxygène que leurs propres apports. Ce sont, en plus du Flon déjà mentionné, l'Eau Froide (264,5%), la Lutrive (161,5 %), la Morges (612,0 %), la Doye (331,5 %) et le Vengeron (279,7 %).

La demande biochimique en oxygène du Rhône à la Porte du Scex a passé de 4,58 mg/l O_2, soit 40,1 % en taux de consommation, en 1971 à 4,82 mg/l O_2, soit 42,8 %, en 1972. Pendant la même période, nous constatons pour la Dranse une diminution assez marquée de cette caractéristique, 6,80 la première et 4,82 mg/l O_2 la seconde année se traduisant par un fléchissement du taux de consommation -68,0 et 56,4 %-.

Les maxima annuels sont, comme les années précédentes, souvent très élevés, plus élevés même que les normes en matière de rejet d'eaux usées, comme le montrent les chiffres suivants:

L'Eau Froide	:	37,55 mg/l O_2
La Lutrive	:	51,89
Le Flon	:	57,87
La Morges	:	71,83
La Doye	:	84,38
Le Vengeron	:	27,45

De Genève à Chancy, la demande biochimique en oxygène passe de 2,13 mg/l O_2 à 3,48 mg/l O_2, soit en taux de consommation de 18,2 à 31,3 %. Les apports de l'Allondon et de l'Arve consomment respectivement, en moyennes annuelles, 27,2 et 42,3 % de teneurs initiales en oxygène dissous.

En 1972, le lac Léman a dû fournir 27'838 tonnes d'oxygène pour minéraliser les apports de ses affluents, dont 20'200 tonnes pour le Rhône, 2'400 tonnes pour la Dranse et 1'000 tonnes pour le Flon à Lausanne. Du fait des débits relativement faibles des affluents et malgré la légère augmentation de 1971 à 1972 de la demande biochimique en oxygène moyenne, les prélèvements sur les réserves du lac ont été pratiquement les mêmes que l'année précécente et plus faibles que ceux de 1969 et 1970:

Années	Apports négatifs tonnes/an
1967	29'052,5
1968	24'974,1
1969	35'228,9
1970	45'328,4
1971	27'408,9
1972	27'883,0

En tenant compte des soldes positifs ou négatifs du bilan des apports en oxygène, nous trouvons les déficits suivants:

Années	Déficits en oxygène tonnes/an
1967	23'620
1968	22'750
1969	35'920
1970	41'000
1971	39'800
1972	23'460

L'année 1972 livre donc des résultats nettement plus favorables que les trois exercices précédents -1969, 1970, 1971- qui culminaient avec un déficit de l'ordre de 40'000 tonnes/an.

La consommation en oxygène de l'eau du Rhône à sa sortie du Léman est d'environ 10'500 tonnes en 1972. Elle passe, du fait des apports de l'Arve, estimés à 8'550 tonnes, et à ceux de l'Allondon, de quelque 300 tonnes, à plus de 25'000 tonnes. La différence de plus de 5'600 tonnes d'oxygène apparaissant dans ce bilan est due aux consommations des affluents non inventoriés et des effluents de stations d'épuration qui présentent, par rapport aux récepteurs, des DBO encore élevées.

2.7. Demande chimique en oxygène (DCO) et oxydabilité au permanganate de potassium (voir tableaux n° 12 et 13)

L'oxydabilité au permanganate de potassium, déterminée en milieu acide selon la méthode de Kübel, a été recherchée systématiquement sur les affluents vaudois et valaisans, soit 19 cours d'eau sur les 24 inventoriés Les valeurs obtenues sont souvent élevées. En effet, l'Eau Froide, le Forestay, la Paudèze, accusent des oxydabilités comprises entre 20 et 30 mg/l $KMnO_4$ et la Lutrive, le Flon à Lausanne, la Morges et la Doye présentent des consommations supérieures à cette dernière valeur. Les maxima dépassent, pour un certain nombre d'affluents, les normes suisses devant être respectées en matière de rejets d'eaux usées; soit 60 mg/l en moyenne sur 24 h et 90 mg/l $KMnO_4$ en pleine charge:

L'Eau Froide	94,3 mg/l $KMnO_4$, max.annuel
La Lutrive	285,0
Le Flon	95,0
La Doye	193,0

Les affluents valaisans sont nettement moins dégradés sous ce rapport que la plupart des cours d'eau vaudois. Leur consommation en permanganate de potassium ne dépasse en effet pas 7,7 mg/l en moyenne annuelle et 11,8 mg/l pour les maxima.

La demande chimique en oxygène (DCO), déterminée par oxydation au moyen de bichromate de potassium en milieu très fortement acide, n'a fait l'objet de recherches que dans le cas de la Dranse, la Versoix, le Vengeron, l'Hermance et le Nant d'Aisy. Alors que les affluents genevois accusent des demandes chimiques en oxygène relativement modestes, comprises entre 4,3 mg/l O_2 pour la Versoix et 18,9 mg/l O_2 pour le Vengeron, la Dranse se singularise, à son embouchure, par des valeurs extrêmement élevées. En effet, en 1972, la moyenne des déterminations, effectuées conjointement sur la rive gauche et sur la rive droite, s'élève à plus de 180 mg/l O_2. Si au Pont de la Douceur -soit en amont des déversements d'eaux usées industrielles et ménagères épurées-, l'eau de cet affluent, avec une DCO de 3,3 mg/l O_2 en moyenne annuelle, est peu chargée, la situation empire notablement sur la rive gauche à l'embouchure -plus de 350 mg/l O_2 en moyenne annuelle avec un maximum atteignant 555 mg/l O_2- alors que cette évolution est peu sensible sur la rive droite -7,25 mg/l O_2. Cette aggravation est très certainement due aux déversements d'eaux usées épurées qui, en raison des débits minimes rencontrés en 1972, n'ont pratiquement pas été dilués dans le récepteur. La dégradation de la qualité de l'eau de la Dranse laisse supposer que les déversements qui polluent cette rivière ne répondent pas, quant à leur composition, aux exigences françaises qui stipulent qu'en pleine charge, la demande chimique en oxygène ne doit pas dépasser 120 mg/l O_2 pour le cas général et 80 mg/l O_2 dans des zones dites de proximité. Pour un échantillonnage moyen sur 24 heures, ces valeurs sont ramenées respectivement à 90 et 50 mg/l O_2.

La comparaison entre les résultats obtenus lors des déterminations de l'oxydabilité et de la demande chimique en oxygène et ceux livrés par l'évaluation de la demande biologique en oxygène est, comme le prouvent les chiffres transcrits à la page suivante, décevante par la variabilité des facteurs de corrélation.

Par rapport à la demande biologique en oxygène, l'oxydabilité semble comparativement livrer des résultats plus faibles que la demande chimique en oxygène. Pour celle-ci les chiffres obtenus après analyse sont toujours plus élevés que ceux de la DBO 5 jours; pour celle-là un certain nombre de résultats sont plus faibles, en particulier pour l'Eau Froide, le Flon à Lausanne, la Morges. Alors que le Rhône et la Dranse sont, en 1972, caractérisés par une DBO 5 jours -4,82 mg/l O_2- semblables, ils diffèrent notablement par leur consommation en oxygène après oxydation chimique: le premier accuse une oxydabilité au permanganate de potassium correspondant à 3,20 mg/l O_2 et la seconde, une oxydabilité au bichromate de potassium de 182,55 mg/l O_2. Cette différence ne peut, à notre avis, être expliquée que par la présence, dans l'eau de la Dranse, de substances inhibitrices des processus biologiques.

Le Rhône à Genève quitte le lac Léman avec une DCO de pratiquement 3,00 mg/l O_2. Cette caractéristique passe à 3,66 mg/l O_2 à la frontière franco-suisse. L'augmentation, de l'ordre de 19 %, est relativement faible comparée aux apports divers déversés dans ce fleuve le long de son cours sur territoire genevois.

COMPARAISON DES VALEURS DE LA DBO ET DE LA DCO

Année 1972: moyennes annuelles

AFFLUENTS	DCO méthode au permanganate mg/l O_2	DCO méthode au bichromate mg/l O_2	DBO 5 jours mg/l O_2
Grand Canal	5,09		4,77
Eau Froide	11,57		16,89
Maladaire	7,96		7,24
Veveyse	7,77		5,69
Forestay	11,32		9,55
Lutrive	24,52		15,26
Paudèze	10,88		11,10
Flon	25,24		30,09
Chamberonne	9,10		7,97
Venoge	9,29		4,45
Morges	16,25		25,00
Aubonne	6,79		4,30
Dullive	8,62		5,23
Canal Stockalper	3,86		2,70
Bouverette	3,64		4,22
Morge St Gingolph	3,08		2,69
Dranse		182,55	4,82
Rhône embouchure	3,20		4,82
Promenthouse	5,51		3,13
Doye	17,98		18,90
Versoix		4,28	2,91
Vengeron		18,89	11,73
Hermance		9,21	6,28
Nant d'Aisy		17,83	7,72
Rhône émissaire		3,07	2,13

2.8. Azote minéral (ammoniacal, nitreux, nitrique et total)

(voir tableaux n° 14 à 21)

En considérant, en moyennes annuelles, les résultats des analyses des différents stades d'oxydation de l'azote minéral pour l'ensemble des 24 affluents compris dans l'inventaire de la Sous-commission, nous pourrions fort bien, en transcrivant les chiffres, reprendre textuellement les constatations alarmantes consignées dans notre précédent rapport. En effet, nous constatons une augmentation très sensible de la concentration en azote ammoniacal en 1972, un accroissement des teneurs en nitrates et, en corollaire, une évolution alarmante de l'azote minéral total qui, de 3,861 mg/l N en 1971, passe à 4,526 mg/l N en 1972, alors que de 1963 à 1969 cette caractéristique n'avait pas dépassé 2,75 mg/l N.

AZOTE MINERAL, moyennes annuelles de l'ensemble des affluents du lac Léman

Années	Azote ammoniacal mg/l N	Azote nitreux mg/l N	Azote nitrique mg/l N	Azote minéral total mg/l N
1963	0,520	0,061	1,54	2,122
1964	1,089	0,074	1,37	2,533
1965	0,380	0,065	2,17	2,615
1966	0,525	0,087	1,37	1,982
1967	0,750	0,077	1,27	2,097
1968	0,665	0,076	1,68	2,421
1969	1,303	0,099	1,35	2,752
1970	1,618	0,084	1,77	3,476
1971	2,095	0,069	1,70	3,861
1972	2,417	0,065	2,04	4,526
1963-1972	1,393	0,077	1,68	3,145

Comme nous venons de le mentionner, la concentration moyenne annuelle en ammoniaque pour l'ensemble des 24 affluents inventoriés a très sensiblement augmenté en 1972, 2,417 mg/l N, par rapport à l'année précédente, 2,095 mg/l N. Cette augmentation est principalement due à l'évolution de la qualité de l'eau de la Veveyse (0,215 mg/l N en 1971; 0,801 mg/l N en 1972), de la Dranse (3,567 à 6,432 mg/l N et de l'Hermance (0,670 à 2,228 mg/l N). Elle est encore conditionnée par des élévations moindres,mais cependant sensibles, des teneurs de l'eau de l'Eau Froide, de la Lutrive, du Flon à Lausanne, de la Morges, de la Dullive, de la Morge de St Gingolph, de la Promenthouse, de la Doye, du Vengeron et enfin du Nant d'Aisy. Trois affluents, la Venoge, l'Aubonne et le Canal Stockalper accusent des concentrations pratiquement identiques à celles de l'année précédente. Enfin l'eau de 8 cours d'eau s'est, sous ce rapport, améliorée. C'est en particulier le cas de la Maladaire (6,951 mg/l N en 1971, 1,072, en 1972 et de la Chamberonne (1,876 à 1,094).

Les concentrations maximales en azote ammoniacal sont souvent extrêmement élevées, comme l'indiquent les quelques chiffres suivants:

La Veveyse	:	6,27 mg/l N maximum annuel
La Paudèze	:	8,09
Le Flon à Lausanne	:	39,67
La Morges	:	4,32
La Dranse, moyenne	:	12,60 (rive droite: 0,14 rive gauche: 23,30)
La Doye	:	7,63
Le Vengeron	:	19,70
Le Nant d'Aisy	:	17,00
L'Hermance	:	7,70

Répartition de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique par rapport à l'oxygène dissous.

Années	% azote ammoniacal par rapport à azote minéral total	% azote nitrique par rapport à azote minéral total	Concentration moyenne en oxygène dissous mg/l O_2
1963	24,5	72,6	10,13
1964	43,0	54,1	9,53
1965	14,5	83,0	10,76
1966	26,5	69,1	10,22
1967	35,8	60,6	9,93
1968	27,5	69,4	10,53
1969	47,3	49,1	9,94
1970	46,6	51,2	10,32
1971	54,3	44,0	9,89
1972	53,4	45,0	9,72
1963-1972	44,3	53,4	10,06

La concentration moyenne annuelle en nitrites des affluents étudiés varie relativement peu d'une année à l'autre. En 1970, année humide, elle s'élevait à 0,084 mg/l N; en 1971 et 1972, années sèches, à respectivement 0,069 et 0,065 mg/l N. La majeure partie des cours d'eau accusent des concentrations moyennes inférieures à 0,100 mg/l N, sauf:

La Maladaire	0,174 mg/l N moyenne annuelle
La Lutrive	0,137
La Chamberonne	0,137
La Morges	0,120
Le Vengeron	0,130
Le Nant d'Aisy	0,112

Les maximum annuels les plus caractéristiques sont, en 1972:

La Maladaire	0,467 mg/l N maximum annuel
La Lutrive	0,365
La Chamberonne	0,373
La Morges	0,319
Le Vengeron	1,000

Les concentrations en azote nitrique ont, en moyennes annuelles et pour l'ensemble des affluents augmenté assez sensiblement, passant de 1,70 mg/l N en 1971 à plus de 2,0 mg/l l'année suivante. Cette augmentation est en particulier due à l'évolution de la qualité de l'eau de la Chamberonne (respectivement 1,77 et 3,20 mg/l N, de la Morges (2,29 et 3,39), de la Promenthouse (1,48 et 2,25), du Vengeron (3,36 et 5,10) et de l'Hermance (2,75 et 3,61). Des baisses des teneurs en nitrates, minimes par rapport à l'année précédente, n'ont été mises en évidence que pour 4 affluents.

Du fait de l'évolution des teneurs en ammoniaque et en nitrates, les résultats de l'année 1972 laissent apparaître, par rapport à ceux de l'année précédente, une augmentation de l'azote minéral total pour 17 affluents sur les 24 étudiés. Pour 4 affluents, en particulier le Rhône à son embouchure (0,74 mg/l N), les résultats sont pratiquement identiques et enfin 3 rivières s'améliorent sous ce rapport, la Maladaire (9,84 et 1971, 4,55 mg/l N en 1972), le Forestay et la Versoix. Les apports de 4 cours d'eau dépassent, en moyennes annuelles, 7 mg/l en azote minéral total, à savoir:

Le Flon à Lausanne	14,77	mg/l N moyenne annuelle
La Dranse	7,42	(rive gauche 14,30 mg/l N)
Le Vengeron	15,72	
Le Nant d'Aisy	16,98	

Quant aux maxima annuels, il n'est pas rare qu'ils dépassent les 10 mg/l d'azote minéral total, comme le montrent les résultats suivants:

La Paudèze	10.99	mg/l N maximum annuel
Le Flon à Lausanne	39,80	
La Dranse	12,82	(rive droite 0,87 rive gauche 25,21)
Le Vengeron	25,77	
L'Hermance	10,37	
Le Nant d'Aisy	21,50	

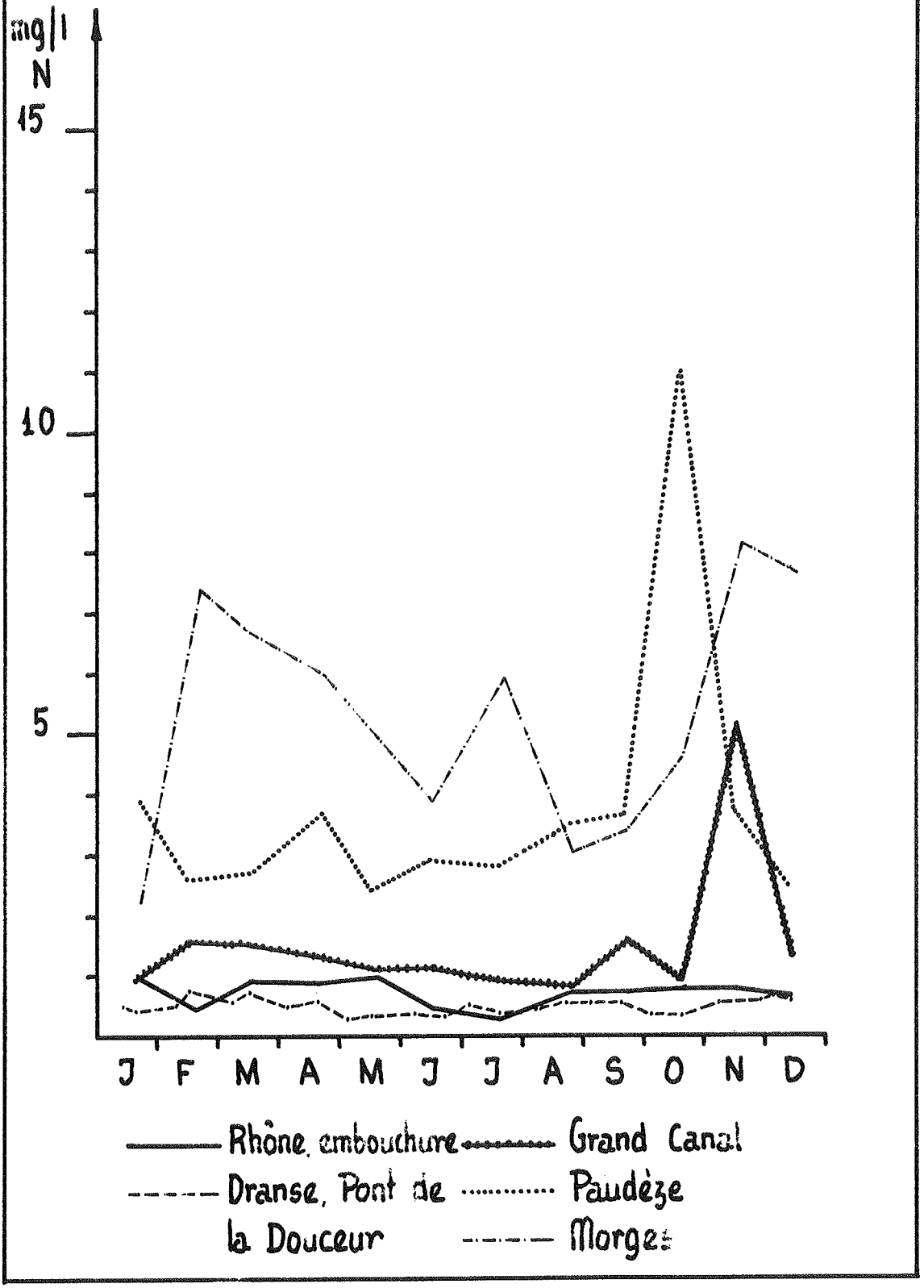
Remarquons enfin que les minima annuels sont également très élevés dans le cas du Flon à Lausanne (8,03 mg/l N), du Vengeron (10,17) et du Nant d'Aisy (12,35).

Dans un graphique annexé à ce chapitre (voir fig.7), nous avons tracé l'évolution des concentrations en azote minéral total au cours de l'année 1972. Pour les deux affluents principaux, le Rhône à la Porte du Scex et la Dranse au Pont de la Douceur, les variations sont relativement peu importantes. Tout au plus perçoit-on un léger fléchissement lors des augmentations de débit consécutives à la fonte des neiges, en mai-juin pour la Dranse et en juin-juillet pour le Rhône. Pour le Grand Canal, l'augmentation très sensible de novembre est parallèle à une forte crue. Pour la Morges, il existe également un rapport direct entre débit et concentration en azote minéral total. Pour la Paudèze enfin, nous enregistrons une forte augmentation, due surtout à l'évolution de l'ammoniaque, en octobre, alors que la crue de novembre n'a pratiquement pas d'influence.

De Genève à Chancy, la concentration moyenne du Rhône en azote minéral passe de 0,405 à 1,197 mg/l N. En 1971, nous avions enregistré une teneur plus faible -0,254 mg/l N- dans la rade à Genève et plus forte -1,549 mg/l N- à la frontière franco-suisse. L'augmentation constatée est imputable aux trois stades d'oxydation de l'azote minéral:

CONCENTRATIONS EN AZOTE MINERAL 1972

Fig. 7



	Azote ammoniacal mg/l N	Azote nitreux mg/l N	Azote nitrique mg/l N
Rhône, émissaire	0,081	0,004	0,32
Rhône, Chancy	0,475	0,012	0,71
Augmentation	+ 0,394	+ 0,008	+ 0,39
Arve, Jonction	0,283	0,011	0,73
Allondon, embouchure	0,073	0,010	1,46

Si en regard de l'évolution des concentrations en azote minéral, les résultats de l'année 1972 laissent percevoir une aggravation nette de la situation, l'étude des apports totaux livre des chiffres plus inquiétants encore. En effet, de 5'500 tonnes en 1971, les apports des 24 affluents étudiés passent à plus de 9'000 tonnes l'année suivante. Même en considérant que les apports des affluents secondaires (donc à l'exception du Rhône et de la Dranse) sont, en 1972, certainement surestimés, ce chiffre est le plus élevé obtenu depuis le début de l'enquête de la Sous-commission technique:

Apports en azote minéral total

Années	Apports totaux tonnes/an N	Apports totaux, après correction en fonction des surestimations des débits tonnes/an N
1964	4'890,10	
1965	3'988,70	
1966	2'142,03	
1967	3'777,58	
1968	5'500,87	
1969	5'806,27	≃ 5'200,00 *
1970	7'284,56	≃ 5'800,00 *
1971	5'548,27	
1972	9'196,58	≃ 8'030,00 **
1964-1972	5'943,85	

* voir rapports années 1969 et 1970

** en admettant arbitrairement que les apports des affluents secondaires soient surestimés de 50 %.

En tenant compte du tonnage soustrait par l'émissaire, les soldes positifs s'établissent comme suit:

Années	Emissaire tonnes/an N	Soldes calculés tonnes/an N	Soldes corrigés tonnes/an N
1964	2'241,10	+ 2'649,00	
1965	3'188,96	+ 799,74	
1966	3'323,97	- 1'181,94	
1967	3'014,97	+ 762,61	
1968	2'480,62	+ 3'020,25	
1969	1'889,75	+ 3'916,52	+ 3'300,00
1970	2'404,94	+ 4'879,62	+ 3'400,00
1971	1'578,95	+ 3'969,32	
1972	2'023,30	+ 7'173,28	+ 6'000,00
1964-1972	2'243,87	+ 3'699,98	

En étudiant affluent par affluent l'évolution des apports en azote minéral total en 1972, nous constatons une baisse dans le cas de la Maladaire, du Flon à Lausanne (560 tonnes en 1971, 505 en 1972) de la Doye et de l'Hermance, une certaine similitude pour la Lutrive, la Paudèze, la Bouverette, le Rhône à son embouchure (3'029 tonnes et 3'075 respectivement en 1971 et 1972), la Versoix, le Vengeron et le Nant d'Aisy, enfin une augmentation pour un certain nombre d'affluents du Grand Lac, particulièrement sensible pour la Veveyse (de 36 à 137 tonnes), la Venoge (149 à 539) et surtout la Dranse pour laquelle l'évolution durant les 4 dernières années a été la suivante:

1969	206,50 tonnes/an azote minéral total
1970	729,77
1971	1'050,14
1972	3'783,90

Il ressort de ces chiffres, surtout si l'on considère le total corrigé des apports des affluents, que l'augmentation constatée est due pratiquement uniquement aux déversements de la Dranse. Il est évident que la qualité de l'eau de la Dranse a fortement baissé depuis 1970, à la suite du rejet dans cette rivière des eaux usées, actuellement épurées, des agglomérations de Thonon et d'Evian. Ainsi l'augmentation des apports de cette rivière doit, -comme précédemment les rejets de ces régions, effectués directement au lac, n'étaient pas compris dans l'inventaire de la Sous-commission- être plutôt considérée comme un complément au cadastre établi que comme une augmentation réelle de la charge totale entraînée au lac Léman. Il est par ailleurs certain que les chiffres employés pour chiffrer les apports de la Dranse -à savoir la moyenne arithmétique des résultats des analyses effectuées à partir d'échantillons prélevés conjointement sur la rive droite, peu prétéritée par les déversements d'eaux usées et la rive gauche convoyant, en période de faibles débits surtout, l'effluent de la station d'épuration de Thonon- sont sujets à caution. Cependant en attendant de tenir compte, si faire se peut, de la répartition du débit total de cette rivière sur ses deux rives, nous avons tenu à inclure dans l'inventaire de la Sous-commission technique des données qui, bien qu'imparfaites, tiennent cependant compte des apports totaux de la Dranse à son embouchure.

En 1972, les apports non corrigés de l'azote minéral total se répartissent en:

Azote ammoniacal	:	5'314,60 tonnes/an N
Azote nitreux	:	215,78
Azote nitrique	:	3'666,18

Jusqu'à Chancy, le Rhône, en 1972, s'est enrichi de près de 1'600 tonnes d'azote minéral total, alors que les apports de l'Arve et de l'Allondon se montent à environ 1'900 tonnes ! Ainsi il est vraisemblable que, tout comme en 1971, les bilans établis soient entachés d'erreurs. Les chiffres émanant des moyennes multiannuelles 1964-1972 nous semblent être plus proches de la réalité, dans le sens qu'ils laissent apparaître les apports dus aux eaux usées épurées se déversant dans ce fleuve:

Rhône, émissaire	:	3'699,98 tonnes/an N
Rhône, Chancy	:	6'713,03
Augmentation	:	+ 3'013,05
Arve, Jonction	:	1'785,83
Allondon, embouchure	:	133,55

2.9. Azote organique et total (voir tableaux n° 22 à 25)

En 1971, seule l'eau de la Dranse avait fait l'objet de déterminations de l'azote organique. A l'embouchure, pour la moyenne des deux rives, nous avions mis en évidence les concentrations moyennes suivantes:

Azote minéral total	:	4,057 mg/l N
Azote organique	:	0,483 mg/l N

En 1972, ce dosage a été abandonné pour la Dranse, mais il a par contre été effectué régulièrement sur les affluents valaisans, à partir du mois d'août. En calculant, par rapport à l'azote total, les pourcentages des fractions inorganiques et organiques, nous obtenons les chiffres suivants (moyennes annuelles année 1972):

Répartition de l'azote minéral total et de l'azote organique par rapport à l'azote total.

Affluents	Azote total mg/l N	Azote minéral total mg/l N	Azote minéral total %	Azote organique mg/l N	Azote organique %
Canal Stockalper	1,479	0,890	60,2	0,589	39,8
La Bouverette	1,105	0,641	58,0	0,464	42,0
La Morge St Gingolph	0,837	0,419	50,0	0,418	50,0
Le Rhône, embouchure	1,126	0,738	65,5	0,388	34,5
Moyennes			58,4		41,6

Ainsi pour les affluents valaisans, caractérisés par des concentrations en éléments nutritifs relativement faibles, les apports en azote total se répartissent en 58,4 % (de 50 à 65,5 %) d'azote minéral et 41,6 % (de 34,5 à 50 %) d'azote organique. En 1971, pour la Dranse au Pont de la Douceur, nous obtenions 60,2 % d'azote minéral et 39,8 % d'azote organique, soit pratiquement la même répartition que l'année suivante pour les affluents valaisans. La Dranse au Pont de la Douceur, et les affluents valaisans étant relativement peu chargés, il est intéressant de rechercher si nous tombons sur des résultats comparables dans le cas d'une rivière fortement polluée. Il semble que ce soit le cas, tout au moins si l'on considère les résultats de 1971 pour la Dranse, rive gauche embouchure:

Azote total	:	6,870 mg/l N
Azote minéral total	:	4,387 mg/l N soit 63,9 %
Azote organique	:	2,483 mg/l N soit 36,1 %

En résumé, nous serions en droit d'admettre, à condition que les résultats obtenus pour le Rhône à son embouchure et pour les affluents inventoriés sur la rive gauche du Grand Lac soient confirmés pour les autres cours d'eau, que les apports en azote minéral total représentent, en chiffres ronds, le 60 % des apports totaux en azote.

Si cette proportion s'avérait être exacte, les apports en azote total pour l'ensemble des affluents inventoriés sur le pourtour du lac Léman, en se référant aux apports calculés en azote minéral total, auraient été en 1972 de:

Apports bruts	:	azote minéral	:	9'200 tonnes/an N
		azote total	:	15'300
Apports corrigés	:	azote minéral	:	8'000
		azote total	:	13'300

2.10. Phosphore soluble, organique et total (voir tableaux nº 26 à 31)

Il est certain que dans une étude destinée à estimer les apports à un lac par l'ensemble des affluents, le chapitre consacré au phosphore, du fait de l'influence directe de cet élément sur la fertilité des eaux, donc par voie de conséquence sur la pollution secondaire, est du plus grand intérêt. Quelles sont très brièvement les constatations découlant des études de l'année 1972 ? Tout d'abord, du point de vue des concentrations moyennes annuelles, nous ne constatons, pour le phosphore total, pas de modifications sensibles: 1,222 mg/l P en 1971 et 1,187 mg/l P en 1972, pour l'ensemble des affluents. Par contre, en abordant les apports, cette note optimiste s'estompe. En effet, les apports en phosphore total ont considérablement augmenté de 1971, année qui, avec 1970, détenait déjà un record en la matière, à l'année faisant l'objet de ce rapport. En chiffres cette évolution se traduit par un accroissement des apports de quelque 1100 tonnes en phosphore total.

L'évolution des concentrations moyennes annuelles du phosphore soluble (orthophosphates), du phosphore organique et du phosphore total est, depuis le début de l'enquête de la Sous-commission technique et pour l'ensemble des affluents étudiés, la suivante:

Phosphore: moyennes annuelles pour l'ensemble des affluents

Années	Orthophosphates mg/l P	Phosphore organique mg/l P	Phosphore total mg/l P
1963	0,164	0,137	0,301
1964	0,344	0,191	0,535
1965	0,236	0,330	0,566
1966	0,326	0,479	0,805
1967	0,443	0,854	1,297
1968	0,304	0,343	0,647
1969	0,384	0,429	0,813
1970	0,447	0,604	1,051
1971	0,730	0,492	1,222
1972	0,762	0,425	1,187
1963-1972	0,469	0,463	0,931

Comme nous l'avons déjà relevé, la concentration moyenne annuelle en phosphore total pour l'ensemble des affluents étudiés n'a pratiquement pas varié entre 1971 et 1972, années qui, du point de vue météorologique, sont comparables. Cette similitude se retrouve dans l'eau de 4 affluents, à savoir la Chamberonne, le Canal Stockalper, la Morge de St Gingolph et la Versoix. Nous constatons des augmentations relativement peu sensibles dans le cas du Grand Canal (de 0,096 à 0,158 mg/l P total), de l'Eau Froide (0,439 à 0,630), de la Venoge (0,627 à 0,821), de la Dullive (0,420 à 0,504) et de la Promenthouse (0,209 à 0,325). L'évolution est nettement plus défavorable dans le cas de la Veveyse et de l'Hermance dont les teneurs en phosphore total passent respectivement de 0,180 à 0,537 et 0,430 à 0,982 mg/l P et surtout pour la Dranse qui, vu les déversements d'eaux usées mal répartis dans l'ensemble du débit liquide de cette rivière, voit la moyenne des concentrations rive gauche + rive droite passer à l'embouchure de 0,927 mg/l P total en 1971 à plus de 3,0 mg/l P (3,090) l'année suivante. En contrepartie, 12 affluents accusent une baisse de leur concentration en phosphore total de 1971 à 1972. Cette diminution est particulièrement sensible dans le cas de la Maladaire (de 3,189 à 1,314 mg/l P total) et du Flon à Lausanne grâce à l'introduction du traitement chimique à la station d'épuration de Vidy (5,056 en 1971, 2,344 mg/l P total en 1972). L'eau du Rhône à son embouchure accuse également une légère diminution de sa teneur en phosphore total en 1972 -0,131 mg/l- par rapport à l'année précédente -0,151-.

La proportion d'orthophosphates par rapport à la fraction organique est, comme le montrent les chiffres du tableau de la page suivante, plus marquée que les années précédentes.

Comme nous l'avions déjà relevé dans notre précédent rapport et contrairement aux constatations faites pour l'azote minéral, la richesse en oxygène dissous ne semble pas, tout au moins lorsque l'on considère les moyennes annuelles de l'ensemble des affluents étudiés, avoir d'influence directe sur la répartition du phosphore total en orthophosphates et phosphore organique. En effet, l'augmentation de près de 5 % de la fraction minérale soluble de 1971 à 1972 ne correspond pas à une modification sensible de la teneur moyenne en oxygène dissous.

Répartition des orthophosphates et du phosphore organique par rapport à l'oxygène dissous

Années	% Orthophosphates par rapport au phosphore total	% Phosphore organique par rapport au phosphore total	Concentration en oxygène dissous mg/l O_2
1963	54,5	45,5	10,13
1964	64,3	35,7	9,53
1965	41,7	58,3	10,76
1966	40,5	59,5	10,22
1967	34,2	65,8	9,93
1968	47,0	53,0	10,53
1969	47,2	52,8	9,94
1970	42,5	57,5	10,32
1971	59,7	40,3	9,89
1972	64,2	35,8	9,72
1963-1972	50,4	49,6	10,06

Les orthophosphates ont, en moyenne annuelle, légèrement augmenté pour l'ensemble des affluents entre 1971 et 1972, passant de 0,730 mg/l P la première à 0,762 mg/l P la seconde année. Cette évolution est principalement due aux modifications rencontrées dans les teneurs de l'eau de la Dranse à son embouchure (moyenne rive droite et rive gauche : 1971= 0,476 mg/l P; 1972= 2,125 mg/l P.

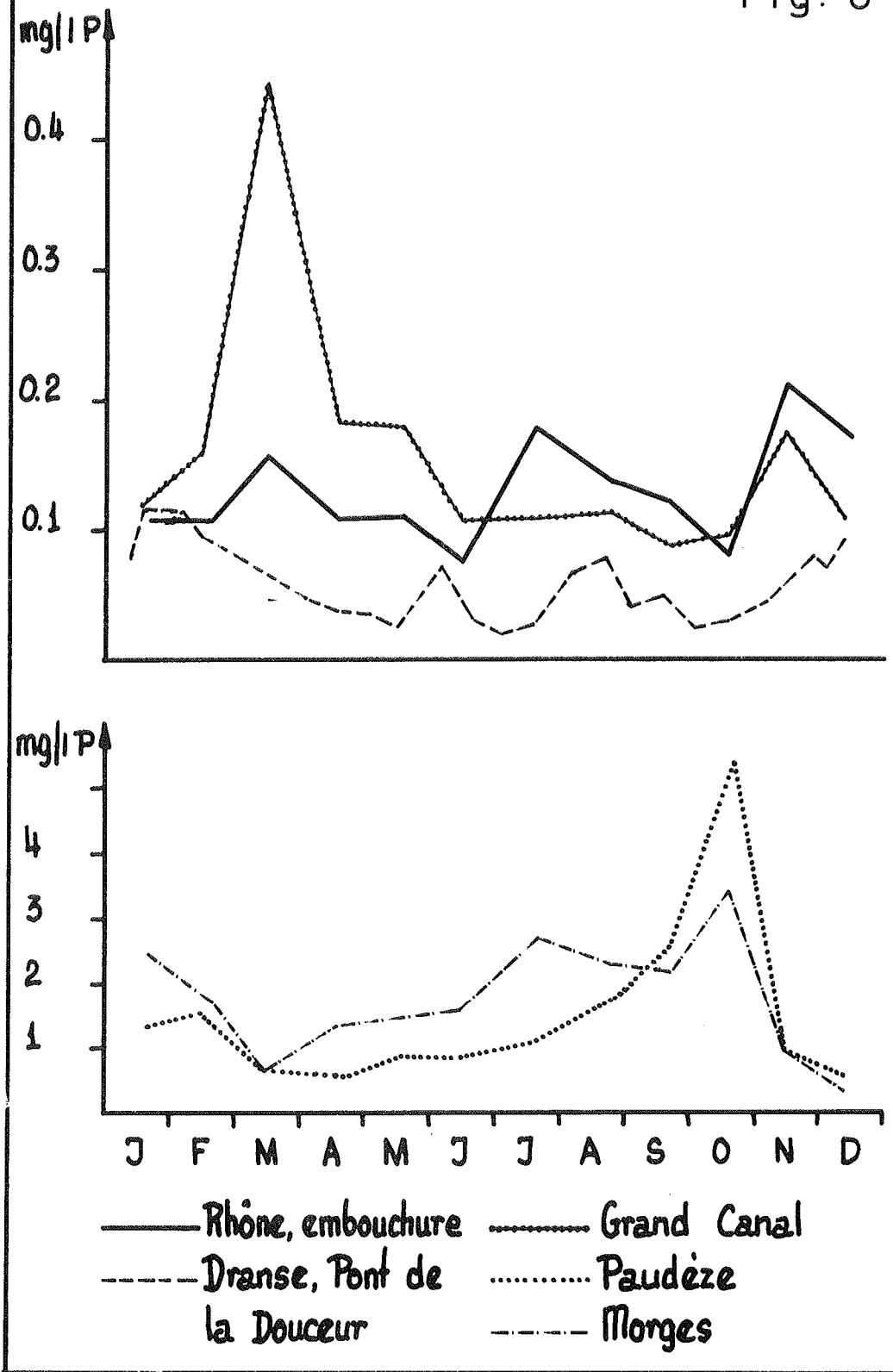
Du fait de la similitude des teneurs en phosphore total pour les deux années considérées, la fraction organique a diminué, tombant de 0,492 mg/l P en 1971 à 0,425 mg/l P en 1972.

Les maxima annuels restent très élevés et dépassent dans le cas des orthophosphates souvent les normes suisses en matière de rejet d'eaux usées, normes stipulant que, dans le cas d'un lac, les concentrations des eaux usées en phosphore soluble ne doivent pas dépasser 2,0 mg/l PO_4, soit environ 0,70 mg/l P:

	Moy.annuelle P soluble mg/l P	Max.annuel P soluble mg/l P
La Maladaire	0,779	2,362
La Veveyse		0,771
Le Forestay		0,784
La Lutrive	0,725	2,057
La Paudèze	0,706	1,568
Le Flon	0,945	3,657
La Chamberonne	0,702	1,346
La Venoge		1,579
La Morges	0,860	1,482
La Dranse	2,125	5,295
La Doye	0,795	4,510
Le Vengeron	4,254	7,300
L'Hermance	0,826	1,980
Le Nant d'Aisy	3,075	8,000

CONCENTRATIONS EN PHOSPHORE TOTAL 1972

Fig. 8



Etant donné qu'il est extrêmement peu probable que les concentrations en phosphore soluble (orthophosphates) mises en évidence dans les affluents cités ci-dessus aient uniquement une origine naturelle et que nous constatons que l'eau de 11 affluents en moyenne annuelle et de 14 affluents en fonction des maximums ne satisfont pas les normes suisses en matière de rejet d'eaux usées, nous devons admettre que les déversements effectués dans ces affluents ne sont pas conformes quant à leurs teneurs en orthophosphates. Certes, le troisième stade de l'épuration, la précipitation chimique, permet de réduire, les chiffres du Flon à Lausanne le prouvent, dans une notable proportion les concentrations en phosphore soluble, mais il convient encore de vérifier régulièrement l'efficacité de ce traitement et d'en assurer la pérennité. En effet la précipitation des phosphates à la station d'épuration de Vidy a permis d'en abaisser très nettement la concentration dans l'eau du Flon dont les teneurs passent de 2,394 mg/l P en 1971 (max.7,35) à 0,945 mg/l P l'année suivante (max.3,66). De plus, sur les 12 prélèvements effectués en 1972, 8 livrent une eau conforme, 2 présentent des chiffres à peine supérieurs aux normes et seulement 2 les dépassent très nettement (2,12 mg/l P en août et 3,66 mg/l en décembre 1972).

Pour le phosphore total, les maxima annuels, comme le montrent les quelques résultats transcrits ci-dessous, restent élevés:

La Maladaire	3,104 mg/l P tot. max. annuel
La Lutrive	3,977
La Paudèze	5,396
Le Flon à Lausanne	6,860
La Morges	3,396
La Dranse	10,751
La Doye	5,408
Le Vengeron	7,450
Le Nant d'Aisy	8,950

Le Rhône à Genève accuse une concentration moyenne en phosphore total de 0,048 mg/l P en 1972. Cette teneur s'élève à 0,224 mg/l P à Chancy. Cette augmentation, relativement élevée par rapport aux normes multi-annuelles, est due aux apports de l'Arve et de l'Allondon et aux déversements d'eaux usées épurées:

	Normes 1963-1971 mg/l P tot.	Moyennes 1972 mg/l P tot.
Rhône émissaire	0,040	0,048
Rhône Chancy	0,109	0,224
Augmentation	+ 0,069	+ 0,176
Arve Jonction	0,168	0,175
Allondon	0,050	0,068

Les apports totaux calculés en phosphore total s'élèvent, en 1972, à 2'555,77 tonnes P. Ils se répartissent en 1'462,50 tonnes d'orthophosphates et 1'093,27 tonnes de phosphore organique. Comme nous l'avons déjà relevé au début de ce chapitre, ces chiffres sont les plus importants rencontrés depuis les travaux de la Sous-commission technique et ils conditionnent directement les soldes positifs:

Apports et soldes en phosphore total

Années	Apports totaux tonnes/an P	Soldes en tenant compte de l'émissaire tonnes/an P
1964	422,18	158,18
1965	604,73	350,66
1966	1'279,76	1'101,50
1967	1'081,15	896,38
1968	837,58	589,71
1969	683,41	397,77
1970	1'569,62	1'173,02
1971	1'453,43	1'169,20
1972	2'555,77	2'322,05
1964-1972	1'538,67	1'260,61

Il est vraisemblable que les apports calculés pour l'année 1972 sont en partie inexacts. Si les apports du Rhône à son embouchure (551,2 tonnes en 1972 contre 622,62 tonnes l'année précédente en phosphore total) peuvent être, du fait du mode de calcul utilisé, considérés comme étant proches de la réalité, par contre ceux de la Dranse, en regard de l'incertitude qui subsiste quant à la détermination de la charge moyenne réelle de cet affluent (voir chapitre 2.8., azote minéral) ne peuvent être garantis.

Par ailleurs, comme nous l'avons déjà signalé, les apports des autres affluents -425,73 tonnes de phosphore total- sont en 1972 certainement surestimés. Au vu de ces deux restrictions, -la première porte sur les 1578,84 tonnes de phosphore total entraînées, d'après nos calculs, au lac et la seconde conduit, en admettant, comme pour l'azote minéral, une surestimation de 50 %, à diminuer les apports de 210 tonnes- peut-on encore prétendre à un enrichissement du lac en phosphore entre 1971 et 1972 ? Tout au plus, nous semble-t-il, peut-on admettre que, si l'augmentation des apports calculés constatée en 1972 semble être erronée, par contre, il ne s'est pas produit d'amélioration par rapport à l'année précédente.

Exception faite du Rhône et de la Dranse, les affluents étudiés du lac Léman ont accusé des apports inférieurs, en 1972, à 100 tonnes en phosphore total.

L'émissaire soustrait au lac environ 235 tonnes de phosphore total. En raison des apports sur territoire genevois, cette valeur passe à 1630 tonnes à la frontière franco-suisse, dont 300 entraînées par l'Arve et 4,65 par l'Allondon.

2.11. Détergents (voir tableaux no 32 et 33)

Nous avions, dans nos précédents rapports, relevé qu'il existait un certain rapport entre concentrations moyennes en phosphore total et teneurs en détergents. Ce parallélisme paraissait être logique, puisqu'il est admis que près de 50 % des apports en phosphore sont dus aux produits de lessive conte-

nant des détergents. En 1972, nous constatons une augmentation sensible des détergents qui, de 0,18 mg/l en 1971, passent à 0,25 mg/l l'année suivante, alors que les teneurs en phosphore n'ont pratiquement pas varié:

Comparaison entre teneurs moyennes en détergents et en phosphore

Années	Détergents mg/l	Phosphore total mg/l P
1965	0,103	0,566
1966	0,120	0,805
1967	0,142	1,297
1968	0,054	0,647
1969	0,090	0,813
1970	0,110	1,051
1971	0,180	1,222
1972	0,250	1,187

L'augmentation de la teneur moyenne annuelle de l'ensemble des affluents du lac Léman est due à des accroissements des concentrations mesurées dans l'eau de 12 cours d'eau, accroissements particulièrement sensibles dans le cas de la Morges (0,31 en 1971, 0,55 en 1972), du Flon à Lausanne (0,88 à 1,36) et surtout de la Dranse (0,30 à 1,55 mg/l). Cette augmentation est par ailleurs tempérée par des diminutions étant intervenues pour 7 affluents parmi lesquels il convient de signaler la Maladaire (de 0,23 à 0,09) et le Vengeron (1,21 à 0,19 entre 1971 et 1972).

Les maxima annuels sont, comme les années précédentes, souvent élevés, ainsi que le montrent les quelques chiffres transcrits ci-dessous:

Le Grand Canal	1,49 mg/l max. annuels
Le Flon	2,60
La Morges	1,69
La Dranse	6,28
La Doye	2,77

Du fait de l'augmentation des concentrations moyennes, les apports passent de quelque 300 tonnes en 1971, dont 100 imputables au Rhône et 134 à la Dranse, à environ 940 tonnes en 1972, dont 56 dues à celui-là et près de 800 à celle-ci:

Apports en détergents

Années	tonnes/an
1965	145,86
1966	85,96
1967	188,43
1968	176,98
1969	--
1970	232,78
1971	298,94
1972	941,83

Si, de 1971 à 1972, les apports du Rhône ont presque diminué de moitié, par contre ceux des affluents de la rive vaudoise du Grand Lac ont nettement augmenté puisque chiffrés à 55 tonnes la première année, ils atteignent 88 tonnes la seconde. Cette évolution est due d'une part à une augmentation de leur teneur moyenne (de 0,18 à 0,26 mg/l) et d'autre part à un accroissement de leurs débits, probablement du reste en partie surestimés. Pour le Petit Lac, nous enregistrons une tendance inverse: les teneurs passent, en moyenne annuelle, de 0,24 à 0,18 mg/l et, par voie de conséquence, les apports, de 4,6 à 3,5 tonnes. L'évolution la plus marquée est celle de la Dranse qui, entre 1971 et 1972, accuse une augmentation de plus de 650 tonnes. Pour des raisons déjà maintes fois évoquées dans ce rapport, ces chiffres ne correspondent certainement pas à la réalité. Ils indiquent cependant à notre avis une modification profonde de la qualité de l'eau de cet affluent, modification dont il faut rechercher les causes dans l'introduction d'eaux usées, actuellement épurées, dans son cours inférieur.

Comme les années précédentes, il n'a pas été mis en évidence de détergents dans le Rhône à Genève. On en retrouve, à des concentrations du reste très faibles, à la frontière franco-suisse. L'enrichissement, en raison des débits importants, se chiffre, en 1972, à 124 tonnes dont 40 en provenance de l'Arve à son embouchure.

2.12. Chlorures (voir tableaux nº 34 et 35)

L'évolution, depuis 1965, des concentrations moyennes en chlorures pour les affluents étudiés, de leurs apports totaux et des soldes obtenus, après défalcation des tonnages soutirés au lac par l'émissaire, est la suivante:

Chlorures: concentrations moyennes, apports totaux, soldes

Années	Concentrations moy. annuelles mg/l Cl	Apports totaux tonnes/an	Soldes tonnes/an
1965	11,9	23'419,4	5'770,4
1966	9,7	35'026,4	15'418,4
1967	13,3	35'479,5	17'784,6
1968	11,6	30'789.6	11'868,0
1969	14,8	41'887,2	20'182,2
1970	14,9	53'207,7	25'254,2
1971	18,3	33'022,8	15'484,6
1972	20,7	54'402,4	37'590,0

La teneur moyenne annuelle de l'eau des affluents du lac Léman a donc quelque peu augmenté de 1971 à 1972, passant de 18,3 à 20,7 mg/l. Cette tendance caractérise 15 affluents sur les 24 inventoriés. Elle est particulièrement sensible dans le cas de la Dranse (de 8,7 à 22,4 mg/l Cl). La qualité de l'eau du Rhône à son embouchure s'est également modifiée dans le même sens (de 5,6 à 7,2 mg/l).

Trois affluents dépassent, en moyenne annuelle, les 30 mg/l de chlorures. Ils recueillent tous trois des eaux usées épurées:

Le Flon à Lausanne	:	69,9 mg/l Cl moy. annuelle
Le Vengeron	:	59,8
Le Nant d'Aisy	:	68,8

Les maxima annuels les plus caractéristiques sont les suivants:

Le Flon à Lausanne	:	91,1 mg/l Cl max. annuel
La Dranse	:	31,3
Le Vengeron	:	107,0
Le Nant d'Aisy	:	124,0

Dans le précédent rapport nous avions tenté de rapprocher les teneurs moyennes en chlorures des hauteurs des précipitations et des débits moyens des affluents. Cette comparaison, fondée sur des résultats globaux, n'avait pas permis de mettre en évidence des liens étroits entre composition des eaux et conditions météorologiques. Les résultats de 1972 ne permettent pas, à notre avis, de mieux définir d'éventuelles corrélations. Tout au plus peut-on remarquer que les années 1971 et 1972, relativement sèches, sont caractérisées par des teneurs élevées et comparables en chlorures.

Les apports atteignent 54'400 tonnes en 1972 contre 33'000 tonnes en 1971. Cette augmentation est imputable principalement aux affluents suivants:

	Apports 1971 tonnes/an Cl	Apports 1972 tonnes/an Cl
Le Rhône, embouchure	21'175	30'763
La Dranse	3'456	11'433
La Venoge	1'056	2'809
Le Grand Canal	594	964
La Veveyse	276	518
La Morges	341	579

De Genève à Chancy, le Rhône accuse une légère augmentation de ses teneurs en chlorures se traduisant par des moyennes annuelles de 3,4 mg/l au niveau de la rade et de 5,0 mg/l à Chancy. Quant aux apports, ils passent de 16'800 tonnes au sortir du lac à 36,400 tonnes à Chancy. L'Arve contribue à cette augmentation avec 11'500 tonnes et l'Allondon avec 569 tonnes.

2.13. Hydrocarbures (voir tableaux n° 36 et 37)

La recherche et le dosage des hydrocarbures ont été, comme en 1971, effectués sur des affluents vaudois et valaisans pratiquement à la même périodicité que pour les autres recherches prévues au programme établi par la Sous-commission technique. L'inventaire porte donc sur 19 affluents.

La concentration moyenne annuelle s'élève en 1972 à 1,17 ppm pour les rivières analysées. En 1971, la valeur correspondante était de 2,45 ppm. On constate donc une nette amélioration, due à une diminution de la teneur générale des affluents vaudois et valaisans du Grand Lac, alors que les rivières vaudoises du Petit Lac et le Rhône accusent des teneurs légèrement plus élevées:

	Année 1971 Moyenne annuelle ppm	Année 1972 Moyenne annuelle ppm
Grand Lac, affluents vaudois	3,04	1,05
Grand Lac, affluents valaisans	0,39	0,26
Rhône, embouchure	0,22	0,26
Petit Lac, affluents vaudois	2,82	3,76
Moyenne annuelle générale	2,45	1,17

Les rivières accusant les concentrations les plus élevées sont, dans l'ordre décroissant, la Doye (7,20 ppm en moyenne annuelle), le Flon (3,59), l'Eau Froide (2,16), la Morges (1,72), la Lutrive (1,51) et la Chamberonne (0,93).

Les maxima annuels les plus caractéristiques sont, en 1972, les suivants; ils sont comparativement plus faibles que l'année précédente, sauf en ce qui concerne la Doye, l'Eau Froide et la Lutrive:

	Maxima annuels, ppm	
	Année 1971	Année 1972
L'Eau Froide	6,30	10,00
La Maladaire	96,00	0,90
Le Flon, Lausanne	18,00	13,20
La Morges	87,00	4,00
La Lutrive	2,00	8,00
La Doye	27,00	74,00

Les apports totaux des 19 affluents inventoriés s'élèvent, en 1972, à 1'532,79 tonnes. Ils sont, du fait de la diminution des concentrations, en légère régression par rapport à l'année précédente qui s'était soldée par des déversements estimés à plus de 1'600 tonnes d'hydrocarbures.

Les apports les plus importants, 1'080 tonnes, sont imputables au Rhône à la Porte du Scex. Viennent ensuite le Flon à Lausanne, avec 125 tonnes, l'Eau Froide avec 67 tonnes, le Canal Stockalper avec 60 tonnes, la Morges avec 58 tonnes. Pour les autres affluents inventoriés les apports, toujours en 1972, s'élèvent à moins de 30 tonnes.

Pour le Rhône à la Porte du Scex, les apports de 1972 sont comparables à ceux de l'année précédente et nettement plus faibles qu'en 1969 et 1970:

1969 : 2'567,0 tonnes/an d'hydrocarbures
1970 : 6'031,9
1971 : 956,6
1972 : 1'083,5

2.14. Dureté totale, titre alcalimétrique complet, dureté permanente.

(voir tableaux n° 38, 39 et 40)

Bien que les chiffres obtenus par la détermination analytique de la dureté totale (TH), du titre alcalimétrique complet (TAC) et de la dureté permanente ne soient pas d'une utilité directe pour juger de l'importance des déversements d'eaux usées d'origine diverse, nous croyons utile de très brièvement transcrire les résultats obtenus depuis 1966. En 1972, ces déterminations ont été effectuées sur l'ensemble des affluents. De 1966 à 1971, il ne manquait de données que pour la Dranse:

Minéralisation totale: moyennes annuelles

Années	Titre hydrotimétrique mé/l	Titre alcalimétrique complet mé/l	Dureté permanente mé/l
1966	5,61	4,31	1,30
1967	5,63	4,29	1,34
1968	5,60	4,27	1,33
1969	5,50	4,23	1,27
1970	5,19	3,94	1,25
1971	5,28	3,99	1,28
1972	5,57	3,98	1,59

A la lecture de ces résultats, il ne semble pas que les conditions météorologiques, par l'influence qu'elles opèrent sur la dilution des apports, jouent un rôle déterminant sur la minéralisation totale moyenne des apports. En effet, le très léger accroissement du titre hydrotimétrique constaté en 1972 par rapport aux deux années précédentes n'est pas parallèle à l'évolution des précipitations et des débits. Le titre alcalimétrique complet quant à lui est stable depuis 1970, année pendant laquelle il avait, par rapport à la période 1966-1969, subi une très légère baisse. La dureté permanente enfin a oscillé entre 1966 à 1971, de 1,25 à 1,34 mé/l. En 1972, elle accuse une légère hausse puisque la moyenne annuelle pour l'ensemble des affluents du Léman atteint la valeur de 1,59 mé/l. Les variations constatées sont donc en général assez ténues.

Pour la dureté totale, la majeure partie des affluents, soit 18 sur les 24 étudiés en 1972, présentent des valeurs comprises, pour les moyennes annuelles, entre 4 et 6 mé/l. Les rivières plus minéralisées sont le Grand Canal (12,50 mé/l), la Maladaire (7,01), le Canal Stockalper (6,50) et la Bouverette (10,51). Les rivières moins chargées se trouvent être, en 1972 toujours, la Morge de St Gingolph (3,41) et le Rhône à son embouchure dont la minéralisation totale, 2,92 mé/l, est à peine plus marquée que celle de l'émissaire, 2,73 mé/l. A noter que les eaux du Grand Canal, du Canal Stockalper et de la Bouverette proviennent de régions gypseuses.

Quant au titre alcalimétrique complet, les résultats, tout au moins pour les moyennes annuelles, montrent une dispersion moins prononcée. En effet, ils s'étendent de 1,43 mé/l pour le Rhône à la Porte du Scex à 5,69 mé/l pour la Maladaire.

Pour la dureté permanente enfin, nous avions constaté en 1971 que six affluents dépassaient la valeur de 1,00 mé/l. Cette caractéristique se retrouve l'année suivante pour 10 affluents, à savoir:

	1971 Moyennes annuelles mé/l	1972 Moyennes annuelles mé/l
Le Grand Canal	7,83	8,16
L'Eau Froide	1,19	1,32
La Maladaire		1,32
La Chamberonne		1,32
La Venoge		1,15
La Morges		1,22
Le Canal Stockalper	3,18	3,73
La Bouverette	7,76	7,76
L'Hermance	1,07	1,13
Le Rhône, embouchure	1,09	1,49

De Genève à la frontière franco-suisse, la minéralisation de l'eau du Rhône augmente quelque peu: la dureté totale passe de 2,73 mé/l dans la rade à 3,07 à Chancy, le titre alcalimétrique complet, de 1,69 à 1,93, la dureté permanente de 1,04 à 1,14. Cette évolution est conditionnée en particulier par la qualité des eaux de l'Arve (3,90, 2,47 et 1,43 mé/l) et de l'Allondon (4,19, 3,66 et 0,53 mé/l).

2.15. Calcium (voir tableaux n° 41 et 42)

La dureté totale ou titre hydrotimétrique, comme il l'a été mentionné dans le paragraphe précédent, a subi une légère hausse en 1972, par rapport à l'année précédente (respectivement 5,57 et 5,28 mé/l en moyennes annuelles). Les concentrations moyennes en calcium subissent une évolution parallèle, dans le sens que de 4,43 mé/l en 1971 elles atteignent, en 1972, 4,61 mé/l. Cette dernière valeur correspond à celles observées en 1967 et 1968:

Concentrations en calcium

Années	Moyennes annuelles mé/l	Moyennes annuelles mg/l Ca
1966	4,78	95,8
1967	4,67	93,6
1968	4,63	92,8
1969	4,41	88,4
1970	4,21	84,4
1971	4,43	88,8
1972	4,61	92,4

Il ne semble pas que les conditions météorologiques jouent un rôle prépondérant sur la teneur moyenne en calcium des affluents du lac Léman, teneur qui, d'une année à l'autre, varie relativement peu puisque la déviation standard des moyennes annuelles s'élève à ± 0,19 mé/l, soit ± 3,8 mg/l Ca, soit encore ± 4,2 %.

Si les moyennes annuelles, tout au moins de 1966 à 1972, évoluent relativement peu, par contre la composition de l'eau des différents affluents est fort différente d'un cas à l'autre. Elle oscille entre 1,68 mé/l pour la Morge de St Gingolph et 2,21 pour le Rhône à son embouchure, à 6,18 dans le cas de la Maladaire, 7,47 pour la Bouverette, voire 10,23 pour le Grand Canal. L'eau des autres cours d'eau présente, à leur embouchure, des teneurs en calcium comprises entre 3,5 et 5,2 mé/l, soit entre 70,0 et 104,0 mg/l en chiffres ronds.

Il est évident qu'en fonction des concentrations assez marquées et des débits, les apports en calcium au Léman sont importants. En 1972, ils s'élèvent à plus de 310'000 tonnes, dont 185'000 imputables au Rhône, 41'000 à la Dranse, 17'000 au Grand Canal, près de 13'000 à la Venoge et plus de 14'000 au canal Stockalper. Les apports des autres affluents sont, toujours en 1972, inférieurs à 10'000 tonnes par an. L'année précédente les apports étaient nettement moins élevés: 245'000 tonnes pour l'ensemble des rivières étudiées, dont 150'000 pour le Rhône et 37'000 pour la Dranse. Les chiffres de 1972 n'ont cependant rien d'extraordinaire. En particulier, comme le montre le tableau suivant, ils sont comparables à ceux rencontrés pendant la période s'étendant de 1966 à 1969. Si l'on considère par contre les soldes obtenus après défalcation des tonnages retirés au lac par son émissaire, il s'avère que l'année considérée est caractérisée par un solde positif -de l'ordre de 88'000 tonnes- nettement plus élevé qu'antérieurement. Ce résultat est conditionné en grande partie par l'émissaire:

Années	Apports au lac tonnes/an Ca	Emissaire tonnes/an Ca	Soldes tonnes/an Ca
1966	347'657,4	374'038,0	- 26'380,6
1967	347'486,8	345'401,6	+ 2'085,2
1968	348'073,8	338'488,5	+ 9'585,3
1969	305'060,7	320'730,6	- 15'669,9
1970	443'404,7	405'858,9	+ 37'545,8
1971	245'075,9	270'547,0	- 25'471,1
1972	313'338,0	225'361,3	+ 87'976,7

Il est probable que les apports totaux en calcium soient, en 1972, quelque peu surestimés en fonction des débits moyens des affluents autres que le Rhône et la Dranse. En admettant, comme nous l'avons fait pour les apports en azote minéral et en phosphore total, une surestimation de quelque 50 % pour ces rivières secondaires, les apports totaux sont ramenés à environ 270'000 tonnes de calcium et le solde positif, à 45'000 tonnes.

Le Rhône à Genève est caractérisé par une teneur moyenne en calcium de 2,27 mé/l correspondant à une charge annuelle de 225'360 tonnes. A Chancy, la concentration moyenne passe à 2,65 mé/l et le tonnage à 386'600 tonnes. L'augmentation est due aux apports de l'Arve (3,34 mé/l; 116'200 tonnes), de l'Allondon (3,65 mé/l; 5'260 tonnes) et d'autres déversements non chiffrés, en particulier ceux dus aux eaux usées épurées.

2.16. Magnésium (voir tableaux n° 43 et 44)

La concentration moyenne en magnésium de l'ensemble des affluents étudiés par la Sous-commission, après un léger fléchissement en 1971, accuse à nouveau en 1972 une valeur -0,96 mé/l, soit 11,7 mg/l Mg- proche de celles trouvées entre 1966 et 1970:

Concentrations en magnésium

Années	Moyennes annuelles mé/l	Moyennes annuelles mg/l
1966	1,02	12,4
1967	0,96	11,7
1968	0,98	11,9
1969	1,09	13,2
1970	0,98	11,9
1971	0,84	10,2
1972	0,96	11,7

La plupart des affluents présentent des teneurs en magnésium inférieures, en 1972, à 1,00 mé/l. Font exception: le Grand Canal (2,27 mé/l en moy.ann.), le Canal Stockalper (2,55), la Bouverette (3,04), la Morge de St Gingolph (1,73), la Dranse (1,14) et l'Hermance (1,04). Si la majeure partie des cours d'eau étudiés sont relativement peu riches en magnésium, un seul cependant, en 1972, accuse une teneur plus faible que le lac. Il s'agit de l'Aubonne dont l'eau est caractérisée par une concentration moyenne de 0,39 mé/l soit 4,7 mg/l Mg contre 0,46 mé/l (5,6 mg/l) pour l'émissaire.

Les apports totaux, les tonnages de l'émissaire et les soldes du bilan général sont les suivants:

Bilans du magnésium

Années	Apports au lac tonnes/an Mg	Emissaire tonnes/an Mg	Soldes tonnes/an Mg
1966	58'325,6	48'197,0	10'128,6
1967	63'880,6	42'799,9	21'080,7
1968	53'930,8	41'797,8	12'133,0
1969	64'017,0	41'036,0	22'981,0
1970	48'943,7	48'108,2	835,5
1971	39'869,2	34'593,5	5'275,7
1972	57'271,6	27'354,5	29'917,1

En admettant la surestimation probable des apports des affluents secondaires, la charge totale peut être ramenée à environ 50'000 tonnes et le solde, à 23'000 tonnes. Les apports les plus importants sont le fait des rivières suivantes:

Le Rhône, embouchure	36'381,8 tonnes/an magnésium
La Dranse	7'074,3
Le Canal Stockalper	6'139,8
Le Grand Canal	2'243,3
La Veveyse	1'350,3
La Venoge	1'039,2

Les autres affluents sont, en 1972, caractérisés par des apports annuels inférieurs à 1'000 tonnes.

Le Rhône à Genève est caractérisé par une teneur moyenne en magnésium de 0,46 mé/l. Cette valeur tombe à 0,42 mé/l à Chancy, malgré les apports plus riches de l'Arve et de l'Allondon (0,56 et 0,54 mé/l respectivement).

L'évolution de la charge annuelle du Rhône le long de son cours sur territoire genevois est la suivante:

	Apports 1972 tonnes/an Mg	Apports 1964-1972 tonnes/an Mg
Rhône, émissaire	29'917,1	17'917,8
Rhône, Chancy	37'721,7	53'347,3
Augmentation	7'804,6	35'429,5
Arve	11'652,9	14'022,5
Allondon	464,4	--

Les chiffres de 1972 sont probablement inexacts, puisque les apports de l'Arve et de l'Allondon sont plus élevés que l'augmentation de la charge du Rhône entre Genève et Chancy. Les normes multi-annuelles par contre semblent être plus logiques.

2.17. Potassium (voir tableaux n° 45 et 46)

En 1971 et 1972, l'analyse du potassium a été régulièrement effectuée sur des échantillons d'eau prélevés à l'embouchure des affluents vaudois, valaisans et français. Les moyennes annuelles de ces deux années sont donc comparables. Par contre, il n'est guère possible de faire état des chiffres globaux obtenus antérieurement, sauf en ce qui concerne les affluents vaudois qui sont, sous ce rapport, contrôlés depuis le début de l'enquête de la Sous-commission technique.

Par rapport à 1971, caractérisée par une concentration moyenne de 4,35 mg/l en potassium, l'année faisant l'objet de ce rapport accuse une légère baisse se traduisant par une teneur moyenne de 4,00 mg/l. Cette évolution se retrouve dans les moyennes annuelles des affluents vaudois. Par contre, la Dranse s'enrichit graduellement depuis 1969 du fait des déversements d'eaux usées, actuellement épurées.

Concentrations en potassium

Années	Affluents vaudois Grand Lac Moy.annuelles mg/l K	Affluents vaudois Petit Lac Moy.annuelles mg/l K	La Dranse Moy.ann. mg/l K	Affluents vaudois valaisans et Dranse Moy.annuelles mg/l K
1965	3,38 *	5,22**		
1966	3,96 *	4,10**		
1967	4,51	3,96**		
1968	3,90	3,01**		
1969	4,80	3,57**	1,25	
1970	4,80	1,83	2,52	
1971	5,55	3,03	2,92	4,35
1972	4,65	2,01	5,16	4,00

* non compris le Flon à Lausanne, à débit relativement important (début des analyses: 1967)

** y compris le Torry, à faible débit. (fin des analyses: 1969)

Les apports totaux augmentent fortement de 1971 à 1972, passant de 10'433 tonnes la première, à 17'000 la seconde année. Cette augmentation se retrouve pratiquement dans tous les groupes d'affluents:

	Apports 1971 tonnes/an K	Apports 1972 tonnes/an K
Grand Lac		
Rive droite	1'498,1	1'856,0
Rhône, embouchure	10'391,3	11'785,9
Rive gauche	1'588,5	3'284,5
Petit Lac		
Affluents vaudois	42,1	67,6

L'évolution des apports sur la rive gauche du Grand Lac est due principalement à l'augmentation de la charge annuelle de la Dranse, qui passe de 1'227,4 tonnes en 1971 à 2'638,5 tonnes en 1972. Les apports du Rhône par contre, même s'ils accusent une augmentation en 1972, restent cependant du même ordre de grandeur que l'année précédente. Enfin il convient de relever qu'il faudrait, pour tenir compte de la surestimation des débits des affluents secondaires, diminuer leurs apports d'environ 1'200 à 1'300 tonnes et, par voie de conséquence, ramener le tonnage total entraîné au lac Léman à quelque 15'700 tonnes. En tenant compte d'une part de cette correction et d'autre part de l'émissaire à Genève, nous constatons un enrichissement du Léman en potassium de l'ordre de 8'000 tonnes en 1972 contre seulement 1'470 tonnes l'année précédente.

Les bilans du potassium confirment ceux établis pour le calcium et le magnésium. Ces bilans concluent à une augmentation sensible des soldes positifs en 1972 par rapport à l'année précédente.

2.18. Analyses bactériologiques (voir tableaux n° 47 et 48)

Ces analyses, portant sur le nombre total des germes et la teneur en coliformes, sont effectuées, pratiquement depuis le début de l'enquête de la Sous-commission technique, sur des échantillons d'eau prélevés à l'embouchure des affluents valaisans et genevois.

Nous ne pensons pas qu'il convienne, dans le cadre de ce rapport, d'étudier point par point les résultats obtenus. Nous nous contenterons d'établir quelques parallèles entre les années 1971 et 1972 et de mentionner les faits qui nous semblent les plus caractéristiques.

La richesse moyenne en germes banaux de l'ensemble des affluents étudiés n'a pratiquement pas varié entre 1971 et 1972. Elle s'élève à environ 200'000 germes par cm^3. L'affluent le plus riche, le Vengeron, est caractérisé par une teneur moyenne de 1'100'000 germes en 1972, alors qu'en 1971 elle était de 600'000 germes. Cette rivière sert d'exutoire à l'effluent d'une station d'épuration et collecte par ailleurs des eaux usées non encore épurées. Ces circonstances expliquent les résultats élevés observés. Le Nant d'Aisy sert également d'exutoire à l'effluent d'une station d'épuration. En 1971, son eau était caractérisée par une richesse moyenne en germes banaux de plus de 1'400'000 au cm^3. En 1972, ce chiffre tombe à 240'000 du fait d'un traitement désinfectant appliqué à l'effluent de la station pendant les mois chauds de l'année, traitement dont l'efficacité est excellente puisque le nombre de germes ne dépasse pas, pendant cette période, le chiffre de 600. L'Hermance est caractérisée en 1971 par une teneur en germes d'environ 70'000 au cm^3; en 1972, ce chiffre atteint la valeur de 123'000. La qualité de l'eau du Rhône à son embouchure s'est également dégradée de 1971 à 1972. En effet la richesse en germes de cet affluent passe pendant ce laps de temps de 7'200 à 21'100. Enfin, les autres affluents sont caractérisés par des teneurs comprises, en 1972, entre 5'700 pour la Morge de St Gingolph et 24'0(pour la Versoix.

Le nombre moyen de coliformes pour l'ensemble des affluents a presque doublé de 1971 à 1972, passant de 630 la première à 1'500 au cm^3 la seconde année. Cette évolution est due principalement à l'altération des eaux du Vengeron (3'800 à 7'800), du Nant d'Aisy, en dépit du traitement désinfectant appliqu((1'300 à 2'100) et de l'Hermance (317 à 1'440).

De Genève à Chancy, le Rhône s'enrichit considérablement en germes banaux -de 714 à 64'200- et modérément en coliformes -1 à 393 au cm^3-. Cette évolution est bien entendu due aux déversements d'eaux usées épurées et aux apports de l'Arve et de l'Allondon:

	Germes banaux moy.ann. 1972 n/ml	Coliformes moy.ann.1972 n/ml
Allondon	28'608	112
Arve	86'700	610

3. EVOLUTION DE LA QUALITE DE L'EAU LE LONG DU COURS DE CERTAINS AFFLUENTS

Le présent rapport, moins complet du reste que celui de l'année précédente sur le présent chapitre, fait état des recherches entreprises le long du cours de :

- la Dranse : Pont de la Douceur, embouchure rive droite et rive gauche
- la Versoix : Sauvergny, Richelien, embouchure
- l'Arve : Frontière, embouchure
- l'Allondon : Moulin de Fabry, embouchure

Par rapport à l'année précédente, les recherches sur la Dranse, conformes en tous points au programme quinquennal de la Sous-commission technique, n'ont pas été modifiées. Dans le cas de la Versoix, un des points de contrôle (La Bâtie s/Versoix), bien que prévu dans le plan quinquennal, a été supprimé. Les études sur l'Arve et l'Allondon ont été reconduites presque sans changement (un point de contrôle supprimé pour l'Allondon). Nous rappelons qu'elles n'étaient pas incluses dans le programme 1971-1975 de recherches établi par la Sous-commission technique et accepté par la Commission internationale.

Par ailleurs, force nous est de constater que les études devisées et financées prévues sur la Venoge, l'Aubonne, le Vengeron et le Rhône entre Genève et Chancy n'ont, à notre connaissance, pas encore débuté.

Les investigations sur le Rhône en amont de la Porte du Scex, conduites en parallèle avec l'étude de l'origine du phosphore dans cet affluent, seront très probablement évoquées dans le rapport du Laboratoire cantonal de Sion.

3.1. La Dranse (voir tableau n° 49)

Les recherches sur la Dranse portent sur 3 points de prélèvements situés sur son cours inférieur, à savoir le Pont de la Douceur, l'embouchure rive gauche et l'embouchure rive droite. En amont du Pont de la Douceur, le bassin versant de la Dranse est essentiellement agricole avec un certain nombre d'agglomérations équipées pour le tourisme. Entre ce point et l'embouchure, cette rivière draine au lac, sur sa rive droite, des effluents industriels et sur sa rive gauche les eaux usées ménagères actuellement épurées de la région Evian - Thonon, ainsi que quelques eaux usées industrielles.

En 1972 et l'année précédente, les débits de la Dranse ont été en général relativement faibles. Ce facteur, joint à l'emplacement du point de déversement de l'effluent de la station d'épuration, entraîne une très mauvaise dilution des eaux usées épurées dans le récepteur. Cette situation détériore très nettement la qualité des eaux de la Dranse au point de prélèvement situé sur la rive gauche de cet affluent, comme le montrent les résultats analytiques transcrits dans le tableau n° 49. Pour caractériser la qualité

de l'eau de la Dranse à son embouchure dans l'étude générale sur les affluents, nous avons pris l'habitude, dès 1963, d'utiliser les moyennes arithmétiques des résultats des analyses effectuées sur des échantillons prélevés conjointement sur les deux rives. Ces mêmes moyennes arithmétiques ont été utilisées pour calculer les apports de cette rivière, de 1964 à 1971 en fonction des débits instantanés mesurés au moment des prélèvements et en 1972 en fonction du débit moyen annuel jaugé. Ce mode de faire, destiné à tenir compte des qualités d'eau un peu différentes rencontrées sur les deux rives, semble avoir donné satisfaction jusqu'en 1969-1970. En 1971 et encore plus en 1972, les facteurs évoqués ci-dessus paraissent donner une importance trop grande aux concentrations élevées mises en évidence sur la rive gauche et de ce fait les moyennes arithmétiques évoquées dans le second chapitre de ce rapport sont parfois peut-être exagérées. Par voie de conséquence les apports, calculés à partir de ces moyennes, sont certainement en partie surestimés. Il n'en subsiste pas moins que les eaux usées de la région d'Evian-Thonon, qui auparavant gagnaient, sans épuration, directement le lac, se déversent actuellement dans la Dranse. Cette charge, même après traitement dans une station d'épuration, ne peut passer inaperçue dans le récepteur et nous avons tenu, en englobant les résultats des analyses de l'eau de la rive gauche de la Dranse, à ce qu'elle figure, éventuellement surestimée, dans l'inventaire de la Sous-commission technique.

Les résultats des analyses effectuées en 1972 aux trois points de contrôle montrent une évolution identique à celle constatée en 1971. Entre le Pont de la Douceur et l'embouchure rive droite, la qualité de l'eau de la Dranse se modifie relativement peu. Nous enregistrons une augmentation de la température, une légère hausse du pH (de 8,12 à 8,20), une minéralisation en calcium, magnésium et potassium pratiquement stable, une légère augmentation de l'ammoniaque (de 0,007 à 0,034 mg/l N) et des nitrites (de 0,009 à 0,012 mg/l N), pas de modification des concentrations en nitrates (0,50 mg/l N). Les trois formes analysées du phosphore subissent une légère hausse se traduisant par des teneurs en phosphore total passant de 0,059 à 0,084 mg/l P. L'oxygène dissous diminue quelque peu (de 107,2 à 103,7 % en taux de saturation) et les demandes biochimique et chimique (DBO: 2,21 à 4,64; DCO: 3,27 à 7,25 mg/l O_2) en oxygène sont plus marquées.

Les chiffres livrés par l'analyse de l'eau sur la rive gauche sont, hélas, nettement moins optimistes. Nous constatons en particulier une baisse du pH (de 8,12 à 7,78), une très forte augmentation des teneurs en azote ammoniacal (12,83 mg/l N en moy.annuelle; maximum: 23,30), en nitrites (moy.annuelle: 0,063 mg/l N), en orthophosphates (de 0,034 à 4,202 mg/l P) et en phosphore total (de 0,059 à 6,060 mg/l P; maximum 21,44 mg/l P), en chlorures (de 2,8 à 41,4 mg/l Cl) et en détergents (de 0,01 à 3,07 mg/l ABS en moy.annuelle; maximum: 12,5). La demande chimique en oxygène progresse dans de très fortes proportions, puisqu'elle passe, en moyennes annuelles, de 3,27 mg/l O_2 au Pont de la Douceur à plus de 350 mg/l O_2 sur la rive gauche, avec un maximum atteignant 555 mg/l O_2. L'augmentation de la demande biochimique en oxygène se traduit par des taux de consommation moyens passant d'environ 20 % à plus de 95 %. Enfin l'enrichissement de l'eau de la Dranse en éléments fertilisants est confirmé par l'accroissement des teneurs de son eau en potassium (de 1,19 à 9,09 mg/l K en moy.annuelle ; maximum: 13,2 mg/l).

Les apports, comme le montrent les chiffres suivants, subissent également une forte élévation entre le Pont de la Douceur et l'embouchure rive gauche:

APPORTS DE LA DRANSE en tonnes/an - Année 1972 -

Apports	Apports calculés à partir des débits instantanés				Apports calculés à partir du débit moy.jaugé
	Pont de la Douceur	Embouchure rive dr.	Embouchure rive g.	Embouchure moy.RD+RG	Moyenne RE + RG
Calcium	30'012,3	30'726,2	36'111,5	33'532,0	41'660,5
Magnésium	4'000,5	4'040,3	7'072,3	5'556,5	7'074,3
Potassium	474,6	476,6	3'804,0	2'141,2	2'638,5
Azote ammoniacal	2,38	13,86	5'658,39	2'836,26	3'286,13
Azote nitreux	3,62	4,34	18,18	11,38	19,09
Azote nitrique	210,41	214,76	531,78	374,45	478,68
Azote min.total	216,41	232,96	6'208,35	3'222,09	3'783,90
Chlorures	1'040,6	1'272,2	17'872,0	9'589,0	11'432,7
Phosph.soluble	13'22	17,51	1'731,97	874,89	1'085,65
Phosph.organique	10,78	14,60	619,80	321,24	493,19
Phosphore total	24,00	32,11	2'351,77	1'196,13	1'578,84
Oxygène dissous	4'990,1	4'809,4	2'311,8	3'478,7	4'197,8
DBO 5 jours	967,5	1'805,8	2'221,3	2'044,6	2'462,0
Détergents	4,92	6,99	1'315,37	661,73	790,59

Les 4 premières colonnes du tableau ci-dessus ont trait aux apports calculés à partir des concentrations obtenues par analyse à chaque échantillonnage d'une part et des débits instantanés correspondants d'autre part. La dernière colonne comprend les chiffres, utilisés dans les bilans généraux des apports au lac Léman, calculés à partir des concentrations moyennes annuelles et du débit moyen jaugé.

Si les apports en calcium et magnésium varient relativement peu entre le Pont de la Douceur et l'embouchure, nous constatons par contre une augmentation -relativement faible entre le Pont de la Douceur et l'embouchure rive droite et très marquée entre ce premier point et l'embouchure rive gauche- des apports en éléments nutritifs, azote,phosphore et potassium, en détergents et en chlorures, un accroissement de la demande biochimique en oxygène avec en corollaire une diminution sensible de l'oxygène. Les causes de ces modifications ont été déjà invoquées précédemment. Nous pensons qu'il est inutile de les développer une nouvelle fois.

3.2. La Versoix (voir tableau n° 50)

Cette étude, comprise dans le plan quinquennal de la Sous-commission technique, comprend le contrôle, 12 fois par an, de la composition de l'eau de cet affluent aux points suivants:

I : Sauvergny, frontière du canton de Genève
II : La Bâtie sur Versoix (point supprimé en 1972)
III : Richelien, en aval de l'Usine de Richelien
IV : embouchure Léman

et le calcul des apports au lac Léman. Ce dernier point a été inclus dans le chapitre précédent de ce rapport. Il est donc à notre avis inutile d'y revenir en détail. Pour mémoire, nous résumons cependant ci-dessous les apports de la Versoix au lac Léman pendant l'année 1972:

Apports de la Versoix à son embouchure
en tonnes/an - Année 1972 -

Calcium	5'959,8
Magnésium	512,5
Azote ammoniacal	5,73
Azote nitreux	0,45
Azote nitrique	93,69
Azote minéral total	99,87
Chlorures	561,6
Orthophosphates	6,65
Phosphore organique	6,64
Phosphore total	13,29
Oxygène dissous	1'044,5
DBO 5 jours, apports négatifs	254,1
Solde positif bilan oxygène	790,4
Détergents	0

D'une façon générale les apports de la Versoix sont, par rapport à l'année précédente, un peu plus marqués pour le calcium, le magnésium, les chlorures, l'oxygène dissous et le phosphore total (de 9,47 à 13,29 tonnes/an P), inchangés pour l'azote minéral total et en nette diminution pour les détergents.

Entre Sauvergny et l'embouchure, nous constatons, en 1972, une augmentation régulière de la température et du pH de l'eau de la Versoix. Les concentrations en calcium et en magnésium subissent une hausse minime. L'azote ammoniacal baisse entre Sauvergny et Richelien (de 0,169 à 0,050) et augmente ensuite quelque peu jusqu'à l'embouchure (0,068 mg/l N). Parallèlement, entre les deux premiers points surtout, nous enregistrons une augmentation de l'azote nitrique qui passe de 0,89 à Sauvergny, à 1,11 à Richelien et enfin à 1,15 mg/l N à l'embouchure. Les nitrites diminuent très légèrement (de 0,007 à 0,005 mg/l N). Le phosphore total, que ce soit sous forme d'orthophosphates ou de phosphore organique, augmente régulièrement le long du cours (0,127 - 0,137 - 0,169 mg/l P total). L'oxygène suit une évolution parallèle (104,9 - 106,2 - 115,2 % en taux de saturation). La demande biologique en oxygène baisse très légèrement entre Sauvergny et Richelien puis subit une hausse pratiquement négligeable jusqu'à l'embouchure (2,97 - 2,87 - 2,91 mg/l O_2). Du fait des teneurs croissantes en oxygène, le taux de consommation diminue régulièrement (26,4 - 24,9 - 23,6 %). La demande chimique en oxygène passe de 3,58 à 4,83 mg/l O_2 puis diminue à 4,28 mg/l O_2. Les détergents enfin n'ont été mis en évidence dans aucun échantillon.

La qualité bactériologique de l'eau de la Versoix, que ce soit pour les germes totaux ou pour les coliformes, s'améliore très nettement entre Sauvergny et Richelien (germes banaux: de 36'700 à 16'700 au cc; coliformes: de 138 à 32 au cc), puis se dégrade à nouveau quelque peu entre ce point et l'embouchure (germes banaux: 23'800 au cc; coliformes: 204 au cc). En 1971, la richesse en germes était plus grande à l'embouchure (103'600 au cc); par contre, les coliformes se sont maintenus au même niveau.

En résumé, la qualité de l'eau de la Versoix, peu prétéritée du reste en comparaison de celle de bien d'autres affluents du lac Léman, a tendance, grâce aux processus de l'autoépuration, à s'améliorer entre Sauvergny et Richelien. Sur son cours inférieur, nous constatons à nouveau une très légère dégradation due probablement à des déversements minimes d'eaux plus chargées.

3.3. L'Arve (voir tableau n° 51)

Les résultats des analyses de l'eau de l'Arve respectivement à la frontière franco-suisse et à son embouchure dans le Rhône, montrent une sensible amélioration de l'eau de cette rivière entre ces deux points, ceci malgré les apports s'y déversant sur territoire genevois. En se rapportant aux concentrations moyennes consignées dans le tableau n° 51, cette amélioration peut être chiffrée, en 1972, à

Azote ammoniacal	- 14,5 %
Azote nitreux	- 35,3 %
Azote nitrique	- 7,6 %
Azote minéral total	- 10,0 %
Orthophosphates	- 46,7 %
Phosphore organique	- 27,9 %
Phosphore total	- 43,0 %
Oxygène dissous	+ 3,9 %
DBO 5 jours	- 12,9 %
DCO ($K_2Cr_2O_7$)	+ 4,4 %
Chlorures	- 4,3 %
Germes totaux	- 72,7 %
Coliformes	- 86,5 %

L'année précédente, nous étions arrivés sensiblement aux mêmes conclusions, bien que l'amélioration constatée n'ait pas été aussi marquée.

Il est probable que les points de prélèvement choisis ne permettent pas d'obtenir des échantillons parfaitement représentatifs de la qualité de l'eau de l'Arve. Au vu des résultats obtenus, nous serions enclins à croire que le point de contrôle à la frontière présente en général une eau plus chargée qu'en réalité, en raison éventuellement du déversement relativement proche d'eaux usées non épurées (égout d'Annemasse), qui ne se sont pas encore complètement mélangées à l'eau de la rivière.

Les apports, comme le montrent les chiffres suivants, suivent une évolution parallèle à celle des concentrations:

Apports de l'ARVE tonnes/an - Année 1972 -

	Frontière	Embouchure
Calcium	118'412,3	116'181,9
Magnésium	9'807,4	11'652,9
Azote ammoniacal	574,40	490,57
Azote nitreux	29,91	19,08
Azote nitrique	1'374,58	1'264,72
Azote minéral total	1'977,89	1'774,35
Chlorures	11'996,8	11'505,4
Orthophosphates (P soluble)	427,40	227,94
Phosphore organique	104,80	74,73
Phosphore total	532,20	302,67
Oxygène dissous	19'624,2	20'387,4
DBO 5 jours	9'809,9	8'552,4
Détergents	0	4,34

Par rapport à 1971, l'année que couvre ce rapport est caractérisée par des apports en calcium de l'Arve à son embouchure plus élevés d'environ 12'000 tonnes, alors que ceux en magnésium restent pratiquement identiques. Les apports en azote ammoniacal et nitreux ne varient pas. Par contre, on enregistre une augmentation de quelque 250 tonnes d'azote nitrique et, par voie de conséquence, une élévation de l'azote minéral total d'environ 220 tonnes. Le phosphore total subit une évolution identique: de 248 tonnes en 1971, il passe à 302 l'année suivante. Les apports en oxygène sont à peine plus élevés en 1972. Du fait de l'augmentation de la demande biologique, le solde positif en oxygène tombe de 14'100 tonnes en 1971 à 11'830 en 1972. Enfin, si les chlorures sont en augmentation (de 7'300 à 11'500 tonnes/an), les détergents disparaissent presque complètement (de 40 à 4,3 tonnes).

D'une façon générale, les apports de l'Arve au Rhône n'accusent pas en 1972 de variations importantes par rapport aux normes multiannuelles 1963-1971, sauf en ce qui concerne les détergents qui sont en nette diminution.

3.4. L'Allondon (voir nº 52)

Ce cours d'eau, affluent du Rhône en aval de la retenue de Verbois, a été étudié de 1968 à 1971 par le Service d'Hydrobiologie de Genève en trois points, à savoir:

Moulin de Fabry
Pont des Baillets
Embouchure

En 1972, le point de prélèvement situé pratiquement au milieu du parcours de cette rivière sur territoire genevois -le Pont des Baillets- n'a pas été exploité.

De 1968 à 1971, nous avions constaté d'une part une dilution des apports, due à un affluent, entre le Moulin de Fabry et le Pont des Baillets et d'autre part une diminution de la pollution de cette rivière entre le premier point

de contrôle et l'embouchure dans le Rhône. En 1972, nous retrouvons les stigmates de cette évolution favorable. En effet, l'azote ammoniacal et l'azote nitreux passent respectivement, entre le Moulin de Fabry et l'embouchure, de 0,266 à 0,073 mg/l N et de 0,018 à 0,010 mg/l N. Les nitrates diminuent également puisque de 1,74 mg/l N au premier point, ils tombent à 1,46 mg/l N au second, l'augmentation due à la minéralisation étant estompée par des apports d'eau moins riche. Les formes dosées du phosphore décroissent également dans des proportions appréciables:

	Moulin de Fabry mg/l P	Embouchure mg/l P
Orthophosphates	0,112	0,059
Phosphore organique	0,037	0,010
Phosphore total	0,149	0,069

A côté d'une augmentation de la concentration en oxygène dissous nous enregistrons une baisse de la DBO et de la DCO. Enfin, du point de vue bactériologique, le nombre total des germes passe de 68'000 au ml au Moulin de Fabry à 28'000 germes au cm^3 à l'embouchure et celui des coliformes de 468 à 112 au cm^3.

En résumé, il ressort des recherches entreprises sur le cours de l'Allondon que les signes de pollution constatés proviennent de déversements situés en amont du Moulin de Fabry et que, sur territoire genevois, la qualité de l'eau de cette rivière s'améliore à l'autoépuration.

En 1972, pour la première fois, les débits de l'Allondon ont été mesurés parallèlement aux prises d'échantillons. Il a donc été possible de chiffrer les apports de cette rivière au Rhône:

Apports de l'ALLONDON - Année 1972 -
en tonnes/an

Débit moyen	m^3/s	2,525
Calcium	t/an	5'261,5
Magnésium		464,4
Azote ammoniacal		4,82
Azote nitreux		0,54
Azote nitrique		128,19
Azote minéral total		133,55
Chlorures		569,2
Orthophosphates (P soluble)		3,99
Phosphore organique		0,66
Phosphore total		4,65
Oxygène dissous		31,13
DBO 5 j.(apport négatif)		9,88
Détergents		0

4. RESUME DES CONSTATATIONS, CONCLUSIONS

Dans le but d'augmenter dans la mesure du possible la vraisemblance des bilans des apports des affluents du lac Léman, nous avons, en 1972, dans le cas du Rhône à son embouchure, de la Dranse, de l'Arve à la frontière franco-suisse et à son embouchure et du Rhône à Chancy, calculé les apports en partant des débits moyens obtenus après jaugeage en continu d'une part et des concentrations moyennes annuelles déterminées sur l'ensemble des résultats analytiques d'autre part. Cette méthode de calcul est, depuis 1964 déjà, appliquée pour chiffrer la charge de l'émissaire, le Rhône à Genève. Elle permet, pour autant que les moyennes des concentrations soient représentatives de la qualité de l'eau des affluents, de fournir des chiffres précis pour les apports. Il nous semble que ce soit, en 1972, le cas pour les apports du Rhône à son embouchure, de l'émissaire, de l'Arve à son embouchure et du Rhône à Chancy. Par contre il est probable que les apports de la Dranse -la moyenne des concentrations déterminées sur des échantillons prélevés conjointement sur les deux rives à l'embouchure, moyenne utilisée pour le calcul des apports, ne nous semble pas être le reflet exact de la composition réelle globale de l'eau de cet affluent- et, dans une proportion moindre, ceux de l'Arve à la frontière franco-suisse soient en partie surestimés.

Pour les autres affluents, dont le débit n'est pas mesuré en continu, nous avons déterminé comme précédemment les apports au moyen des concentrations et des débits instantanés mesurés au moment des prélèvements et, à partir de la moyenne de ces déterminations, calculé la charge globale annuelle. L'étude comparative des débits moyens annuels de l'ensemble des affluents et de l'émissaire nous a conduit à admettre que les apports des cours d'eau dits secondaires (à l'exception du Rhône à son embouchure et de la Dranse) étaient, en 1972, surestimés. Ne pouvant, faute d'éléments précis, calculer l'erreur commise, nous avons supposé arbitrairement qu'elle était de l'ordre de 50 %.

Les remarques qui précèdent montrent que, pour l'année 1972 dont les résultats sont analysés dans ce rapport, les chiffres cités pour les apports globaux des affluents du lac Léman sont en partie trop élevés. Les corrections que nous y avons apportées, destinées à se rapprocher, dans toute la mesure du possible, de la réalité, ne peuvent évidemment prétendre à une grande exactitude.

En 1972, les conditions météorologiques révèlent des hauteurs de précipitations relativement faibles, comparables à celles de l'année précédente. Le déficit, par rapport aux moyennes multiannuelles et pour les 5 stations de mesure prises en considération le long des rives suisses du lac, s'élève à 22 % en 1971 et 20 % l'année suivante. En conséquence, la somme des débits moyens des 24 affluents étudiés est restée, en 1972, faible. Elle s'élève à 179 m^3/s, contre 171 m^3/s l'année précédente et 307 m^3/s en 1970, année particulièrement humide. Le débit total des affluents, bien que peu élevé en 1972, est cependant, par rapport à l'émissaire, surestimé d'environ 26 %. Cette surestimation, comme nous l'avons déjà relevé, est uniquement imputable aux affluents secondaires.

Pour l'ensemble des 24 affluents inventoriés, la concentration moyenne en oxygène dissous s'est, en 1972, élevée à 9,72 mg/l O_2, soit, en taux de consommation, 89,8 %. Elle accuse, par rapport à l'année précédente, une baisse de 2 %. C'est, depuis 1963, la première fois que nous enregistrons une saturation inférieure, en moyenne annuelle, à 90 %. Les apports totaux en oxygène dissous dépassent quelque peu les 60'000 tonnes en 1972. En tenant compte de l'émissaire, il apparaît un solde positif d'environ 4'400 tonnes/an, solde qu'il conviendrait encore de réduire en fonction de la surestimation des débits des affluents secondaires. Ce solde est insuffisant pour combler la consommation en oxygène dissous des apports des affluents.

La demande biochimique en oxygène (DBO) passe de 8,68 mg/l O_2 en 1971 à 9,06 mg/l O_2 l'année suivante. Cette dernière valeur correspond à un taux de consommation moyen annuel de près de 200 %. En 1972 la DBO provoque une perte en oxygène de l'ordre de 28'000 tonnes. En tenant compte du solde du bilan de l'oxygène dissous, on constate que le lac a dû, toujours en 1972, fournir sur ses propres réserves, plus de 23'000 tonnes d'oxygène pour minéraliser les apports de ses affluents. L'année précédente ce chiffre s'élevait à environ 40'000 tonnes, de même qu'en 1969 et 1970. On enregistre donc, sous ce rapport, une nette amélioration relative en 1972.

La concentration moyenne annuelle en ammoniaque de l'ensemble des affluents est en constante augmentation de 1969 à 1972: 1,303 - 1,618 - 2,095 - 2,417 mg/l N. Pour les deux dernières années, l'aggravation est due principalement à l'évolution défavorable de la qualité des eaux de la Dranse, de la Veveyse et de l'Hermance. Cependant, entre 1971 et 1972, du fait de l'accroissement des teneurs en nitrates qui passent de 1,70 à 2,04 mg/l N en moyennes annuelles, la proportion d'azote ammoniacal par rapport à l'azote minéral total, de l'ordre de 53 à 54 %, ne varie pratiquement pas. Elle s'élevait, en 1969 et 1970, à 47 % et seulement à 27 % en 1968.

Pendant les 4 dernières années, la concentration moyenne annuelle des affluents étudiés en azote minéral total n'a cessé de progresser: 2,752 mg/l N en 1969, 3,476 en 1970, 3'861 en 1971 et 4,526 en 1972. Auparavant elle n'avait pas dépassé la valeur de 2,6 mg/l N. Les apports totaux calculés en azote minéral total atteignent, en 1972, un maximum avec 9,200 tonnes/an. Ils se répartissent en 5'300 tonnes d'ammoniaque, 215 tonnes d'azote nitreux et 36'700 tonnes d'azote nitrique. En tenant compte de la surestimation probable des apports des affluents secondaires, ils peuvent être ramenés à 8'000 tonnes en chiffres ronds. Les années précédentes, ils n'avaient jamais dépassé la valeur de 5'800 tonnes. L'augmentation constatée est principalement due à l'évolution des apports de la Dranse à son embouchure. Il est probable que ces derniers soient en partie surestimés en 1972.

Les analyses de l'eau de la Dranse en 1971 et des affluents valaisans en 1972 ont montré que les apports en azote minéral représentaient le 60 %, et ceux en azote organique le 40 % des apports en azote total. En admettant ces proportions pour l'ensemble des affluents du lac Léman, nous aurions en 1972 les apports suivants:

8'000	tonnes	azote minéral total
5'300	"	azote organique
13'300	"	azote total

La concentration moyenne annuelle en phosphore total est restée pratiquement inchangée de 1971 -1,222 mg/l P - à 1972 -1,187 mg/l P-. Il convient à ce sujet de remarquer que si les teneurs du Flon à Lausanne, grâce à l'introduction de la précipitation chimique à la station d'épuration de Vidy, ont diminué (1971: 5,056 mg/l P total; 1972: 2,344), par contre les concentrations de la Dranse, de la Veveyse et de l'Hermance ont fortement augmenté en 1972. De 1971 à 1972, les apports en phosphore total ont passé de 1'450 à 2'550 tonnes/an. En tenant compte de l'émissaire, le solde positif, estimé à un peu moins de 1'200 tonnes la première année, atteint 2'300 tonnes la seconde. Ce chiffre, de loin le plus important depuis le débit de l'enquête de la Sous-commission technique, est certainement trop élevé. Il conviendrait tout d'abord d'y retrancher environ 200 tonnes dues à la surestimation des débits des affluents secondaires et ensuite de tenir compte du doute subsistant quant à l'exactitude des apports calculés de la Dranse. Cet affluent en effet aurait entraîné 1'580 tonnes de phosphore total au lac en 1972, contre 550 pour le Rhône à la Porte du Scex. En résumé, en nous fondant surtout sur les concentrations moyennes, nous croyons pouvoir affirmer que la situation, en ce qui concerne le phosphore, doit être restée stationnaire entre 1971 et 1972 et que de ce fait l'enrichissement du lac peut être estimé à environ 1'200 tonnes par année.

La concentration moyenne annuelle en détergents est, depuis 1968, en constante augmentation: 1968: 0,05; 1969: 0,09; 1970: 0,11; 1971: 0,18 et 1972: 0,25 mg/l ABS.

Les chlorures ont également progressé en 1972 par rapport à l'année précédente. Leur teneur est actuellement de 20,7 mg/l Cl et leurs apports de 54'000 tonnes, laissant après défalcation de la charge de l'émissaire, un solde positif de 37'600 tonnes. Les années précédentes, ce solde oscillait entre 15'000 et 25'000 tonnes généralement.

Les hydrocarbures ont été dosés régulièrement dans l'eau de 19 affluents en 1972. La concentration moyenne, en baisse par rapport à l'année précédente, s'élève à 1,17 ppm. Les apports totaux, comme en 1971, sont d'environ 1'000 tonnes/an.

La concentration moyenne en potassium des affluents vaudois, valaisans et français, s'élève à 4,00 mg/l K en 1972. Leurs apports totaux atteignent, en tenant compte de la surestimation des débits des cours d'eau secondaires, 15'700 tonnes dont près de 12'000 imputables au Rhône à son embouchure.

En résumé quelles sont les tendances caractéristiques de l'année 1972 pour les affluents du lac Léman ? D'une façon générale et en tenant compte des nombreuses possibilités d'erreurs, en particulier dans le calcul des apports, inhérentes à ce genre de recherches, il apparaît que:

- le bilan de l'oxygène, malgré une augmentation générale de la DBO, est plus favorable qu'en 1971. Cependant, 6 affluents, pour un ou plusieurs prélèvements, accusent à leur embouchure des demandes biochimiques en oxygène supérieures, souvent dans d'appréciables proportions, aux normes fédérales en matière de rejet d'eaux usées (max. admissible: 30 mg/l O_2 en pleine charge).

- si les augmentations des concentrations ou des apports en éléments fertilisants, azote et phosphore en particulier, bien qu'importantes, ne permettent pas de conclure sans autre à une aggravation nette de la situation, par contre il est certain qu'il n'y a pas eu amélioration entre 1971 et 1972. Les concentrations en azote minéral total, surtout sous forme d'ammoniaque, restent extrêmement élevées pour bien des affluents. Quant aux orthophosphates, il convient de rappeler dans ces conclusions que l'eau de 11 rivières en moyenne annuelle et de 14 en fonction des maxima ne satisfait pas aux exigences suisses pour les déversements d'eaux usées dans un lac (soit 2,0 mg/l PO_4 correspondant à environ 0,7 mg/l P soluble).

- la qualité des eaux de la Dranse, de la Veveyse, de la Morges et de l'Hermance s'est dégradée par rapport aux années précédentes.

- par contre, la Maladaire, la Chamberonne (et le Flon à Lausanne en ce qui concerne le phosphore) accusent une amélioration de la qualité de leurs eaux.

Tableau No 1 DEBIT DES AFFLUENTS

exprimé en mètres cube par seconde

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	1,803	2,648	5,620	1,340	1,921
L'Eau froide	1,070	1,793	8,950	0,380	1,171
La Maladaire	0,061	0,035	0,060	0,017	0,057
La Veveyse	1,419	3,823	18,920	0,520	1,755
Le Forestay	0,360	0,317	0,710	0,060	0,354
La Lutrive	0,137	0,039	0,100	0,004	0,123
La Paudèze	0,291	0,116	0,375	0,013	0,267
Le Flon	1,292	1,048	1,280	0,530	1,246
La Chamberonne	0,675	0,413	0,760	0,110	0,641
La Venoge	3,551	4,259	8,660	0,640	3,649
La Morges	0,431	0,654	1,630	0,090	0,460
L'Aubonne	5,254	3,319	20,410	0,360	4,984
La Dullive	0,446	0,319	0,420	0,130	0,402
Totaux	16,790	18,783	-	-	17,030
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	5,801	6,245	10,034	4,567	5,874
La Bouverette	0,559	0,487	0,755	0,142	0,547
La Morge de St Gingolph	-	-	-	-	-
La Dranse	19,176	16,20	-	-	18,626
TOTAUX	25,536	22,932	-	-	25,047
Le Rhône, embouchure	193,482	133	-	-	183,674
Ensemble Grand Lac Totaux	235,508	174,715	-	-	225,751
Petit Lac					
La Promenthouse	1,413	1,622	4,920	0,250	1,442
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	0,134	0,016	0,055	0,005	0,117
La Versoix	3,970	2,698	4,950	0,760	3,797
Le Vengeron	0,231	0,083	0,230	0,040	0,211
L'Hermance	0,392	0,051	0,190	0,010	0,345
Le Nant d'Aisy	0,137	0,036	0,070	0,015	0,121
Totaux	6,654	4,506	-	-	6,410
Ensemble Lac Léman Totaux	242,462	179,221	-	-	232,161
Le Rhône, émissaire	235	157	-	-	227
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	-	2,525	11,070	0,400	2,525
L'Arve à la Jonction	77,234	55,0	-	-	73,724
Le Rhône à Chancy	321,0	231,0	-	-	303,0

Tableau No 2 TEMPERATURE DE L'EAU DES AFFLUENTS
en degrés centigrades

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	9,68	9,45	14,40	6,40	9,65
L'Eau froide	8,95	9,13	15,70	5,40	8,97
La Maladaire	11,46	10,04	16,10	5,00	11,28
La Veveyse	9,01	8,16	17,50	2,30	8,90
Le Forestay	10,17	8,83	15,90	2,30	10,00
La Lutrive	11,29	9,51	18,50	3,40	11,06
La Paudèze	10,76	8,98	19,00	2,40	10,53
Le Flon	14,30	15,10	19,60	11,00	14,46
La Chamberonne	11,75	9,78	19,90	3,40	11,52
La Venoge	10,83	9,57	18,50	2,20	10,67
La Morges	11,53	10,65	17,70	4,90	11,42
L'Aubonne	9,48	8,63	15,20	3,90	9,37
La Dullive	9,01	9,43	14,70	5,40	9,15
Moyennes	10,63	9,79	-	-	10,54
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	9,23	7,98	12,00	5,50	9,04
La Bouverette	10,16	9,29	15,00	6,60	10,03
La Morge de St Gingolph	7,97	7,64	16,00	3,10	7,92
La Dranse	10,21	11,43	20,00	5,95	10,45
Moyennes	9,39	9,09	-	-	9,36
Le Rhône, embouchure	8,26	7,48	14,00	3,20	8,14
Ensemble Grand Lac Moyennes	10,22	9,50	-	-	10,14
Petit Lac					
La Promenthouse	9,07	8,82	16,40	3,80	9,04
Le Nant de Riond (Crans)	9,68	-	-	-	9,68
Le Nant de Pry	8,76	-	-	-	8,76
Le Nant du Brassu	8,18	-	-	-	8,18
La Doye	9,98	9,17	18,60	3,90	9,87
La Versoix	8,99	9,53	15,30	4,20	9,06
Le Vengeron	10,55	11,26	17,80	4,00	10,64
L'Hermance	10,08	11,02	20,60	2,70	10,20
Le Nant d'Aisy	11,21	11,66	17,80	6,10	11,28
Moyennes	9,61	10,24	-	-	9,63
Ensemble Lac Léman Moyennes	10,02	9,69	-	-	9,97
Le Rhône, émissaire	12,19	10,38	21,30	4,60	11,90
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	10,40	8,87	13,50	3,30	10,08
L'Arve à la Jonction	8,49	8,05	12,60	2,30	8,43
Le Rhône à Chancy	11,20	9,34	15,10	4,30	10,81

Tableau No 3 pH MESURE DE L'EAU DES AFFLUENTS

mesure directe au prélèvement

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	7,23	7,23	7,40	7,20	7,23
L'Eau froide	7,32	7,27	7,50	7,20	7,31
La Maladaire	7,85	7,81	8,10	7,60	7,84
La Veveyse	7,98	8,02	8,20	7,90	7,98
Le Forestay	8,03	8,04	8,30	7,90	8,03
La Lutrive	8,00	8,02	8,20	7,90	8,00
La Paudèze	8,09	8,07	8,40	7,90	8,09
Le Flon	7,26	7,19	7,20	7,10	7,25
La Chamberonne	7,77	7,84	8,10	7,50	7,77
La Venoge	7,81	7,74	7,90	7,40	7,80
La Morges	7,97	7,73	8,20	7,20	7,94
L'Aubonne	7,98	7,96	8,20	7,70	7,98
La Dullive	7,85	7,80	8,00	7,60	7,83
Moyennes	7,78	7,75	-	-	7,77
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	7,56	7,57	7,70	7,40	7,56
La Bouverette	7,64	7,81	8,20	7,40	7,67
La Morge de St Gingolph	8,07	8,10	8,30	7,70	8,07
La Dranse	8,08	7,98	8,25	7,78	8,06
Moyennes	7,84	7,87	-	-	7,84
Le Rhône, embouchure	7,67	7,83	8,30	7,60	7,70
Ensemble Grand Lac Moyennes	7,79	7,78	-	-	7,78
Petit Lac					
La Promenthouse	7,89	7,86	8,00	7,60	7,88
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	7,87	8,20	7,50	7,85
La Versoix	8,17	8,18	8,38	8,07	8,17
Le Vengeron	7,92	7,71	8,56	7,26	7,89
L'Hermance	8,10	7,99	8,70	7,40	8,08
Le Nant d'Aisy	7,87	7,56	8,02	7,10	7,82
Moyennes	8,05	7,86	-	-	8,04
Ensemble Lac Léman Moyennes	7,87	7,80	-	-	7,87
Le Rhône, émissaire	8,24	8,04	8,50	7,71	8,15
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	8,30	8,08	8,30	7,77	8,26
L'Arve à la Jonction	8,08	7,91	8,08	7,58	8,05
Le Rhône à Chancy	8,14	7,80	8,04	7,40	8,07

Tableau No 4 CONDUCTIVITE DE L'EAU DES AFFLUENTS

en $\mu S.cm^{-1}$

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	1'048	1'064	1'128	937	1'050
L'Eau froide	455	504	643	342	462
La Maladaire	666	701	761	647	671
La Veveyse	394	419	494	298	397
Le Forestay	536	538	606	472	536
La Lutrive	556	560	645	492	556
La Paudèze	492	504	635	435	494
Le Flon	675	720	802	534	683
La Chamberonne	676	603	661	448	667
La Venoge	539	559	663	350	542
La Morges	596	624	705	555	599
L'Aubonne	397	409	532	290	399
La Dullive	525	528	656	296	526
Moyennes	581	595	-	-	583
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	568	650	887	543	581
La Bouverette	738	928	1'098	632	767
La Morge de St Gingolph	284	348	428	249	294
La Dranse	482	619	761	404	523
Moyennes	518	636	-	-	541
Le Rhône, embouchure	251	324	443	230	262
Ensemble Grand Lac Moyennes	549	589	-	-	556
Petit Lac					
La Promenthouse	437	468	538	341	442
Le Nant de Riond (Crans)	440	-	-	-	440
Le Nant de Pry	394	-	-	-	394
Le Nant du Brassu	401	-	-	-	401
La Doye	429	440	531	333	430
La Versoix	415	411	471	377	413
Le Vengeron	695	672	707	595	683
L'Hermance	486	578	665	337	537
Le Nant d'Aisy	666	658	753	579	662
Moyennes	485	538	-	-	489
Ensemble Lac Léman Moyennes	527	576	-	-	534
Le Rhône, émissaire	275	283	301	257	278
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	379	387	435	314	383
L'Arve à la Jonction	361	369	514	248	365
Le Rhône à Chancy	295	371	471	306	335

Tableau No 5 TURBIDITE DE L'EAU DES AFFLUENTS

UNITES internationales

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	6,9	10,7	32,5	2,5	7,4
L'Eau froide	12,2	46,8	184,0	6,0	16,7
La Maladaire	36,6	31,6	170,0	5,6	35,9
La Veveyse	69,2	85,0	> 200,0	5,0	71,3
Le Forestay	60,9	85,5	> 200,0	10,0	64,1
La Lutrive	35,3	87,3	> 200,0	10,0	42,1
La Paudèze	65,7	72,8	> 200,0	15,0	66,6
Le Flon	26,2	35,4	70,0	12,5	27,9
La Chamberonne	91,7	17,5	60,0	7,5	82,7
La Venoge	25,7	23,7	156,0	5,0	25,5
La Morges	37,5	29,4	90,0	11,0	36,5
L'Aubonne	25,3	20,4	90,0	4,8	24,7
La Dullive	38,7	22,8	> 200,0	3,5	33,2
Moyennes	40,9	43,8	-	-	41,1
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	-	-	-	-	-
La Bouverette	-	-	-	-	-
La Morge de St Gingolph	-	-	-	-	-
La Dranse	-	-	-	-	-
Moyennes	-	-	-	-	-
Le Rhône, embouchure	-	-	-	-	-
Ensemble Grand Lac Moyennes	40,9	43,8	-	-	41,1
Petit Lac					
La Promenthouse	18,5	20,5	156,0	3,0	18,8
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-	-	-
La Doye	32,4	28,8	116,0	6,4	31,9
La Versoix	-	-	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-	-	-
L'Hermance	-	-	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-	-	-
Moyennes	25,4	24,7	-	-	25,4
Ensemble Lac Léman Moyennes	38,9	41,2	-	-	39,0
Le Rhône, émissaire	-	-	-	-	-
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	-	-	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-	-	-

Tableau No 6 CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS

exprimée en mg O_2 par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	5,53	6,52	11,01	3,47	5,66
L'Eau froide	8,49	7,60	10,50	4,70	8,37
La Maladaire	9,94	10,44	11,71	8,89	10,00
La Veveyse	11,88	11,51	13,47	9,10	11,83
Le Forestay	11,33	11,13	12,82	9,30	11,31
La Lutrive	11,12	10,50	12,55	6,55	11,04
La Paudèze	12,21	12,34	13,89	10,30	12,23
Le Flon	2,32	1,73	3,23	0,66	2,21
La Chamberonne	8,25	10,29	13,16	8,40	8,49
La Venoge	10,38	10,19	13,27	5,46	10,35
La Morges	10,47	8,55	12,24	1,97	10,24
L'Aubonne	11,39	11,31	12,54	9,52	11,38
La Dullive	10,87	10,50	12,29	8,88	10,75
Moyennes	9,55	9,43	-	-	9,53
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	9,38	8,64	10,24	7,34	9,27
La Bouverette	11,56	11,46	12,90	9,49	11,55
La Morge de St Gingolph	12,22	12,12	14,85	9,81	12,20
La Dranse	10,61	8,22	11,04	4,76	10,15
Moyennes	10,94	10,11	-	-	10,79
Le Rhône, embouchure	11,47	11,25	13,17	10,34	11,44
Ensemble Grand Lac Moyennes	9,97	9,68	-	-	9,92
Petit Lac					
La Promenthouse	11,09	11,11	12,61	9,28	11,09
Le Nant de Riond (Crans)	10,44	-	-	-	10,44
Le Nant de Pry	11,18	-	-	-	11,18
Le Nant du Brassu	11,13	-	-	-	11,13
La Doye	10,49	10,70	12,95	3,11	10,52
La Versoix	11,67	12,34	13,74	11,19	11,75
Le Vengeron	8,11	6,10	9,97	1,99	7,86
L'Hermance	10,36	10,25	13,09	5,42	10,35
Le Nant d'Aisy	9,06	8,36	9,74	6,12	8,95
Moyennes	10,39	9,81	-	-	10,36
Ensemble Lac Léman Moyennes	10,11	9,72	-	-	10,06
Le Rhône, émissaire	11,34	11,43	13,80	9,25	11,36
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	11,31	11,91	13,41	10,57	11,43
L'Arve à la Jonction	11,49	11,75	13,20	10,66	11,53
Le Rhône à Chancy	10,92	11,02	11,85	9,89	10,94

Tableau No 7 TAUX DE SATURATION EN OXYGENE DISSOUS

exprimé en %

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	52,2	61,3	106,4	30,7	53,4
L'Eau froide	78,9	70,2	99,6	45,4	77,8
La Maladaire	97,0	98,8	106,8	86,4	97,2
La Veveyse	109,3	103,8	122,7	92,1	108,6
Le Forestay	108,3	102,1	108,0	89,9	107,4
La Lutrive	107,9	97,4	114,2	62,8	106,5
La Paudèze	117,8	113,5	131,4	99,1	117,3
Le Flon	23,6	18,2	32,3	7,6	22,6
La Chamberonne	78,3	96,2	106,4	83,7	80,5
La Venoge	99,3	93,8	113,0	60,4	98,5
La Morges	102,1	75,2	103,8	20,7	98,8
L'Aubonne	107,2	103,4	107,7	99,8	106,7
La Dullive	100,5	98,0	109,7	82,8	99,7
Moyennes	91,0	87,1	-	-	90,4
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	87,9	71,5	92,9	65,1	86,5
La Bouverette	110,2	107,8	137,2	84,2	109,8
La Morge de St Gingolph	110,5	106,9	124,6	86,7	109,9
La Dranse	101,0	80,0	97,7	54,3	96,9
Moyennes	102,4	91,6	-	-	100,8
Le Rhône, embouchure	104,4	101,2	113,4	91,5	103,9
Ensemble Grand Lac Moyennes	94,2	88,9	-	-	93,4
Petit Lac					
La Promenthouse	100,7	101,8	112,4	93,5	100.8
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	98,8	98,2	123,3	35,5	98,7
La Versoix	107,9	115,2	134,8	106,8	108,8
Le Vengeron	75,3	58,7	97,9	19,3	73,2
L'Hermance	97,0	99,3	151,9	51,0	97,3
Le Nant d'Aisy	85,9	81,6	103,1	61,4	85,2
Moyennes	96,1	92,5	-	-	95,9
Ensemble Lac Léman Moyennes	94,9	89,8	-	-	94,3
Le Rhône, émissaire	112,8	109,3	154,0	92,5	112,2
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	108,3	109,0	121,4	99,3	108,4
L'Arve à la Jonction	105,3	105,8	113,3	95,9	105,3
Le Rhône à Chancy	105,3	102,8	115,2	92,6	104,8

Tableau No 8 APPORTS EN OXYGENE DISSOUS

exprimés en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	313,5	549,8	346,5
L'Eau Froide	299,8	530,4	332,0
La Maladaire	19,5	11,9	18,5
La Veveyse	531,7	1'437,6	658,1
Le Forestay	133,6	116,3	131,2
La Lutrive	47,5	14,9	42,9
La Paudèze	109,4	45,6	100,5
Le Flon	91,7	53,7	84,5
La Chamberonne	162,7	140,0	159,8
La Venoge	1'224,7	1'546,4	1'269,6
La Morges	147,5	216,8	156,5
L'Aubonne	1'902,8	1'218,2	1'807,3
La Dullive	156,8	145,1	152,8
Totaux	5'141,2	6'026,7	5'260,2
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	1'717,8	1'718,2	1'717,9
La Bouverette	202,4	179,0	198,6
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	6'461,6	4'197,8	6'001,2
Totaux	8'381,8	6'095,0	7'917,7
Le Rhône, embouchure	68'874,8	47'199,7	65'359,9
Ensemble Grand Lac Totaux	82'397,8	59'321,4	78'537,8
Petit Lac			
La Promenthouse	494,6	593,6	508,4
Le Nant de Riond (Crans)	12,8	-	12,8
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	70,1	-	70,1
La Doye	44,4	5,6	38,8
La Versoix	1'468,7	1'044,5	1'410,9
Le Vengeron	75,6	17,7	67,8
L'Hermance	136,0	17,8	119,9
Le Nant d'Aisy	44,2	9,8	38,6
Totaux	2'346,4	1'689,0	2'267,3
Ensemble Lac Léman	84'744,2	61'010,4	80'805,1
Rhône, émissaire	84'596,9	56'587,4	79'928,7
SOLDES	147,3	4'423,0	876,4
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	981,8	981,8
L'Arve à la Jonction	27'463,2	20'387,4	26'346,0
Le Rhône à Chancy	110'191,3	80'290,8	103'896,5

Tableau No 9 DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE

exprimée en mg O_2 par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	4,10	4,77	8,59	0,85	4,19
L'Eau froide	6,76	16,89	37,55	3,00	8,07
La Maladaire	15,46	7,24	10,76	4,66	14,37
La Veveyse	4,36	5,69	10,22	2,60	4,53
Le Forestay	10,61	9,55	15,44	5,67	10,48
La Lutrive	10,09	15,26	51,89	5,96	10,76
La Paudèze	11,34	11,10	16,46	4,94	11,31
Le Flon	25,47	30,09	57,87	19,18	26,35
La Chamberonne	20,40	7,97	14,56	3,95	18,89
La Venoge	6,00	4,45	6,31	2,97	5,80
La Morges	10,80	25,00	71,83	9,64	12,52
L'Aubonne	4,09	4,30	10,31	2,13	4,12
La Dullive	6,32	5,23	9,26	2,53	5,95
Moyennes	10,45	11,35	-	-	10,56
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	2,66	2,70	3,88	1,05	2,67
La Bouverette	3,84	4,22	6,40	2,36	3,90
La Morge de St Gingolph	2,49	2,69	4,30	1,22	2,52
La Dranse	4,62	4,82	7,92	1,45	4,65
Moyennes	3,40	3,61	-	-	3,44
Le Rhône, embouchure	3,57	4,82	7,50	2,80	3,77
Ensemble Grand Lac Moyennes	8,50	9,27	-	-	8,60
Petit Lac					
La Promenthouse	4,29	3,13	5,01	1,66	4,14
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	10,19	18,90	84,38	5,97	11,36
La Versoix	2,59	2,91	4,33	1,77	2,63
Le Vengeron	8,13	11,73	27,45	5,40	8,58
L'Hermance	3,40	6,28	13,10	3,25	3,76
Le Nant d'Aisy	6,89	7,72	10,90	2,23	7,02
Moyennes	5,10	8,45	-	-	5,32
Ensemble Lac Léman Moyennes	7,37	9,06	-	-	7,51
Le Rhône, émissaire	1,97	2,13	5,06	0,61	1,99
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	1,85	3,25	6,54	1,95	2,14
L'Arve à la Jonction	4,04	4,93	8,11	2,99	4,18
Le Rhône à Chancy	2,93	3,48	7,23	2,28	3,05

Tableau No 10 DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE
TAUX DE CONSOMMATION en %

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	77,4	76,1	147,0	24,5	77,2
L'Eau froide	95,0	264,5	626,1	28,6	117,1
La Maladaire	154,5	70,2	98,5	40,0	143,4
La Veveyse	37,0	51,8	105,7	22,8	38,9
Le Forestay	94,7	86,8	120,5	44,9	93,7
La Lutrive	93,7	161,5	597,0	48,7	102,6
La Paudèze	97,1	92,2	155,5	36,2	96,5
Le Flon	2'176,4	2'085,1	4'790,0	602,1	2'159,0
La Chamberonne	1'754,0	81,3	173,0	31,5	1'549,5
La Venoge	60,3	47,5	99,7	24,4	58,6
La Morges	134,1	612,0	3'648,0	78,7	191,9
L'Aubonne	36,4	39,3	94,7	18,1	36,8
La Dullive	60,2	50,8	99,9	22,0	57,0
Moyennes	374,7	286,1	-	-	363,2
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	28,6	31,4	46,2	12,2	29,0
La Bouverette	33,5	36,9	49,6	21,4	34,0
La Morge de St Gingolph	20,7	22,5	42,0	10,7	21,0
La Dranse	44,1	56,4	97,4	26,9	46,3
Moyennes	31,7	36,8	-	-	32,6
Le Rhône, embouchure	31,1	42,8	64,1	26,8	32,9
Ensemble Grand Lac Moyennes	279,4	217,2	-	-	271,4
Petit Lac					
La Promenthouse	39,3	28,6	53,5	14,8	37,9
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	107,2	331,5	2'712,0	49,3	137,4
La Versoix	22,6	23,6	35,4	14,3	22,7
Le Vengeron	142,7	279,7	1'379,4	91,9	160,2
L'Hermance	38,6	66,8	187,9	17,5	42,2
Le Nant d'Aisy	77,3	94,4	137,2	24,1	80,0
Moyennes	58,8	137,4	-	-	64,7
Ensemble Lac Léman Moyennes	205,9	197,2	-	-	209,5
Le Rhône, émissaire	16,3	18,2	36,7	5,6	16,6
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	16,1	27,2	52,8	15,4	18,4
L'Arve à la Jonction	35,4	42,3	71,9	28,1	36,4
Le Rhône à Chancy	26,7	31,3	61,0	22,2	27,7

Tableau No 11 DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE (DBO_{5j})

Apport "négatif" en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	236,2	404,9	259,8
L'Eau Froide	220,0	606,6	274,0
La Maladaire	28,0	7,6	25,1
La Veveyse	194,8	499,3	237,3
Le Forestay	114,6	87,7	110,8
La Lutrive	37,2	17,2	34,4
La Paudèze	87,8	33,6	80,2
Le Flon	1'042,0	1'016,0	1'037,1
La Chamberonne	811,9	99,1	718,5
La Venoge	701,6	599,4	687,3
La Morges	168,4	350,1	191,9
L'Aubonne	640,0	288,1	590,9
La Dullive	97,7	66,0	86,8
Totaux	4'380,2	4'075,6	4'334,1
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	497,7	527,8	502,7
La Bouverette	68,7	64,8	68,0
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	2'602,0	2'462,0	2'576,0
Totaux	3'168,4	3'054,6	3'146,7
Le Rhône, embouchure	21'331,5	20'220,0	21'146,2
Ensemble Grand Lac Totaux	28'880,1	27'350,2	28'627,0
Petit Lac			
La Promenthouse	184,0	175,4	182,8
Le Nant de Riond (Crans)	3,8	-	3,8
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	23,2	-	23,2
La Doye	33,4	7,9	29,7
La Versoix	300,5	254,1	294,1
Le Vengeron	57,7	30,4	53,9
L'Hermance	32,4	11,2	29,5
Le Nant d'Aisy	35,6	8,8	31,2
Totaux	670,6	487,8	648,2
Ensemble Lac Léman	29'550,7	27'838,0	29'275,2
Rhône, émissaire	14'732,4	10'539,5	14'033,6
SOLDES	14'818,3	18'298,5	15,241,6
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	311,5	311,5
L'Arve à la Jonction	8'805,7	8'552,4	8'765,7
Le Rhône à Chancy	30'068,4	25'369,4	29'061,4

Tableau No 12 DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO)

exprimée en mg O_2 par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
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	-	-	-	-	-
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	-	-	-	-	-
La Bouverette	-	-	-	-	-
La Morge de St Gingolph	-	-	-	-	-
La Dranse	-	182,55	279,50	3,55	182,55
Moyennes	-	182,55	-	-	182,55
Le Rhône, embouchure	-	-	-	-	-
Ensemble Grand Lac Moyennes	-	-	-	-	-
Petit Lac					
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	7,00	4,28	7,40	2,60	6,09
Le Vengeron	28,05	18,89	69,10	5,50	25,00
L'Hermance	10,46	9,21	15,90	4,40	10,05
Le Nant d'Aisy	24,65	17,83	33,60	3,40	22,38
Moyennes	13,04	12,55	-	-	12,09
Ensemble Lac Léman Moyennes	-	-	-	-	-
Le Rhône, émissaire	4,30	3,07	6,80	0,70	3,90
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	4,72	2,60	5,20	0,20	4,01
L'Arve à la Jonction	7,00	2,85	6,10	1,20	5,65
Le Rhône à Chancy	5,36	3,66	8,10	1,80	4,79

Tableau No 13 OXYDABILITE DE L'EAU DES AFFLUENTS

exprimée en mg $KMnO_4$ par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	-	10,18	23,90	5,00	10,18
L'Eau froide	-	23,13	94,30	6,70	23,13
La Maladaire	-	15,92	29,00	9,50	15,92
La Veveyse	-	15,54	32,20	8,10	15,54
Le Forestay	-	22,63	53,10	11,40	22,63
La Lutrive	-	49,03	285,00	10,70	49,03
La Paudèze	-	21,76	39,80	7,20	21,76
Le Flon	-	50,48	95,00	26,10	50,48
La Chamberonne	-	18,20	25,80	12,00	18,20
La Venoge	-	18,57	53,70	9,80	18,57
La Morges	-	32,50	60,00	15,30	32,50
L'Aubonne	-	13,58	25,60	7,20	13,58
La Dullive	-	17,24	76,00	8,10	17,24
Moyennes	-	23,75	-	-	23,75
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	8,09	7,72	11,12	4,17	7,98
La Bouverette	7,39	7,27	11,39	4,22	7,35
La Morge de St Gingolph	5,96	6,16	11,81	3,39	6,03
La Dranse	-	-	-	-	-
Moyennes	7,15	7,05	-	-	7,12
Le Rhône, embouchure	7,22	6,39	10,55	2,86	6,96
Ensemble Grand Lac Moyennes	-	19,78	-	-	19,83
Petit Lac					
La Promenthouse	-	11,01	32,00	6,90	11,01
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-	-	-
La Doye	-	35,96	193,00	12,00	35,96
La Versoix	-	-	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-	-	-
L'Hermance	-	-	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-	-	-
Moyennes	-	23,49	-	-	23,49
Ensemble Lac Léman Moyennes	-	20,17	-	-	20,21
Le Rhône, émissaire	-	-	-	-	-
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	-	-	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-	-	-

Tableau No 14 AZOTE AMMONIACAL

exprimé en mg N par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	0,219	0,271	0,376	0,117	0,226
L'Eau froide	0,410	0,925	2,745	0,179	0,478
La Maladaire	3,118	1,072	2,774	0,447	2,851
La Veveyse	0,179	0,801	6,270	0,081	0,260
Le Forestay	0,475	0,689	1,558	0,272	0,503
La Lutrive	0,972	1,466	3,835	0,226	1,037
La Paudèze	1,088	1,796	8,097	0,514	1,181
Le Flon	9,300	14,355	39,668	6,611	10,263
La Chamberonne	2,136	1,094	2,918	0,296	2,010
La Venoge	0,344	0,444	0,933	0,278	0,357
La Morges	0,561	1,852	4,320	0,202	0,717
L'Aubonne	0,171	0,211	0,445	0,101	0,176
La Dullive	0,480	0,547	1,195	0,136	0,503
Moyennes	1,496	1,963	-	-	1,582
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	0,103	0,250	0,582	0	0,125
La Bouverette	0,095	0,157	0,303	0,031	0,105
La Morge de St Gingolph	0,015	0,065	0,431	0	0,023
La Dranse	0,457	6,432	12,600	0,103	1,632
Moyennes	0,167	1,726	-	-	0,471
Le Rhône, embouchure	0,175	0,288	0,552	0,039	0,192
Ensemble Grand Lac Moyennes	1,128	1,818	-	-	1,258
Petit Lac					
La Promenthouse	0,140	0,165	0,257	0,037	0,143
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	0,887	1,295	7,629	0,079	0,942
La Versoix	0,089	0,068	0,269	0,004	0,086
Le Vengeron	5,758	10,563	19,700	2,400	6,358
L'Hermance	0,433	2,228	7,700	0,420	0,660
Le Nant d'Aisy	4,801	10,693	17,000	2,750	5,774
Moyennes	1,455	4,214	-	-	1,661
Ensemble Lac Léman Moyennes	1,237	2,417	-	-	1,393
Le Rhône, émissaire	0,032	0,081	0,333	0	0,040
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	0,080	0,073	0,215	0	0,078
L'Arve à la Jonction	0,222	0,283	0,468	0,055	0,231
Le Rhône à Chancy	0,219	0,475	1,500	0,140	0,273

Tableau No 15 AZOTE NITREUX

exprimé en mg N par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	0,030	0,027	0,044	0,016	0,030
L'Eau froide	0,018	0,014	0,026	0,006	0,018
La Maladaire	0,246	0,174	0,467	0,084	0,237
La Veveyse	0,023	0,021	0,084	0,007	0,023
Le Forestay	0,111	0,094	0,228	0,026	0,109
La Lutrive	0,192	0,137	0,365	0,038	0,185
La Paudèze	0,113	0,092	0,228	0,025	0,110
Le Flon	0,151	0,080	0,251	0,004	0,138
La Chamberonne	0,225	0,137	0,373	0,037	0,214
La Venoge	0,087	0,066	0,155	0,015	0,084
La Morges	0,105	0,120	0,319	0,006	0,107
L'Aubonne	0,029	0,031	0,074	0,009	0,030
La Dullive	0,076	0,056	0,099	0,005	0,069
Moyennes	0,108	0,081	-	-	0,104
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	0,029	0,030	0,074	0,007	0,029
La Bouverette	0,024	0,044	0,215	0	0,027
La Morge de St Gingolph	0,003	0,004	0,008	0	0,003
La Dranse	0,012	0,037	0,180	0,007	0,017
Moyennes	0,017	0,029	-	-	0,019
Le Rhône, embouchure	0,022	0,040	0,153	0,012	0,025
Ensemble Grand Lac Moyennes	0,083	0,067	-	-	0,081
Petit Lac					
La Promenthouse	0,022	0,028	0,053	0,012	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	0,084	0,044	0,115	0,006	0,078
La Versoix	0,010	0,005	0,008	0,003	0,010
Le Vengeron	0,177	0,130	1,000	0,005	0,171
L'Hermance	0,039	0,042	0,100	0,005	0,040
Le Nant d'Aisy	0,217	0,112	0,200	0,015	0,200
Moyennes	0,071	0,060	-	-	0,068
Ensemble Lac Léman Moyennes	0,079	0,065	-	-	0,077
Le Rhône, émissaire	0,003	0,004	0,013	0,001	0,003
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	0,007	0,010	0,028	0,004	0,007
L'Arve à la Jonction	0,018	0,011	0,027	0,004	0,017
Le Rhône à Chancy	0,007	0,012	0,022	0,002	0,008

Tableau No 16 AZOTE NITRIQUE

Exprimé en mg N par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	0,78	1,16	4,85	0,66	0,84
L'Eau froide	0,30	0,68	3,08	0,13	0,35
La Maladaire	2,66	3,30	7,62	0,64	2,75
La Veveyse	0,60	0,74	1,38	0,37	0,62
Le Forestay	2,22	2,47	3,69	0,74	2,25
La Lutrive	1,72	2,32	3,59	1,20	1,80
La Paudèze	1,37	1,88	2,92	1,31	1,44
Le Flon	0,47	0,33	1,17	0,10	0,44
La Chamberonne	1,54	3,20	6,28	1,27	1,74
La Venoge	1,93	2,81	6,42	1,21	2,05
La Morges	3,00	3,39	7,11	0,26	3,05
L'Aubonne	1,05	1,42	2,70	0,53	1,10
La Dullive	2,24	2,94	6,81	0,20	2,48
Moyennes	1,53	2,05	-	-	1,61
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	0,40	0,61	0,94	0,35	0,44
La Bouverette	0,31	0,44	0,64	0,27	0,33
La Morge de St Gingolph	0,22	0,35	0,53	0,22	0,24
La Dranse	0,40	0,95	5,05	0,15	0,51
Moyennes	0,33	0,59	-	-	0,38
Le Rhône, embouchure	0,33	0,41	0,80	0,19	0,34
Ensemble Grand Lac Moyennes	1,20	1,63	-	-	1,27
Petit Lac					
La Promenthouse	1,37	2,25	4,54	0,96	1,48
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	1,10	1,67	4,63	0,15	1,18
La Versoix	1,00	1,15	2,00	0,70	1,02
Le Vengeron	3,03	5,10	7,75	1,25	3,29
L'Hermance	2,43	3,61	7,25	1,25	2,58
Le Nant d'Aisy	5,47	5,72	12,50	1,00	5,51
Moyennes	2,43	3,25	-	-	2,50
Ensemble Lac Léman Moyennes	1,61	2,04	-	-	1,68
Le Rhône, émissaire	0,28	0,32	0,66	0,08	0,29
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	1,12	1,46	2,30	0,80	1,19
L'Arve à la Jonction	0,59	0,73	1,20	0,43	0,61
Le Rhône à Chancy	0,38	0,71	1,68	0,15	0,45

Tableau No 17 AZOTE MINERAL TOTAL

exprimé en mg N par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	1,029	1,458	5,161	0,840	1,096
L'Eau froide	0,728	1,619	3,770	0,399	0,846
La Maladaire	6,024	4,546	8,403	1,362	5,838
La Veveyse	0,802	1,562	6,834	0,645	0,903
Le Forestay	2,806	3,253	4,132	1,273	2,862
La Lutrive	2,884	3,923	6,679	2,817	3,022
La Paudèze	2,571	3,768	10,990	2,404	2,731
Le Flon	9,921	14,765	39,802	8,032	10,841
La Chamberonne	3,901	4,431	6,613	2,697	3,964
La Venoge	2,361	3,310	6,917	1,999	2,491
La Morges	3,666	5,362	8,156	2,257	3,874
L'Aubonne	1,250	1,662	2,839	0,718	1,306
La Dullive	2,796	3,543	7,908	1,022	3,052
Moyennes	3,134	4,092	-	-	3,294
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	0,532	0,890	1,316	0,639	0,594
La Bouverette	0,429	0,641	0,949	0,355	0,462
La Morge de St Gingolph	0,238	0,419	0,807	0,220	0,266
La Dranse	0,869	7,419	12,821	1,194	2,159
Moyennes	0,517	2,342	-	-	0,870
Le Rhône, embouchure	0,527	0,738	0,985	0,312	0,557
Ensemble Grand Lac Moyennes	2,407	3,517	-	-	2,604
Petit Lac					
La Promenthouse	1,532	2,443	4,687	1,229	1,645
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	2,071	3,009	7,785	1,177	2,200
La Versoix	1,099	1,223	2,108	0,707	1,116
Le Vengeron	8,965	15,793	25,765	10,165	9,819
L'Hermance	2,902	5,880	10,365	1,705	3,280
Le Nant d'Aisy	10,488	16,975	21,500	12,350	11,484
Moyennes	3,953	7,554	-	-	4,229
Ensemble Lac Léman Moyennes	2,923	4,526	-	-	3,145
Le Rhône, émissaire	0,315	0,405	0,791	0,083	0,333
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	1,207	1,543	2,473	0,807	1,275
L'Arve à la Jonction	0,830	1,024	1,583	0,493	0,858
Le Rhône à Chancy	0,606	1,197	2,338	0,665	0,731

Tableau No 18 AZOTE AMMONIACAL exprimé en N
Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	12,89	23,14	14,32
L'Eau Froide	13,54	31,56	16,05
La Maladaire	4,60	1,06	4,11
La Veveyse	6,26	42,84	11,37
Le Forestay	3,98	5,62	4,21
La Lutrive	2,06	1,01	1,91
La Paudèze	6,15	4,18	5,87
Le Flon	386,29	492,50	406,52
La Chamberonne	52,37	10,71	46,97
La Venoge	32,62	50,68	35,14
La Morges	8,07	23,73	10,09
L'Aubonne	29,03	20,72	27,88
La Dullive	8,22	6,24	7,54
Totaux	566,08	713,99	591,98
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	18,18	49,66	23,36
La Bouverette	1,76	2,21	1,83
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	198,29	3'286,13	831,69
Totaux	218,23	3'338,0	856,87
Le Rhône, embouchure	993,03	1'207,26	1'027,77
Ensemble Grand Lac Totaux	1'777,34	5'259,25	2'476,62
Petit Lac			
La Promenthouse	7,03	8,88	7,29
Le Nant de Riond (Crans)	0,32	-	0,32
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	1,18	-	1,18
La Doye	4,42	0,52	3,85
La Versoix	8,89	5,73	8,46
Le Vengeron	17,23	26,09	18,42
L'Hermance	3,66	2,29	3,47
Le Nant d'Aisy	13,78	11,84	13,47
Totaux	56,51	55,35	56,46
Ensemble Lac Léman	1'833,85	5'314,60	2'533,08
Rhône, émissaire	232,52	402,77	260,89
SOLDES	1'601,33	4'911,83	2'272,19
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	4,82	4,82
L'Arve à la Jonction	426,35	490,57	436,49
Le Rhône à Chancy	2'165,86	3'457,25	2'437,73

Tableau No 19 AZOTE NITREUX exprimé en N

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	1,72	2,32	1,80
L'Eau Froide	0,59	0,55	0,58
La Maladaire	0,39	0,16	0,36
La Veveyse	1,50	1,41	1,49
Le Forestay	1,10	0,61	1,02
La Lutrive	0,44	0,11	0,39
La Paudèze	0,65	0,21	0,58
Le Flon	6,10	2,51	5,42
La Chamberonne	3,34	1,46	3,10
La Venoge	7,67	5,97	7,44
La Morges	1,37	1,84	1,43
L'Aubonne	3,39	4,26	3,51
La Dullive	1,20	0,67	1,02
Totaux	29,46	22,08	28,14
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	5,00	5,71	5,12
La Bouverette	0,48	0,72	0,52
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	6,90	19,09	9,44
Totaux	12,38	25,52	15,08
Le Rhône, embouchure	124,84	166,02	131,48
Ensemble Grand Lac Totaux	166,68	213,62	174,70
Petit Lac			
La Promenthouse	0,95	1,20	0,98
Le Nant de Riond (Crans)	0,05	-	0,05
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	0,08	-	0,08
La Doye	0,48	0,04	0,42
La Versoix	1,19	0,45	1,09
Le Vengeron	0,70	0,28	0,65
L'Hermance	0,22	0,07	0,20
Le Nant d'Aisy	0,54	0,12	0,47
Totaux	4,21	2,16	3,94
Ensemble Lac Léman	170,89	215,78	178,64
Rhône, émissaire	25,20	18,94	24,16
SOLDES	145,69	196,84	154,48
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	0,54	0,54
L'Arve à la Jonction	21,85	19,08	21,41
Le Rhône à Chancy	72,13	86,20	75,09

Tableau No 20 AZOTE NITRIQUE Exprimé en N

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	44,93	136,63	57,73
L'Eau Froide	9,94	44,23	14,72
La Maladaire	4,72	4,26	4,66
La Veveyse	23,28	93,71	33,11
Le Forestay	22,02	27,02	22,72
La Lutrive	6,59	3,26	6,13
La Paudèze	12,46	8,09	11,85
Le Flon	18,19	10,54	16,73
La Chamberonne	33,57	53,04	36,09
La Venoge	231,98	483,08	267,02
La Morges	42,29	108,94	50,91
L'Aubonne	131,29	102,18	127,23
La Dullive	36,32	53,19	42,11
Totaux	617,58	1'128,17	687,01
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	69,10	120,26	77,51
La Bouverette	5,08	6,86	5,37
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	279,17	478,68	321,94
Totaux	353,35	605,80	404,82
Le Rhône, embouchure	1'889,06	1'702,18	1'858,76
Ensemble Grand Lac Totaux	2'859,99	3'436,15	2'950,59
Petit Lac			
La Promenthouse	60,17	109,88	67,10
Le Nant de Riond (Crans)	5,42	-	5,42
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	7,65	-	7,65
La Doye	4,95	1,10	4,40
La Versoix	124,52	93,69	120,32
Le Vengeron	22,43	12,56	21,10
L'Hermance	32,34	6,52	28,82
Le Nant d'Aisy	25,92	6,28	22,73
Totaux	283,40	230,03	277,54
Ensemble Lac Léman	3'143,39	3'666,18	3'228,13
Rhône, émissaire	2'030,27	1'601,59	1'958,82
SOLDES	1'113,12	2'064,59	1'269,31
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	128,91	128,19
L'Arve à la Jonction	1'339,78	1'264,72	1'327,93
Le Rhône à Chancy	3'932,91	5'202,57	4'200,21

Tableau No 21 AZOTE MINERAL TOTAL exprimé en N

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	59,54	162,09	73,85
L'Eau Froide	24,07	76,34	31,35
La Maladaire	9,71	5,48	9,13
La Veveyse	31,04	137,96	45,97
Le Forestay	27,10	33,25	27,95
La Lutrive	9,09	4,38	8,43
La Paudèze	19,26	12,48	18,30
Le Flon	410,58	505,55	428,67
La Chamberonne	89,28	65,21	86,16
La Venoge	272,27	539,73	309,60
La Morges	51,73	134,51	62,43
L'Aubonne	163,71	127,16	158,62
La Dullive	45,74	60,10	50,67
Totaux	1'213,12	1'864,24	1'311,13
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	92,28	175,63	105,98
La Rouverette	7,32	9,79	7,72
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	484,36	3'783,90	1'163,07
Totaux	593,96	3.969,32	1'276,77
Le Rhône, embouchure	3'006,93	3'075,48	3'018,01
Ensemble Grand Lac Totaux	4'804,01	8'909,04	5'605,91
Petit Lac			
La Promenthouse	68,15	119,96	75,37
Le Nant de Riond (Crans)	5,79	-	5,79
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	8,91	-	8,91
La Doye	9,85	1,66	8,67
La Versoix	134,60	99,87	129,87
Le Vengeron	40,36	38,93	40,17
L'Hermance	36,22	8,88	32,49
Le Nant d'Aisy	40,24	18,24	36,67
Totaux	344,12	287,54	337,94
Ensemble Lac Léman	5'148,13	9'196,58	5'943,85
Rhône, émissaire	2'287,99	2'023,30	2,243,87
SOLDES	2'860,14	7'173,28	3'699,98
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	133,55	133,55
L'Arve à la Jonction	1'787,98	1'774,35	1'785,83
Le Rhône à Chancy	6'170,90	8'746,02	6'713,03

Tableau No 22 AZOTE ORGANIQUE

exprimé en mg N par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
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	-	-	-	-	-
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	-	0,589	0,925	0,318	0,589
La Bouverette	-	0,464	0,657	0,224	0,464
La Morge de St Gingolph	-	0,418	0,705	0,198	0,418
La Dranse	0,483	-	-	-	0,483
Moyennes	0,483	0,490	-	-	0,489
Le Rhône, embouchure	-	0,388	0,577	0,111	0,388
Ensemble Grand Lac Moyennes	-	-	-	-	-
Petit Lac					
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	-	-	-	-	-
Ensemble Lac Léman Moyennes	-	-	-	-	-
Le Rhône, émissaire	-	-	-	-	-
Aval Lac Léman					
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 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
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	-	-	-	-	-
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	-	1,479	2,017	1,229	1,103
La Bouverette	-	1,105	1,535	0,800	0,926
La Morge de St Gingolph	-	0,837	1,050	0,652	0,684
La Dranse	1,352	-	-	-	1,352
Moyennes	1,552	1,140	-	-	1,036
Le Rhône, embouchure	-	1,126	1,343	0,761	0,945
Ensemble Grand Lac Moyennes	-	-	-	-	-
Petit Lac					
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	-	-	-	-	-
Ensemble Lac Léman Moyennes	-	-	-	-	-
Le Rhône, émissaire	-	-	-	-	-
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	-	-	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-	-	-

Tableau No 24 AZOTE ORGANIQUE exprimé en N

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
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	-	-	-
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	-	102,96	102,96
La Bouverette	-	8,83	8,83
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	230,25	-	230,25
Totaux	230,25	111,79	342,04
Le Rhône, embouchure	-	1'628,22	1'628,22
Ensemble Grand Lac Totaux	-	-	-
Petit Lac			
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	-	-	-
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-

Tableau No 25 AZOTE TOTAL exprimé en N

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
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	-	-	-
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	-	278,59	208,94
La Bouverette	-	18,62	16,55
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	714,61	-	1'393,32
Totaux	714,61	297,21	1'618,81
Le Rhône, embouchure	-	4'703,68	4'646,23
Ensemble Grand Lac Totaux	-	-	-
Petit Lac			
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	-	-	-
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-

Tableau No 26 ORTHOPHOSPHATES (Phosphore soluble)

Exprimés en mg P / l

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	0,030	0,044	0,078	0,015	0,032
L'Eau froide	0,090	0,162	0,542	0,019	0,099
La Maladaire	0,678	0,779	2,362	0,119	0,691
La Veveyse	0,075	0,321	0,771	0,042	0,090
Le Forestay	0,317	0,402	0,784	0,096	0,328
La Lutrive	0,542	0,725	2,057	0,111	0,566
La Paudèze	0,520	0,706	1,568	0,227	0,545
Le Flon	1,390	0,945	3,657	0,173	1,305
La Chamberonne	0,658	0,702	1,346	0,133	0,663
La Venoge	0,264	0,528	1,579	0,100	0,298
La Morges	0,423	0,860	1,482	0,136	0,475
L'Aubonne	0,113	0,192	0,473	0,038	0,123
La Dullive	0,278	0,356	0,624	0,135	0,305
Moyennes	0,414	0,517	-	-	0,425
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	0,034	0,048	0,091	0,020	0,037
La Bouverette	0,076	0,088	0,201	0,052	0,078
La Morge de St Gingolph	0,015	0,010	0,032	0	0,014
La Dranse	0,204	2,125	5,295	0,754	0,753
Moyennes	0,082	0,568	-	-	0,221
Le Rhône, embouchure	0,042	0,050	0,081	0,009	0,043
Ensemble Grand Lac Moyennes	0,319	0,502	-	-	0,358
Petit Lac					
La Promenthouse	0,080	0,216	0,416	0,086	0,098
Le Nant de Riond (Crans)	0,188	-	-	-	0,188
Le Nant de Pry	0,182	-	-	-	0,182
Le Nant du Brassu	0,133	-	-	-	0,133
La Doye	0,397	0,795	4,510	0,210	0,451
La Versoix	0,068	0,087	0,132	0,044	0,070
Le Vengeron	2,238	4,254	7,300	1,800	2,493
L'Hermance	0,199	0,826	1,980	0,500	0,279
Le Nant d'Aisy	2,166	3,075	8,000	0,550	2,312
Moyennes	0,628	1,542	-	-	0,690
Ensemble Lac Léman Moyennes	0,422	0,762	-	-	0,469
Le Rhône, émissaire	0,014	0,032	0,055	0,006	0,017
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	0,031	0,059	0,125	0,018	0,037
L'Arve à la Jonction	0,092	0,131	0,220	0,040	0,098
Le Rhône à Chancy	0,057	0,183	0,580	0,094	0,084

Tableau No 27 PHOSPHORE ORGANIQUE

exprimé en mg P par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	0,153	0,114	0,429	0,014	0,148
L'Eau froide	0,176	0,468	2,090	0,023	0,212
La Maladaire	1,368	0,535	0,412	0,123	1,258
La Veveyse	0,212	0,216	0,747	0,027	0,230
Le Forestay	0,490	0,533	1,831	0,128	0,496
La Lutrive	0,912	1,125	3,708	0,470	0,940
La Paudèze	0,841	0,806	4,019	0,095	0,836
Le Flon	2,616	1,399	3,541	0,113	2,379
La Chamberonne	0,934	0,485	1,920	0,008	0,883
La Venoge	0,341	0,293	1,120	0,057	0,334
La Morges	0,571	0,941	2,590	0,104	0,618
L'Aubonne	0,136	0,122	0,340	0,005	0,135
La Dullive	0,204	0,148	0,848	0	0,185
Moyennes	0,689	0,553	-	-	0,666
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	0,079	0,084	0,184	0,017	0,079
La Bouverette	0,041	0,064	0,168	0,005	0,044
La Morge de St Gingolph	0,024	0,033	0,103	0,003	0,026
La Dranse	0,183	0,965	5,456	0,131	0,406
Moyennes	0,082	0,287	-	-	0,139
Le Rhône, embouchure	0,050	0,081	0,168	0,027	0,055
Ensemble Grand Lac Moyennes	0,518	0,467	-	-	0,515
Petit Lac					
La Promenthouse	0,239	0,109	0,413	0	0,222
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	0,504	0,554	0,955	0,075	0,511
La Versoix	0,040	0,082	0,238	0,004	0,046
Le Vengeron	1,021	0,292	0,600	0,150	0,929
L'Hermance	0,190	0,156	0,840	0,040	0,186
Le Nant d'Aisy	0,868	0,592	1,900	0,200	0,823
Moyennes	0,375	0,298	-	-	0,358
Ensemble Lac Léman Moyennes	0,470	0,425	-	-	0,463
Le Rhône, émissaire	0,026	0,016	0,047	0,004	0,024
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	0,019	0,010	0,040	0,002	0,017
L'Arve à la Jonction	0,076	0,044	0,150	0,012	0,071
Le Rhône à Chancy	0,052	0,041	0,100	0,004	0,049

Tableau No 28 PHOSPHORE TOTAL

Exprimé en mg P par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	0,183	0,158	0,445	0,088	0,180
L'Eau froide	0,266	0,630	2,134	0,126	0,311
La Maladaire	2,046	1,314	3,104	0,536	1,949
La Veveyse	0,287	0,537	1,411	0,137	0,320
Le Forestay	0,807	0,935	2,556	0,269	0,824
La Lutrive	1,454	1,850	3,977	0,771	1,506
La Paudèze	1,361	1,512	5,396	0,571	1,381
Le Flon	4,006	2,344	6,860	0,472	3,684
La Chamberonne	1,592	1,187	2,227	0,555	1,546
La Venoge	0,605	0,821	1,799	0,225	0,632
La Morges	0,994	1,801	3,395	0,348	1,093
L'Aubonne	0,249	0,314	0,644	0,098	0,258
La Dullive	0,482	0,504	1,164	0,218	0,490
Moyennes	1,102	1,069	-	-	1,090
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	0,113	0,132	0,259	0,051	0,116
La Bouverette	0,117	0,152	0,287	0,075	0,122
La Morge de St Gingolph	0,039	0,043	0,135	0,015	0,040
La Dranse	0,387	3,090	10,751	1,035	1,159
Moyennes	0,164	0,854	-	-	0,359
Le Rhône, embouchure	0,092	0,131	0,212	0,075	0,098
Ensemble Grand Lac Moyennes	0,838	0,970	-	-	0,873
Petit Lac					
La Promenthouse	0,319	0,325	0,654	0,104	0,320
Le Nant de Riond (Crans)	0,425	-	-	-	0,425
Le Nant de Pry	0,368	-	-	-	0,368
Le Nant du Brassu	0,219	-	-	-	0,219
La Doye	0,901	1,349	5,408	0,285	0,962
La Versoix	0,108	0,169	0,360	0,100	0,116
Le Vengeron	3,259	4,546	7,450	2,000	3,422
L'Hermance	0,389	0,982	1,980	0,230	0,465
Le Nant d'Aisy	3,034	3,667	8,950	0,850	3,135
Moyennes	1,002	1,840	-	-	1,048
Ensemble Lac Léman Moyennes	0,893	1,187	-	-	0,931
Le Rhône, émissaire	0,040	0,048	0,063	0,021	0,041
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	0,050	0,069	0,130	0,032	0,054
L'Arve à la Jonction	0,168	0,175	0,310	0,078	0,169
Le Rhône à Chancy	0,109	0,224	0,640	0,124	0,133

Tableau No 29 ORTHOPHOSPHATES (PHOSPHORE SOLUBLE)

Apports en tonnes par an, exprimés en P

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	1,78	3,50	2,02
L'Eau Froide	3,00	5,64	3,37
La Maladaire	1,13	0,69	1,07
La Veveyse	2,54	10,79	3,69
Le Forestay	2,50	2,57	2,51
La Lutrive	2,14	0,40	1,89
La Paudèze	3,85	1,63	3,54
Le Flon	54,85	33,06	50,70
La Chamberonne	14,01	8,05	13,24
La Venoge	21,05	39,44	23,61
La Morges	6,07	12,01	6,84
L'Aubonne	10,81	7,88	10,40
La Dullive	3,66	3,86	3,73
Totaux	127,39	12,952	126,61
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	7,69	9,85	8,05
La Bouverette	1,42	1,40	1,42
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	90,14	1'085,65	374,37
Totaux	99,25	1'096,90	384,04
Le Rhône, embouchure	238,61	207,97	233,57
Ensemble Grand Lac Totaux	465,25	1'434,39	744,22
Petit Lac			
La Promenthouse	2,45	6,72	3,04
Le Nant de Riond (Crans)	0,23	-	0,23
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	0,60	-	0,60
La Doye	1,29	0,39	1,16
La Versoix	7,43	6,65	7,32
Le Vengeron	6,77	9,84	7,19
L'Hermance	1,20	1,10	1,19
Le Nant d'Aisy	4,17	3,41	4,06
Totaux	24,14	28,11	24,79
Ensemble Lac Léman	489,39	1'462,50	769,01
Rhône, émissaire	106,68	156,93	115,05
SOLDES	382,71	1'305,57	653,96
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	3,99	3,99
L'Arve à la Jonction	185,45	227,94	192,16
Le Rhône à Chancy	569,37	1'335,55	730,67

Tableau No 30 PHOSPHORE ORGANIQUE Exprimé en P

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	9,68	10,69	9,83
L'Eau Froide	5,75	18,62	7,57
La Maladaire	2,17	0,45	1,92
La Veveyse	13,33	56,41	19,42
Le Forestay	5,27	4,88	5,21
La Lutrive	2,00	1,62	1,95
La Paudèze	5,57	2,41	5,12
Le Flon	110,34	47,99	98,20
La Chamberonne	34,92	7,28	31,65
La Venoge	29,93	48,26	32,18
La Morges	6,65	13,60	7,57
L'Aubonne	41,61	11,59	37,37
La Dullive	4,04	1,77	3,24
Totaux	271,26	225,57	261,23
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	15,54	17,42	15,85
La Bouverette	0,77	1,02	0,81
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	87,20	493,19	189,39
Totaux	103,51	511,63	206,05
Le Rhône, embouchure	268,98	343,23	281,19
Ensemble Grand Lac Totaux	643,75	1'080,43	748,47
Petit Lac			
La Promenthouse	5,82	6,35	5,90
Le Nant de Riond (Crans)	0,23	-	0,23
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	0,52	-	0,52
La Doye	1,61	0,23	1,41
La Versoix	4,50	6,64	4,80
Le Vengeron	5,00	0,71	4,42
L'Hermance	2,12	0,15	1,81
Le Nant d'Aisy	2,38	0,76	2,10
Totaux	22,18	14,84	21,19
Ensemble Lac Léman	665,93	1'095,27	769,66
Rhône, émissaire	179,85	78,79	163,01
SOLDES	486,08	1'016,48	606,65
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	0,66	0,66
L'Arve à la Jonction	191,52	74,73	173,08
Le Rhône à Chancy	528,79	296,25	479,83

Tableau No 31 PHOSPHORE TOTAL exprimé en P

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	11,46	14,19	11,85
L'Eau Froide	8,75	24,26	10,94
La Maladaire	3,30	1,14	2,99
La Veveyse	15,87	67,20	23,11
Le Forestay	7,77	7,45	7,72
La Lutrive	4,14	2,02	3,84
La Paudèze	9,42	4,04	8,66
Le Flon	165,19	81,05	148,90
La Chamberonne	48,93	15,33	44,89
La Venoge	50,98	87,70	55,79
La Morges	12,72	25,61	14,41
L'Aubonne	52,42	19,47	47,77
La Dullive	7,70	5,63	6,97
Totaux	398,65	355,09	387,84
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	23,23	27,27	23,90
La Bouverette	2,19	2,42	2,23
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	177,34	1'578,84	563,96
Totaux	202,76	1'608,53	590,09
Le Rhône, embouchure	507,59	551,20	514,76
Ensemble Grand Lac Totaux	1'109,00	2'514,82	1'492,69
Petit Lac			
La Promenthouse	8,27	13,07	8,94
Le Nant de Riond (Crans)	0,46	-	0,46
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	1,12	-	1,12
La Doye	2,90	0,62	2,57
La Versoix	11,93	13,29	12,12
Le Vengeron	11,77	10,55	11,61
L'Hermance	3,32	1,25	3,00
Le Nant d'Aisy	6,55	4,17	6,16
Totaux	46,32	42,95	45,98
Ensemble Lac Léman	1'155,32	2'555,77	1'538,67
Rhône, émissaire	286,53	235,72	278,06
SOLDES	868,79	2'322,05	1'260,61
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	4,65	4,65
L'Arve à la Jonction	376,97	302,67	365,24
Le Rhône à Chancy	1'098,16	1'631,80	1'210,50

Tableau No 32 DETERGENTS

Concentration en mg par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	0,06	0,16	1,49	0	0,07
L'Eau froide	0,09	0,11	0,42	0,02	0,09
La Maladaire	0,20	0,09	0,18	0,03	0,18
La Veveyse	0,06	0,11	0,38	0	0,06
Le Forestay	0,11	0,12	0,18	0,07	0,11
La Lutrive	0,14	0,32	0,83	0,09	0,16
La Paudèze	0,11	0,24	0,61	0,06	0,13
Le Flon	0,43	1,36	2,60	0,34	0,61
La Chamberonne	0,29	0,15	0,28	0,06	0,27
La Venoge	0,05	0,09	0,29	0	0,06
La Morges	0,10	0,55	1,69	0,14	0,16
L'Aubonne	0,04	0,07	0,17	0	0,05
La Dullive	0,04	0,07	0,30	0	0,05
Moyennes	0,13	0,26	-	-	0,15
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	0,02	0,015	0,03	0	0,02
La Bouverette	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02
La Morge de St Gingolph	0,01	0,01	0,01	0	0,01
La Dranse	0,07	1,55	6,28	0,03	0,39
Moyennes	0,03	0,40	-	-	0,11
Le Rhône, embouchure	0,02	0,01	0,03	0	0,02
Ensemble Grand Lac Moyennes	0,10	0,28	-	-	0,14
Petit Lac					
La Promenthouse	0,03	0,05	0,13	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	0,17	0,53	2,77	0,06	0,22
La Versoix	0,03	0	0	0	0,03
Le Vengeron	0,92	0,19	0,44	0	0,82
L'Hermance	0,07	0,01	0,10	0	0,06
Le Nant d'Aisy	0,48	0,27	0,46	0,10	0,45
Moyennes	0,20	0,18	-	-	0,19
Ensemble Lac Léman Moyennes	0,13	0,25	-	-	0,15
Le Rhône, émissaire	0	0	0	0	0
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	0,004	0	0	0	0,002
L'Arve à la Jonction	0,05	0,003	0,3	0	0,04
Le Rhône à Chancy	0,02	0,01	0,14	0	0,02

Tableau No 33 DETERGENTS

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	3,45	8,49	4,16
L'Eau Froide	2,88	3,38	2,95
La Maladaire	0,33	0,10	0,30
La Veveyse	2,09	6,44	2,70
Le Forestay	0,66	1,12	0,72
La Lutrive	0,35	0,25	0,34
La Paudèze	0,77	0,67	0,75
Le Flon	17,73	44,95	23,00
La Chamberonne	7,18	1,69	6,46
La Venoge	4,88	7,74	5,28
La Morges	1,58	6,47	2,22
L'Aubonne	6,86	6,68	6,84
La Dullive	0,88	0,65	0,80
Totaux	49,64	88,63	56,52
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	2,85	2,99	2,88
La Bouverette	0,35	0,18	0,31
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	31,12	790,59	191,01
Totaux	34,32	793,76	194,20
Le Rhône, embouchure	97,11	55,92	87,78
Ensemble Grand Lac Totaux	181,07	938,31	338,50
Petit Lac			
La Promenthouse	1,55	2,55	1,69
Le Nant de Riond (Crans)	0,04	-	0,04
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	0,05	-	0,05
La Doye	0,39	0,20	0,36
La Versoix	3,19	0	2,74
Le Vengeron	2,85	0,43	2,52
L'Hermance	0,36	0,02	0,31
Le Nant d'Aisy	0,79	0,32	0,71
Totaux	9,22	3,52	8,42
Ensemble Lac Léman	190,29	941,83	346,92
Rhône, émissaire	0	0	0
SOLDES	190,29	941,83	346,92
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	0	0
L'Arve à la Jonction	70,61	4,34	58,56
Le Rhône à Chancy	173,17	84,99	153,93

Tableau No 34 CHLORURES

Exprimés en mg Cl par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	9,8	17,8	17,2	8,1	9,9
L'Eau froide	5,1	8,2	19,8	2,7	5,5
La Maladaire	16,4	21,6	41,4	15,8	17,1
La Veveyse	4,2	5,6	10,3	3,3	4,4
Le Forestay	10,9	15,8	18,3	12,6	11,6
La Lutrive	16,4	20,3	35,6	14,3	16,9
La Paudèze	16,3	17,9	32,8	3,7	16,5
Le Flon	46,5	69,9	91,1	49,6	50,9
La Chamberonne	39,3	25,9	33,9	17,9	37,6
La Venoge	14,6	21,6	30,7	6,3	15,5
La Morges	18,5	25,5	38,5	18,9	19,4
L'Aubonne	4,6	5,9	10,8	1,9	4,8
La Dullive	17,8	16,7	32,6	7,7	17,4
Moyennes	17,0	20,4	-	-	17,5
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	8,1	10,5	14,2	6,8	8,6
La Bouverette	3,0	3,7	7,4	1,6	3,1
La Morge de St Gingolph	2,3	2,5	4,4	0,7	2,4
La Dranse	4,0	22,4	31,3	8,8	7,8
Moyennes	4,3	9,8	-	-	5,5
Le Rhône, embouchure	4,6	7,2	10,7	2,0	5,1
Ensemble Grand Lac Moyennes	13,5	17,3	-	-	14,1
Petit Lac					
La Promenthouse	6,2	9,5	18,1	4,9	6,6
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	9,9	10,9	25,0	4,8	10,1
La Versoix	4,9	7,2	10,0	3,5	5,2
Le Vengeron	29,0	59,8	107,0	36,0	32,9
L'Hermance	13,4	29,0	42,8	19,6	15,4
Le Nant d'Aisy	32,2	68,8	124,0	28,0	38,0
Moyennes	15,1	30,9	-	-	16,5
Ensemble Lac Léman Moyennes	14,0	20,7	-	-	14,9
Le Rhône, émissaire	2,7	3,4	4,5	2,8	2,8
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	4,3	7,9	14,0	4,0	5,1
L'Arve à la Jonction	3,6	6,6	11,5	2,8	4,1
Le Rhône à Chancy	4,0	5,0	6,8	4,2	4,2

Tableau No 35 CHLORURES

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	557,2	963,7	613,9
L'Eau Froide	153,5	312,2	175,6
La Maladaire	28,4	21,5	27,5
La Veveyse	145,3	518,2	197,3
Le Forestay	107,4	151,1	113,5
La Lutrive	53,1	23,7	49,0
La Paudèze	139,5	61,8	128,6
Le Flon	1'895,4	2'324,2	1'977,1
La Chamberonne	768,9	348,0	714,4
La Venoge	1'441,7	2'809,1	1'632,5
La Morges	249,0	579,4	291,7
L'Aubonne	603,7	391,6	574,1
La Dullive	289,6	279,4	286,1
Totaux	6'432,7	8'783,9	6'781,3
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	1'471,4	2'103,2	1'579,9
La Bouverette	45,3	61,0	48,0
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	1'974,3	11'432,7	3'951,9
Totaux	3'491,0	13,956,9	5'579,8
Le Rhône, embouchure	25'732,3	30'763,6	26'563,6
Ensemble Grand Lac Totaux	35'656,0	53'144,4	38'924,7
Petit Lac			
La Promenthouse	239,7	430,5	266,3
Le Nant de Riond (Crans)	29,2	-	29,2
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	36,5	-	36,5
La Doye	39,7	8,4	35,1
La Versoix	583,5	561,6	580,5
Le Vengeron	149,2	135,9	147,4
L'Hermance	130,3	42,0	118,2
Le Nant d'Aisy	112,1	79,6	106,8
Totaux	1'320,2	1'258,0	1'320,0
Ensemble Lac Léman	36'976,2	54'402,4	40'244,7
Rhône, émissaire	20'640,8	16'812,4	20'002,7
SOLDES	16'335,4	37'590,0	20'242,0
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	569,2	569,2
L'Arve à la Jonction	7'425,1	11'505,4	8'069,4
Le Rhône à Chancy	40'068,6	36'424,1	38'194,8

Tableau No 36 HYDROCARBURES

Concentration en ppm

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	0,37	0,31	1,30	0	0,34
L'Eau froide	1,15	2,16	10,00	0	1,47
La Maladaire	9,67	0,40	0,90	0,10	5,23
La Veveyse	0,73	0,39	1,10	0	0,58
Le Forestay	1,10	0,70	1,90	0	0,88
La Lutrive	0,98	1,51	8,00	0	1,26
La Paudèze	7,47	0,67	1,60	0	4,07
Le Flon	5,73	3,59	13,20	1,70	4,61
La Chamberonne	18,71	0,93	1,90	0,20	12,98
La Venoge	1,90	0,45	1,00	0	1,24
La Morges	14,00	1,72	4,00	0	7,86
L'Aubonne	0,29	0,23	0,60	0	0,25
La Dullive	0,36	0,54	2,30	0	0,46
Moyennes	4,80	1,05	-	-	3,17
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	0,40	0,31	1,30	0	0,38
La Bouverette	0,38	0,32	1,60	0	0,36
La Morge de St Gingolph	0,19	0,16	0,40	0	0,18
La Dranse	-	-	-	-	-
Moyennes	0,32	0,26	-	-	0,31
Le Rhône, embouchure	0,39	0,26	0,50	0	0,36
Ensemble Grand Lac Moyennes	3,75	0,86	-	-	2,50
Petit Lac					
La Promenthouse	0,73	0,32	0,90	0	0,51
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-	-	-
La Doye	4,91	7,20	74,00	0	6,10
La Versoix	-	-	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-	-	-
L'Hermance	-	-	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-	-	-
Moyennes	2,82	3,76	-	-	3,31
Ensemble Lac Léman Moyennes	3,66	1,17	-	-	2,59
Le Rhône, émissaire	-	-	-	-	-
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	-	-	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-	-	-

Tableau No 37 HYDROCARBURES

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	20,50	24,43	22,38
L'Eau Froide	29,74	67,23	41,52
La Maladaire	20,79	0,49	11,08
La Veveyse	25,23	21,44	23,56
Le Forestay	6,83	6,65	6,73
La Lutrive	1,07	3,07	2,12
La Paudèze	65,45	1,95	33,70
Le Flon	234,14	125,01	177,20
La Chamberonne	1'134,30	10,41	771,76
La Venoge	189,58	58,54	129,52
La Morges	109,62	27,15	68,39
L'Aubonne	12,18	15,80	14,27
La Dullive	4,66	8,14	6,58
Totaux	1'854,09	370,31	1'308,81
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	72,17	59,76	69,07
La Bouverette	5,34	3,84	4,95
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	-	-	-
Totaux	77,51	63,60	74,02
Le Rhône, embouchure	2'343,90	1'083,52	2'041,41
Ensemble Grand Lac Totaux	4'275,50	1'517,43	3'424,24
Petit Lac			
La Promenthouse	12,74	12,39	12,55
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-
La Doye	2,67	2,97	2,82
La Versoix	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-
L'Hermance	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-
Totaux	15,41	15,36	15,37
Ensemble Lac Léman	4'290,91	1'532,79	3'439,61
Rhône, émissaire	-	-	-
SOLDES	-	-	-
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-

Tableau No 38 DURETE TOTALE (TITRE HYDROTIMETRIQUE)

Concentration en mé par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	12,43	12,50	13,00	11,59	12,44
L'Eau froide	4,45	4,91	6,14	3,19	4,51
La Maladaire	6,38	7,01	8,22	6,19	6,47
La Veveyse	4,09	4,33	5,54	3,37	4,12
Le Forestay	5,63	5,45	6,14	4,18	5,60
La Lutrive	5,33	5,43	7,37	4,30	5,35
La Paudèze	4,60	4,74	5,92	4,12	4,62
Le Flon	4,56	4,35	7,30	2,94	4,52
La Chamberonne	5,80	5,86	6,68	4,02	5,80
La Venoge	5,43	5,54	6,93	3,68	5,44
La Morges	6,00	5,80	6,77	4,85	5,97
L'Aubonne	4,24	4,13	5,01	3,04	4,22
La Dullive	5,27	5,28	6,87	2,59	5,27
Moyennes	5,71	5,79	-	-	5,72
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	6,60	6,50	8,19	5,11	6,58
La Bouverette	9,22	10,51	12,48	7,68	9,45
La Morge de St Gingolph	3,22	3,41	3,74	2,94	3,26
La Dranse	-	5,17	6,46	3,51	5,17
Moyennes	6,35	6,40	-	-	6,12
Le Rhône, embouchure	2,64	2,92	3,66	1,76	2,69
Ensemble Grand Lac Moyennes	5,64	5,77	-	-	5,64
Petit Lac					
La Promenthouse	4,78	4,79	5,52	3,59	4,78
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	4,34	4,30	6,72	3,28	4,33
La Versoix	4,23	4,05	4,46	3,36	4,20
Le Vengeron	5,85	5,60	6,12	4,82	5,81
L'Hermance	4,95	5,73	6,61	3,06	5,07
Le Nant d'Aisy	6,11	5,36	7,26	3,89	5,99
Moyennes	4,94	4,97	-	-	4,93
Ensemble Lac Léman Moyennes	5,40	5,57	-	-	5,40
Le Rhône, émissaire	2,68	2,73	2,94	2,44	2,69
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	4,35	4,19	4,69	2,95	4,31
L'Arve à la Jonction	3,81	3,90	5,48	2,37	3,83
Le Rhône à Chancy	2,97	3,07	3,42	2,74	2,99

Tableau No 39 TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET

Concentration en mé par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	4,56	4,53	4,59	4,18	4,53
L'Eau froide	3,44	3,59	4,48	2,69	3,47
La Maladaire	5,80	5,69	6,20	4,85	5,78
La Veveyse	3,61	3,63	4,17	3,25	3,61
Le Forestay	5,05	4,49	5,29	3,62	4,97
La Lutrive	4,70	4,49	4,86	4,00	4,67
La Paudèze	3,96	3,87	4,39	3,00	3,95
Le Flon	4,23	3,72	4,33	2,52	4,14
La Chamberonne	4,85	4,54	5,21	3,12	4,81
La Venoge	4,64	4,39	5,14	3,03	4,60
La Morges	5,00	4,58	5,52	3,25	4,94
L'Aubonne	3,84	3,74	4,60	2,72	3,82
La Dullive	4,46	4,35	5,02	2,24	4,43
Moyennes	4,47	4,26	-	-	4,44
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	3,28	2,77	3,23	2,24	3,19
La Bouverette	2,94	2,75	3,18	2,25	2,90
La Morge de St Gingolph	2,83	2,68	2,82	2,31	2,80
La Dranse	3,77	4,57	5,65	3,21	4,20
Moyennes	3,21	3,19	-	-	3,27
Le Rhône, embouchure	1,60	1,43	1,88	1,11	1,57
Ensemble Grand Lac Moyennes	4,03	3,87	-	-	4,02
Petit Lac					
La Promenthouse	4,35	4,24	4,86	3,20	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	3,91	3,66	4,22	3,02	3,88
La Versoix	3,85	3,58	4,00	3,04	3,80
Le Vengeron	5,29	5,37	6,16	4,08	5,30
L'Hermance	3,97	4,60	5,88	1,90	4,07
Le Nant d'Aisy	4,85	4,37	4,88	3,26	4,78
Moyennes	4,28	4,30	-	-	4,28
Ensemble Lac Léman Moyennes	4,11	3,98	-	-	4,11
Le Rhône, émissaire	1,69	1,69	1,80	1,52	1,69
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	4,00	3,66	4,22	1,80	3,93
L'Arve à la Jonction	2,62	2,47	3,40	1,48	2,59
Le Rhône à Chancy	1,97	1,93	2,32	1,62	1,96

Tableau No 40 DURETE PERMANENTE

Concentration en mé par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	7,87	8,16	8,77	7,21	7,38
L'Eau froide	1,01	1,32	1,92	0,50	1,04
La Maladaire	0,58	1,32	2,02	0,97	0,69
La Veveyse	0,48	0,70	1,58	0,33	0,51
Le Forestay	0,58	0,96	1,76	0,50	0,63
La Lutrive	0,63	0,94	2,67	0,30	0,68
La Paudèze	0,64	0,87	2,03	0,54	0,67
Le Flon	0,33	0,63	3,16	- 0	0,38
La Chamberonne	0,95	1,32	2,11	0,90	0,99
La Venoge	0,79	1,15	2,03	0,65	0,84
La Morges	1,00	1,22	2,32	0,02	1,03
L'Aubonne	0,40	0,39	0,73	0,21	0,40
La Dullive	0,81	0,93	2,02	0,35	0,84
Moyennes	1,24	1,53	-	-	1,24
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	3,32	3,73	5,29	2,36	3,39
La Bouverette	6,28	7,76	9,72	5,01	6,55
La Morge de St Gingolph	0,39	0,73	1,04	0,31	0,46
La Dranse	-	0,60	2,79	- 0	0,97
Moyennes	3,33	3,21	-	-	2,84
Le Rhône, embouchure	1,04	1,49	2,47	0,65	1,12
Ensemble Grand Lac Moyennes	1,59	1,90	-	-	1,59
Petit Lac					
La Promenthouse	0,43	0,55	1,15	0,20	0,45
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	0,43	0,64	2,76	0,02	0,45
La Versoix	0,30	0,47	0,83	0,32	0,40
Le Vengeron	0,56	0,23	1,76	- 0	0,51
L'Hermance	0,98	1,13	2,18	0,50	1,00
Le Nant d'Aisy	1,26	0,99	2,76	- 0	1,21
Moyennes	0,66	0,67	-	-	0,66
Ensemble Lac Léman Moyennes	1,27	1,59	-	-	1,28
Le Rhône, émissaire	0,99	1,04	1,16	0,92	1,00
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	0,35	0,53	1,15	0,38	0,38
L'Arve à la Jonction	1,19	1,43	2,34	0,57	1,24
Le Rhône à Chancy	1,00	1,14	1,26	0,98	1,03

Tableau No 41 CALCIUM

Concentration en mé par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	9,96	10,23	10,66	9,73	10,00
L'Eau froide	3,75	4,17	5,76	2,99	3,81
La Maladaire	5,41	6,18	7,32	5,10	5,51
La Veveyse	3,43	3,69	4,35	2,66	3,46
Le Forestay	4,66	4,81	5,62	3,40	4,68
La Lutrive	4,42	4,69	5,68	3,70	4,46
La Paudèze	3,84	4,11	4,92	3,42	3,86
Le Flon	3,75	3,73	6,18	2,77	3,75
La Chamberonne	4,89	5,18	6,30	3,46	4,92
La Venoge	4,73	4,90	6,05	3,31	4,75
La Morges	5,03	5,15	6,21	4,06	5,04
L'Aubonne	3,60	3,74	4,31	2,74	3,62
La Dullive	4,30	4,80	6,77	2,21	4,47
Moyennes	4,75	5,03	-	-	4,79
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	4,78	3,95	4,74	3,02	4,63
La Bouverette	6,86	7,47	10,42	4,84	6,97
La Morge de St Gingolph	2,52	1,68	2,64	1,02	2,36
La Dranse	4,02	4,07	5,02	2,79	4,05
Moyennes	4,54	4,29	-	-	4,50
Le Rhône, embouchure	2,05	2,21	2,81	0,78	2,08
Ensemble Grand Lac Moyennes	4,57	4,71	-	-	4,58
Petit Lac					
La Promenthouse	3,99	4,21	5,42	3,12	4,02
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	3,69	3,75	4,90	2,94	3,70
La Versoix	3,68	3,53	3,09	2,92	3,65
Le Vengeron	4,02	4,98	5,56	3,88	4,85
L'Hermance	4,08	4,69	5,74	2,42	4,18
Le Nant d'Aisy	5,22	4,74	6,80	3,13	5,15
Moyennes	4,19	4,32	-	-	4,20
Ensemble Lac Léman Moyennes	4,43	4,61	-	-	4,45
Le Rhône, émissaire	2,22	2,27	2,43	2,00	2,22
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	3,84	3,65	4,22	2,48	3,80
L'Arve à la Jonction	3,25	3,34	4,64	2,00	3,27
Le Rhône à Chancy	2,49	2,65	3,01	2,46	2,53

Tableau No 42 CALCIUM

Apport en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	11'332,7	17'057,3	12'131,5
L'Eau Froide	2'383,1	3'948,0	2'601,4
La Maladaire	185,8	138,5	179,2
La Veveyse	2'760,8	8'139,4	3'511,3
Le Forestay	1'026,3	968,2	1'018,2
La Lutrive	314,6	116,2	286,9
La Paudèze	647,2	296,4	598,3
Le Flon	3'053,5	2'515,3	2'951,0
La Chamberonne	1'996,7	1'402,8	1'919,9
La Venoge	10'144,4	12'830,9	10'519,2
La Morges	1'313,2	2'215,5	1'430,0
L'Aubonne	10'999,7	6'650,4	10'392,8
La Dullive	1'179,3	1'414,1	1'259,8
Totaux	47'337,3	57'693,0	48'799,5
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	17'895,9	15'399,0	17'448,7
La Bouverette	2'307,3	2'210,9	2'290,3
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	36'910,1	41'660,5	39'335,9
Totaux	57'113,3	59'270,4	59'074,9
Le Rhône, embouchure	237'488,2	185'828,3	228'235,6
Ensemble Grand Lac Totaux	341'938,8	302'791,7	336'110,0
Petit Lac			
La Promenthouse	3'478,6	4'004,0	3'551,9
Le Nant de Riond (Crans)	110,8	-	110,8
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	451,1	-	451,1
La Doye	296,9	39,9	259,8
La Versoix	8'776,7	5'959,8	8'313,7
Le Vengeron	727,6	268,8	653,2
L'Hermance	956,9	165,6	926,0
Le Nant d'Aisy	510,7	108,2	445,4
Totaux	15'309,3	10'546,3	14'612,7
Ensemble Lac Léman	357'248,1	313'338,0	350'722,7
Rhône, émissaire	352'056,6	225'361,3	314,274,0
SOLDES	25'191,5	87'976,7	36'448,7
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	5'261,5	5'261,5
L'Arve à la Jonction	137'736,0	116'181,9	133'198,3
Le Rhône à Chancy	506'125,1	386'624,1	480'967,0

Tableau No 43 MAGNESIUM

Concentration en mé par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	2,47	2,27	2,82	1,51	2,44
L'Eau froide	0,70	0,74	1,62	0,20	0,70
La Maladaire	0,97	0,83	1,42	0	0,96
La Veveyse	0,66	0,64	1,51	0,02	0,66
Le Forestay	0,97	0,64	1,24	0,05	0,92
La Lutrive	0,91	0,74	1,74	0,02	0,89
La Paudèze	0,76	0,63	1,01	0,16	0,76
Le Flon	0,81	0,62	2,09	0	0,77
La Chamberonne	0,91	0,68	1,35	0	0,88
La Venoge	0,70	0,64	2,03	0,02	0,69
La Morges	0,97	0,65	1,32	0	0,93
L'Aubonne	0,64	0,39	0,87	0	0,60
La Dullive	0,97	0,48	1,00	0	0,80
Moyennes	0,96	0,77	-	-	0,92
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	1,82	2,55	3,53	1,59	1,95
La Bouverette	2,36	3,04	4,42	0,89	2,48
La Morge de St Gingolph	0,70	1,73	2,71	0,68	0,90
La Dranse	0,97	1,14	1,47	0,67	1,12
Moyennes	1,46	2,12	-	-	1,61
Le Rhône, embouchure	0,59	0,71	0,98	0,38	0,61
Ensemble Grand Lac Moyennes	1,05	1,06	-	-	1,06
Petit Lac					
La Promenthouse	0,79	0,58	1,43	0,10	0,76
Le Nant de Riond (Crans)	0,92	-	-	-	0,92
Le Nant de Pry	0,62	-	-	-	0,62
Le Nant du Brassu	0,47	-	-	-	0,47
La Doye	0,65	0,55	2,82	0,07	0,63
La Versoix	0,55	0,52	0,90	0,23	0,55
Le Vengeron	1,03	0,62	1,64	0,12	0,96
L'Hermance	0,87	1,04	1,36	0,60	0,89
Le Nant d'Aisy	0,89	0,62	0,98	0,10	0,84
Moyennes	0,75	0,66	-	-	0,74
Ensemble Lac Léman Moyennes	0,95	0,96	-	-	0,95
Le Rhône, émissaire	0,46	0,46	0,57	0,33	0,47
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	0,51	0,54	0,73	0,39	0,51
L'Arve à la Jonction	0,56	0,56	0,86	0,25	0,56
Le Rhône à Chancy	0,48	0,42	0,53	0,24	0,46

Tableau No 44 MAGNESIUM

Apport en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1964-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	1'688,2	2'243,3	1'765,6
L'Eau Froide	266,2	373,4	281,2
La Maladaire	24,1	11,0	22,3
La Veveyse	258,7	1'350,3	411,0
Le Forestay	122,8	84,4	117,4
La Lutrive	35,8	15,2	33,0
La Paudèze	74,7	29,2	68,4
Le Flon	408,9	258,6	380,3
La Chamberonne	205,6	124,7	195,2
La Venoge	1'074,1	1'093,2	1'076,3
La Morges	148,8	185,2	153,5
L'Aubonne	1'143,6	391,3	1'038,6
La Dullive	172,2	61,5	134,3
Totaux	5'623,7	6'221,3	5,677,6
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	4'051,8	6'139,8	4'425,8
La Bouverette	489,4	544,0	499,0
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	5'100,4	7'074,3	6'130,3
Totaux	9'641,6	13'758,1	11'055,1
Le Rhône, embouchure	40'201,4	36'381,8	39'517,3
Ensemble Grand Lac Totaux	55'466,7	56'361,2	56'250,0
Petit Lac			
La Promenthouse	407,9	345,8	399,3
Le Nant de Riond (Crans)	14,2	-	14,2
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	36,1	-	36,1
La Doye	34,6	5,5	30,4
La Versoix	849,2	512,5	793,8
Le Vengeron	103,2	20,8	89,8
L'Hermance	106,2	17,1	91,5
Le Nant d'Aisy	57,4	8,7	49,5
Totaux	1'608,8	910,4	1'504,6
Ensemble Lac Léman	57'075,5	57'271,6	57'754,6
Rhône, émissaire	42'333,2	27'354,5	39'836,8
SOLDES	14'742,3	29'917,1	17'917,8
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	464,4	464,4
L'Arve à la Jonction	14'654,4	11'652,9	14'022,5
Le Rhône à Chancy	57'514,1	37'721,7	53'347,3

Tableau No 45 POTASSIUM

Concentration en mg K par litre

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
Le Grand Canal	2,63	2,48	3,30	2,10	2,61
L'Eau froide	1,99	2,42	4,80	1,00	2,05
La Maladaire	8,01	6,90	8,80	5,20	7,86
La Veveyse	2,19	2,30	3,90	1,30	2,20
Le Forestay	4,14	4,41	7,00	2,30	4,18
La Lutrive	5,06	5,58	11,50	3,00	5,13
La Paudèze	4,27	4,98	9,30	2,80	4,37
Le Flon	10,48	11,04	13,50	7,00	10,59
La Chamberonne	7,24	6,21	9,12	3,30	7,11
La Venoge	3,60	3,62	6,30	2,00	3,60
La Morges	6,27	6,48	10,80	3,80	6,30
L'Aubonne	1,47	1,45	3,00	0,30	1,47
La Dullive	3,22	2,67	6,50	1,80	3,03
Moyennes	4,66	4,65	-	-	4,65
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	2,02	3,09	7,82	0,98	2,58
La Bouverette	1,46	2,75	7,23	0,39	2,13
La Morge de St Gingolph	0,79	1,64	5,87	0,29	1,23
La Dranse	2,50	5,16	7,42	2,45	3,44
Moyennes	1,69	3,16	7,42	2,45	2,35
Le Rhône, embouchure	1,66	2,81	5,87	1,46	2,26
Ensemble Grand Lac Moyennes	3,83	4,22	-	-	4,01
Petit Lac					
La Promenthouse	1,76	1,60	2,60	0,90	1,74
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-	-	-
La Doye	3,16	2,41	6,90	1,20	3,05
La Versoix	-	-	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-	-	-
L'Hermance	-	-	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-	-	-
Moyennes	2,46	2,01	-	-	2,40
Ensemble Lac Léman Moyennes	3,70	4,00	-	-	3,85
Le Rhône, émissaire	1,46	1,55	1,90	1,40	1,50
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	-	-	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-	-	-

Tableau No 46 POTASSIUM

Apports en tonnes par an

AFFLUENTS	NORMES 1964-1971	Année 1972	NORMES 1962-1972
Grand Lac, rive droite			
Le Grand Canal	149,6	213,7	158,7
L'Eau Froide	61,4	116,7	69,2
La Maladaire	13,7	7,3	12,8
La Veveyse	92,9	291,8	121,0
Le Forestay	42,4	38,8	41,9
La Lutrive	17,2	6,6	15,7
La Paudèze	32,8	15,5	30,3
Le Flon	427,2	369,3	416,0
La Chamberonne	150,7	60,8	139,9
La Venoge	343,0	377,9	347,9
La Morges	81,8	112,2	85,4
L'Aubonne	189,7	205,8	191,9
La Dullive	46,8	39,6	44,3
Totaux	1'649,2	1'856,0	1'675,0
Grand Lac, rive gauche			
Le Canal Stockalper	341,9	604,3	478,8
La Bouverette	19,2	41,7	30,9
La Morge de St Gingolph	-	-	-
La Dranse	1'272,2	2'638,5	1'735,7
Totaux	1'633,3	3'284,5	2'245,4
Le Rhône, embouchure	7'304,7	11'785,9	9'642,7
Ensemble Grand Lac Totaux	10'587,2	16'926,4	13'563,1
Petit Lac			
La Promenthouse	68,7	66,4	68,3
Le Nant de Riond (Crans)	-	-	-
Le Nant de Pry	-	-	-
Le Nant du Brassu	-	-	-
La Doye	13,7	1,2	11,8
La Versoix	-	-	-
Le Vengeron	-	-	-
L'Hermance	-	-	-
Le Nant d'Aisy	-	-	-
Totaux	82,4	67,6	80,1
Ensemble Lac Léman	10'669,6	16'994,0	13'643,2
Rhône, émissaire	8'960,1	7'674,3	8'418,7
SOLDES	1'709,5	9'319,7	5'224,5
Aval Lac Léman			
L'Allondon, embouchure	-	-	-
L'Arve à la Jonction	-	-	-
Le Rhône à Chancy	-	-	-

Tableau No 47 ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

Nombre de germes par ml

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
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	-	-	-	-	-
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	8'888	10'333	15'000	2'500	9'357
La Bouverette	11'662	12'100	20'000	4'200	11'800
La Morge de St Gingolph	1'958	5'706	15'000	520	3'207
La Dranse	-	-	-	-	-
Moyennes	7'503	9'380	-	-	8'121
Le Rhône, embouchure	6'231	21'125	120'000	2'500	11'061
Ensemble Grand Lac Moyennes	7'185	12'316	-	-	8'856
Petit Lac					
La Promenthouse	-	-	-	-	-
Le Nant de Riond (Crans)	170'743	-	-	-	170'743
Le Nant de Pry	158'543	-	-	-	158'143
Le Nant du Brassu	228'900	-	-	-	228'900
La Doye	-	-	-	-	-
La Versoix	103'597	23'842	132'000	2'800	87'096
Le Vengeron	992'923	1'111'333	3'780'000	136'000	1'023'155
L'Hermance	93'965	123'817	424'000	10'000	101'752
Le Nant d'Aisy	694'765	241'667	1'380'000	100	601'021
Moyennes	349'491	375'164	-	-	338'744
Ensemble Lac Léman Moyennes	225'016	193'740	-	-	218'785
Le Rhône, émissaire	2'862	714	2'900	100	2'400
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	32'128	28'608	144'000	2'000	31'400
L'Arve à la Jonction	123'653	86'700	280'000	5'000	115'874
Le Rhône à Chancy	117'044	64'225	152'000	2'700	105'925

Tableau No 48 ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

Nombre de coliformes par ml (sauf Rhône émissaire)

AFFLUENTS	NORMES 1963-1971	ANNEE 1972 Moyennes	Maxima	Minima	NORMES 1963-1972
Grand Lac, rive droite					
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	-	-	-	-	-
Grand Lac, rive gauche					
Le Canal Stockalper	227	248	1'800	20	235
La Bouverette	440	179	610	10	332
La Morge de St Gingolph	77	10	21	0	48
La Dranse	-	-	-	-	-
Moyennes	248	146	-	-	205
Le Rhône, embouchure	168	221	1'500	20	190
Ensemble Grand Lac Moyennes	228	165	-	-	201
Petit Lac					
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	204	1'000	0	205
Le Vengeron	14'150	7'750	10'000	1'000	12'550
L'Hermance	341	1'443	10'000	10	623
Le Nant d'Aisy	3'394	2'100	10'000	0	3'131
Moyennes	3'145	2'874	-	-	2'920
Ensemble Lac Léman Moyennes	2'085	1'519	-	-	1'931
Le Rhône, émissaire *	482	1	3	0	378
Aval Lac Léman					
L'Allondon, embouchure	325	112	1'000	0	281
L'Arve à la Jonction	1'036	610	1'000	10	946
Le Rhône à Chancy	1'536	393	1'000	10	1'295

* Rhône émissaire : Le nombre de coliformes est exprimé par litre

TABLEAU No 49 LA DRANSE EVOLUTION DE LA COMPOSITION MOYENNE DES EAUX ANNEE 1972

Déterminations	Unités	NORMES A FIN 1971				ANNEE 1972				NORMES A FIN 1972			
		Pont Douceur	Embouc. r. dr.	Embouc. rive g.	Embouch moyenne	Pont Douceur	Embouc. r. dr.	Embouc. rive g.	Embouc. moyenne	Pont Douceur	Embouc. r. dr.	Embouc. rive g.	Embouc. Moyenne
Température	°C	9,85	10,80	11,11	10,21	8,93	9,69	13,17	11,43	9,67	10,49	11,69	10,45
pH		8,10	8,08	8,05	8,08	8,12	8,20	7,78	7,98	8,10	8,10	7,98	8,06
Calcium	mé/l	3,83	4,04	4,01	4,02	3,93	3,98	4,15	4,07	3,88	4,01	4,08	4,05
Magnésium	mé/l	0,89	0,87	1,06	0,97	0,87	0,89	1,34	1,14	0,88	0,88	1,23	1,12
Azote ammoniacal	mg N /l	0,022	0,043	1,823	0,457	0,007	0,034	12,830	6,432	0,019	0,040	4,232	1,632
Azote nitreux	mg N /l	0,009	0,007	0,013	0,012	0,009	0,012	0,063	0,037	0,009	0,008	0,026	0,017
Azote nitrique	mg N /l	0,39	0,35	0,35	0,40	0,50	0,50	1,41	0,95	0,42	0,38	0,62	0,51
Azote min. total	mg N /l	0,421	0,400	2,186	0,869	0,516	0,546	14,303	7,419	0,448	0,428	4,878	2,159
Orthophosphates	mg P /l	0,037	0,035	0,633	0,204	0,034	0,047	4,202	2,125	0,036	0,040	2,163	0,753
Phosphore organ.	mg P /l	0,022	0,025	0,170	0,183	0,025	0,037	1,858	0,965	0,023	0,028	0,322	0,406
Phosphore total	mg P /l	0,059	0,060	0,803	0,387	0,059	0,084	6,060	3,090	0,059	0,068	2,485	1,159
Oxygène dissous	mg O_2/l	10,96	10,81	10,35	10,61	11,57	11,11	5,27	8,22	11,08	10,89	9,06	10,15
Taux de saturat.	%	103,3	104,1	98,9	101,0	107,2	103,7	53,1	80,0	104,1	104,0	85,9	96,9
DBO 5 jours	mg O_2/l	3,60	5,00	5,07	4,62	2,21	4,64	> 5,06	4,82	3,34	4,91	> 5,07	4,65
Taux de consomm.	%	33,2	45,7	52,6	44,1	19,6	40,0	> 94,8	56,4	30,6	44,3	>61,3	46,3
DCO (bichromate)	mg O_2/l	-	-	-	-	3,27	7,25	357,85	182,55	(3,27)	(7,25)	(357,85)	(182,55)
Chlorures	mg Cl/l	2,4	2,8	5,6	4,0	2,8	3,4	41,4	22,4	2,5	3,0	15,2	7,8
Détergents (ABS)	mg /l	0,01	0,01	0,12	0,07	0,01	0,02	3,07	1,55	0,01	0,01	0,75	0,39
Germes totaux	par ml	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes	par ml	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potassium	mg K /l	1,61	1,67	2,19	2,50	1,19	1,24	9,09	5,16	1,46	1,53	4,14	3,44

Tableau No 50 LA VERSOIX EVOLUTION DE LA COMPOSITION MOYENNE DES EAUX ANNEE 1972

Déterminations	Unités	NORMES 1968 - 1971				ANNEE 1972				NORMES 1968 - 1972			
		Sauverny	La Bâtie	Richelien	Embouchure	Sauverny	La Bâtie	Richelien	Embouchure	Sauverny	La Bâtie	Richelien	Embouchure
Température	°C	8,25	8,20	8,35	8,99	8,93	-	9,01	9,53	8,39	-	8,49	9,06
pH		8,07	8,22	8,25	8,17	7,91	-	8,14	8,18	8,04	-	8,22	8,17
Calcium	mé /l	3,50	3,62	3,63	3,68	3,43	-	3,49	3,53	3,49	-	3,60	3,65
Magnésium	mé /l	0,44	0,44	0,44	0,55	0,42	-	0,46	0,52	0,43	-	0,45	0,55
Azote ammoniacal	mg N /l	0,103	0,106	0,105	0,089	0,169	-	0,050	0,068	0,116	-	0,093	0,086
Azote nitreux	mg N /l	0,008	0,009	0,011	0,010	0,007	-	0,006	0,005	0,008	-	0,010	0,010
Azote nitrique	mg N /l	0,62	0,74	0,88	1,00	0,89	-	1,11	1,15	0,68	-	0,93	1,02
Azote min. total	mg N /l	0,731	0,855	0,996	1,099	1,066	-	1,166	1,223	0,804	-	1,033	1,116
Orthophosphates	mg P /l	0,042	0,053	0,059	0,068	0,079	-	0,084	0,087	0,050	-	0,064	0,070
Phosphore organ.	mg P /l	0,029	0,038	0,031	0,040	0,048	-	0,053	0,082	0,033	-	0,037	0,046
Phosphore total	mg P /l	0,071	0,091	0,090	0,108	0,127	-	0,137	0,169	0,083	-	0,101	0,116
Oxygène dissous	mg O_2/l	11,19	11,66	11,68	11,67	11,27	-	11,48	12,34	11,21	-	11,64	11,75
Taux de saturat.	%	103,0	106,4	106,9	107,9	104,9	-	106,2	115,2	103,4	-	106,7	108,8
DBO 5 jours	mg O_2/l	2,07	2,46	2,21	2,59	2,97	-	2,87	2,91	2,26	-	2,35	2,63
Taux de consomm.	%	18,7	21,4	18,9	22,6	26,4	-	24,9	23,6	20,3	-	20,2	22,7
DCO (bichromate)	mg O_2/l	6,17	5,87	5,86	7,00	3,58	-	4,83	4,28	5,28	-	5,52	6,09
Chlorures	mg Cl/l	3,8	4,1	4,9	4,9	5,5	-	8,4	7,2	4,1	-	5,7	5,2
Détergents (ABS)	mg /l	0	-	-	0,03	0	-	-	0	0	-	-	0,03
Germes totaux	par ml	140'389	43'371	40'644	103'597	36'775	-	16'742	23'842	118'421	-	35'429	87'096
Coliformes	par ml	238	246	332	205	138	-	32	204	218	-	268	205

TABLEAU No 51 L'ARVE EVOLUTION DE LA COMPOSITION MOYENNE DES EAUX ANNEE 1972

Déterminations	Unités	NORMES 1963 - 1971		ANNEE 1972		NORMES 1963 - 1972	
		Frontière	Embouchure	Frontière	Embouchure	Frontière	Embouchure
Température	°C	7,68	8,49	7,34	8,05	7,63	8,43
pH		8,08	8,08	7,74	7,91	8,03	8,05
Calcium	mé /l	3,24	3,25	3,41	3,34	3,28	3,27
Magnésium	mé /l	0,53	0,56	0,46	0,56	0,51	0,56
Azote ammoniacal	mg N /l	0,181	0,222	0,331	0,283	0,204	0,231
Azote nitreux	mg N /l	0,008	0,018	0,017	0,011	0,009	0,017
Azote nitrique	mg N /l	0,56	0,59	0,79	0,73	0,59	0,61
Azote minéral total	mg N /l	0,749	0,830	1,198	1,024	0,803	0,858
Orthophosphates	mg P /l	0,084	0,092	0,246	0,131	0,108	0,098
Phosphore organique	mg P /l	0,060	0,076	0,061	0,044	0,060	0,071
Phosphore total	mg P /l	0,144	0,168	0,307	0,175	0,168	0,169
Oxygène dissous	mg O_2 /l	11,60	11,49	11,31	11,75	11,55	11,53
Taux de saturation	%	104,4	105,3	99,8	105,8	103,7	105,3
DBO 5 jours	mg O_2 /l	2,79	4,04	5,66	4,93	3,22	4,18
Taux de consommation	%	24,0	35,4	51,9	42,3	28,2	36,4
DCO (bichromate)	mg O_2 /l	6,49	7,00	2,73	2,85	5,31	5,65
Chlorures	mg Cl /l	3,4	3,6	6,9	6,6	3,9	4,1
Détergents (ABS)	mg /l	0,05	0,05	0	0,03	0,04	0,04
Germes totaux	par ml	161'688	123'653	317'583	86'700	195'702	115'874
Coliformes	par ml	1,386	1,036	4,518	610	2'057	946

Tableau No 52 L'ALLONDON EVOLUTION DE LA COMPOSITION MOYENNE DES EAUX ANNEE 1972

Déterminations	Unités	NORMES 1968 - 1971			ANNEE 1972			NORMES 1968 - 1972		
		Fabry	Baillets	Embouch.	Fabry	Baillets	Embouch.	Fabry	Baillets	Embouch.
Température	°C	10,06	10,43	10, 0	8,72	-	8,87	9,78	-	10,08
pH		8,21	8,39	8,30	8,00	-	8,08	8,16	-	8,26
Calcium	mé /l	4,34	3,91	3,84	4,27	-	3,65	4,32	-	3,80
Magnésium	mé /l	0,47	0,50	0,51	0,54	-	0,54	0,49	-	0,51
Azote ammoniacal	mg N /l	0,206	0,093	0,080	0,266	-	0,073	0,218	-	0,078
Azote nitreux	mg N /l	0,014	0,012	0,007	0,018	-	0,010	0,015	-	0,007
Azote nitrique	mg N /l	1,42	1,07	1,12	1,74	-	1,46	1,49	-	1,19
Azote minéral total	mg N /l	1,640	1,175	1,207	2,024	-	1,543	1,723	-	1,275
Orthophosphates	mg P /l	0,082	0,049	0,031	0,112	-	0,059	0,089	-	0,037
Phosphore organique	mg P /l	0,099	0,030	0,019	0,037	-	0,010	0,085	-	0,017
Phosphore total	mg P /l	0,181	0,079	0,050	0,149	-	0,069	0,174	-	0,054
Oxygène dissous	mg O_2 /l	10,91	11,84	11,31	11,19	-	11,91	10,97	-	11,43
Taux de saturation	%	103,0	113,5	108,3	102,5	-	109,0	102,9	-	108,4
DBO 5 jours	mg O_2 /l	3,15	2,33	1,85	4,12	-	3,25	3,35	-	2,14
Taux de consommation	%	29,7	19,6	16,1	37,3	-	27,2	31,3	-	18,4
DCO (bichromate)	mg O_2 /l	5,39	5,52	4,72	3,50	-	2,60	4,76	-	4,01
Chlorures	mg Cl /l	6,7	4,0	4,3	10,6	-	7,9	7,6	-	5,1
Détergents (ABS)	mg /l	0,04	-	0	0	-	0	0,03	-	0
Germes totaux	par ml	88'022	47'941	32'128	68'383	-	28'608	83'888	-	31'400
Coliformes	par ml	1'072	682	325	468	-	112	945	-	281

R A P P O R T

SUR L'ORIGINE DU PHOSPHORE DANS LE RHONE

Campagne 1972

par P.-P. Haenni

Adjoint du chimiste
cantonal

Sion

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du programme quinquennal 1971-1975, la Commission internationale pour la protection du Léman a chargé entre autres, le Laboratoire cantonal du Valais, de l'étude de l'origine du phosphore dans le Rhône. Ces recherches ont débuté en 1971 et ont été poursuivies en 1972.

2. Points de prélèvements et leur situation géographique.

Leur situation est indiquée aur la carte de la page suivante. Le tableau No 1 donne la nomenclature des divers points de prélèvements et leurs coordonnées.

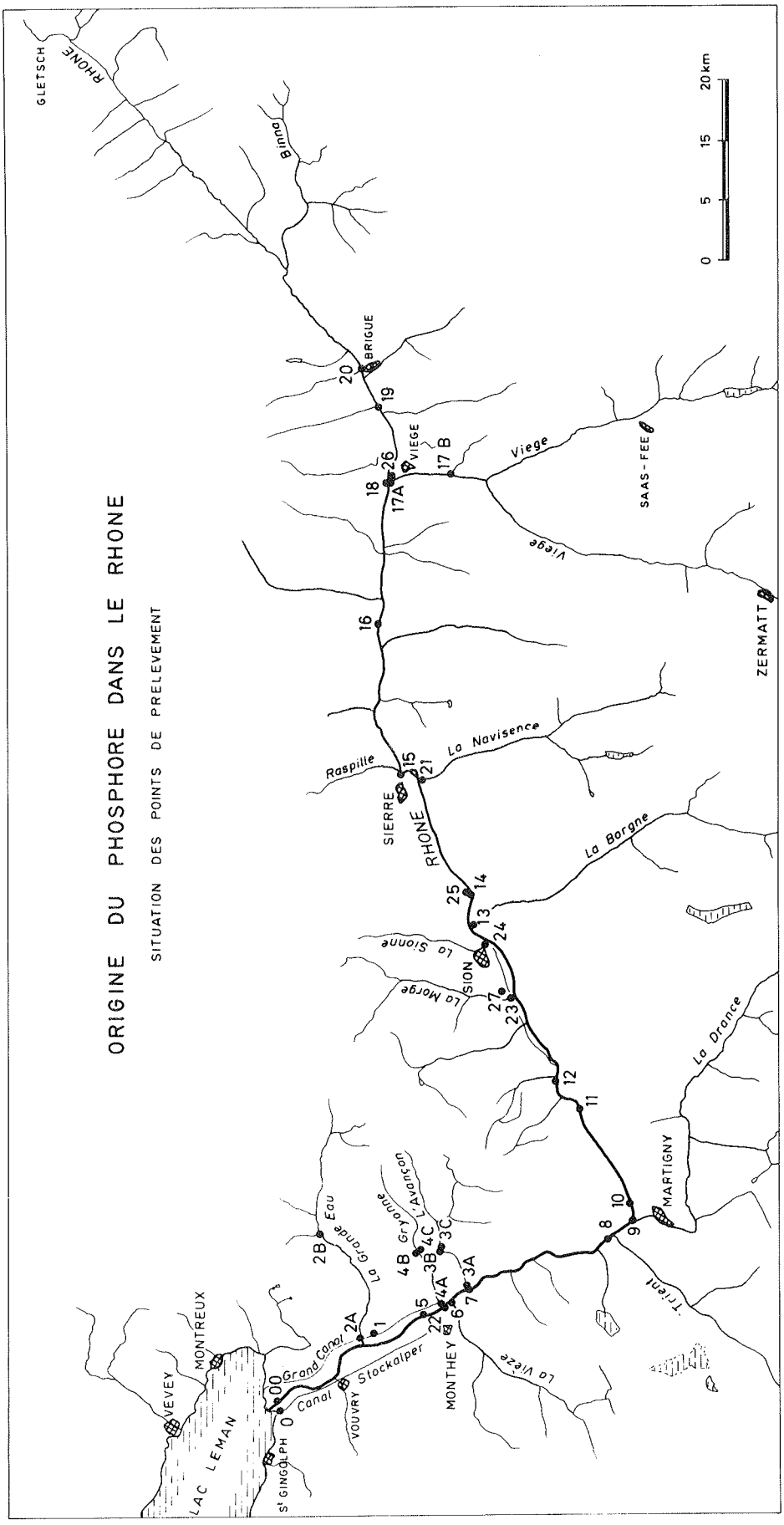
Le Rhône a été contrôlé sur 13 points entre son embouchure dans le Léman au kilomètre 0 et le point 20 à Naters au km 116.

Certains points du Rhône ont été abandonnés à partir de la campagne du 27 septembre 1972 au profit de certains affluents du Rhône, qui méritaient d'être observés de plus près.

D'autre part, 9 affluents du Rhône et 3 affluents du Léman ont été contrôlés. L'auscultation de la Vièze, de la Drance et de la Navizance a été abandonnée à partir de la campagne du 27 septembre 1972 également au profit d'autres affluents.

Ce changement des points de prélèvement a été opéré parce qu'au cours des années 1971 et 1972, il a été possible de cerner certaines concentrations élevées en phosphore des affluents du Rhône. Ce sont précisément ces affluents qui ont été observés de plus près, notamment en prélevant des échantillons non seulement à l'embouchure dans le Rhône, mais également dans leur partie amont. Il s'agit de la Grande Eau (2A et 2B), l'Avançon (3A, 3B, 3C), la Gryonne (4A, 4B, 4C), la Viège (17A, 17B).

En plus de cela, d'autres affluents du Rhône ont été prévus dans le programme des prélèvements : La Morge près de Sion (23), la Sionne (24),


ORIGINE DU PHOSPHORE DANS LE RHONE
SITUATION DES POINTS DE PRELEVEMENT
GLETSCH
RHONE
Binna
BRIGUE
VIEGE
Viege
SAAS-FEE
ZERMATT
SIERRE
Raspille
La Navisence
RHONE
La Borgne
SION
La Sionne
La Morge
MARTIGNY
La Drance
Trient
MONTHEY
La Vièze
VOUVRY
Stockalper
Canal
Grand Canal
VEVEY
MONTREUX
LAC LEMAN
St GINGOLPH
La Grande Eau
Gryonne
L'Avançon
0 5 15 20 km

la Lienne (25), le Grossgrundkanal à Viège (26) et l'effluent de la station d'épuration de Sion (27). Il est probable qu'à l'avenir d'autres affluents viendront agrandir la liste mentionnée.

3. Analyses

- la mesure de la température de l'eau a été abandonnée, car elle ne présente plus aucun intérêt pour la recherche entreprise ;

- les mesures de débit des cours d'eau n'ont plus été effectuées par manque de moyens. Ceci est regrettable, car il n'est plus possible de calculer les apports de phosphore par unité de temps. A cause du manque de précision, nous avons renoncé à effectuer une estimation des différents débits ;

- les dosages suivants ont été effectués en laboratoire :

  pH rapporté à 20°C

  conductivité rapportée à 20°C

  duretés passagère, permanente et totale

  orthophosphates (phosphore soluble)

  phosphore total

  phosphore total après filtration de l'échantillon sur membrane de 0,8 µ.

4. Résultats analytiques

Ils figurent dans les tableaux rassemblés à la fin de ce rapport.

5. Comparaison entre 1971 et 1972

Le tableau de la page suivante indique les variations observées dans les diverses stations.

On constate une légère augmentation de la teneur en phosphore, particulièrement des orthophosphates dans le Rhône, bien qu'à l'embouchure dans le Léman, la concentration en phosphore ait plutôt tendance à diminuer. Ceci est le cas également pour le canal de Stockalper (0), qui à son embouchure dans le Léman, montre une légère diminution de concentration. Il fallait s'attendre à une certaine diminution du fait que les eaux usées de Monthey ne se déversent plus dans le canal de Stockalper, mais sont traitées dans la station d'épuration avant d'être déversées dans le Rhône.

Le Grand Canal (1) n'a pratiquement pas évolué.

Par contre, la teneur en phosphore de la Grande Eau (2A) ainsi que de la Gryonne (4A) à leur embouchure, a sensiblement augmenté.

La concentration en phosphore total de l'Avançon (3A) a plutôt tendance à diminuer en 1972 par rapport à 1971, tandis que les orthophosphates restent pratiquement stables. Ce phénomène est certainement dû à la mise en service de la station d'épuration en 1972, traitant les eaux de l'agglomération de Gryon; en effet, une partie du phosphore est retenue dans les boues cependant que les eaux épurées se déversent toujours dans l'Avançon.

Point	Phosphore soluble mg P /l	Phosphore total mg P /l	Phosphore total après filtration mg P /l
00	- 0,006	- 0,026	- 0,001
0	- 0,017	- 0,023	- 0,004
1	+ 0,010	+ 0,009	- 0,004
2A	+ 0,037	+ 0,098	+ 0,054
3A	- 0,003	- 0,026	- 0,023
4A	+ 0,038	+ 0,039	+ 0,064
5	+ 0,019	+ 0,017	+ 0,013
6	+ 0,014	- 0,020	+ 0,002
7	+ 0,016	0	+ 0,004
8	+ 0,002	+ 0,017	+ 0,004
9	+ 0,023	+ 0,011	+ 0,023
10	- 0,001	- 0,017	+ 0,014
11	+ 0,009	+ 0,002	+ 0,020
12	+ 0,005	- 0,042	+ 0,004
13	+ 0,018	- 0,006	- 0,001
14	+ 0,022	- 0,074	+ 0,017
15	+ 0,033	+ 0,005	+ 0,038
16	+ 0,019	- 0,102	+ 0,023
17A	+ 0,025	+ 0,019	+ 0,022
18	+ 0,020	- 0,024	+ 0,023
19	+ 0,029	+ 0,051	+ 0,029
20	+ 0,006	+ 0,013	+ 0,026
21	+ 0,018	- 0,009	+ 0,007
22	+ 0,344	- 1,047	- 1,180

Dans la Vièze (6), la Borgne (13) et la Navizance (21), on constate une augmentation du phosphore soluble, mais une diminution du phosphore total.

On peut également noter une augmentation du phosphore dans la Drance (9) et dans la Viège (17).

Dans le canal de la Ciba à Monthey (22) - effluent de la station d'épuration- on constate une augmentation considérable du phosphore soluble, mais par contre une diminution très sensible, pratiquement de 50 %, du phosphore total. Il fallait s'attendre à ce phénomène, car depuis la mise en service de la station (début 1972), une grande partie des phosphates est minéralisée, d'où augmentation du phosphore soluble, tandis qu'une autre partie du phosphore organique est retenue dans les boues.

Durant 3 campagnes de prélèvements, nous avons également dosé dans quelques échantillons à teneur élevée en phosphore, les détergents. Les résultats comparatifs se trouvent dans le tableau ci-contre :

Comparaison Phosphore total et détergents

Date	Point	Désignation	Phosphore mg P /l	Détergents mg /l
27.9.1972	2 A	Grande Eau embouchure	0,412	0,048
"	2 B	Grande Eau amont	0,504	0,078
"	4 A	Gryonne embouchure	0,540	0,024
"	4 B	Gryonne amont	0,712	0,050
30.10.1972	2 A	Grande Eau embouchure	0,138	0,014
"	2 B	Grande Eau amont	0,265	0,022
"	3 A	Avançon embouchure	0,083	0,010
"	3 B	Avançon amont droite	0,068	0,008
"	3 C	Avançon amont gauche	0,039	0,014
"	4 A	Gryonne embouchure	0,222	0,022
"	4 B	Gryonne amont droite	0,632	0,036
"	4 C	Gryonne amont gauche	0,174	0,016
"	24	Sionne embouchure	0,852	0,028
"	25	Lienne embouchure	0,324	0,020
30.11.1972	2 A	Grande Eau embouchure	0,089	0,035
"	2 B	Grande Eau amont	0,132	0,012
"	4 A	Gryonne embouchure	0,026	0,008
"	4 B	Gryonne amont droite	0,176	0,020
"	23	Morge embouchure	0,130	0,008
"	24	Sionne	0,178	0,008
"	25	Lienne	0,160	0,012
"	26	Grossgrundkanal	0,317	0,046

On peut effectivement constater que partout où se trouvent des concentrations importantes en phosphore total, la teneur en détergents est également élevée. A plusieurs reprises, on a même pu constater lors des prélèvements, une formation d'écume abondante, notamment dans les cours supérieurs de la Grande Eau, de la Gryonne, ainsi que temporairement de l'Avançon.

6. Conclusions

D'une façon générale, il devient possible, au bout de bientôt deux ans de recherches, de conclure que l'origine du phosphore dans le Rhône est à rechercher, d'une part, dans les eaux usées ménagères (égouts ou effluents de stations d'épuration) et, d'autre part, dans les eaux usées industrielles. (par ex. Viège et Monthey). En outre, on peut constater que là où une station d'épuration est en service, la teneur en phosphore total diminue dans les eaux, une partie du phosphore organique restant lié aux boues, tandis que le phosphore soluble augmente grâce à la minéralisation partielle du phosphore organique durant le processus d'épuration. Il devrait donc être logiquement possible d'éliminer une grande quantité du phosphore par la précipitation des phosphates minéraux durant le troisième stade de l'épuration.

Tableau No 1 SITUATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS

No	Désignation	Distance * de l'embouchure au lac	Coordonnées
00	Rhône, embouchure au Léman	1,5	556 400/137 200
5	Rhône, pont Collombey-Ollon	17,3	563 300/125 100
7	Rhône, pont de Massongex	21,6	565 450/121 400
8	Rhône, pont Vernayaz-Dorénaz	34,2	569 600/110 200
10	Rhône, pont de Branson	38,8	572 700/108 100
11	Rhône, pont de Saillon	48,0	580 750/112 150
12	Rhône, pont Riddes-Leytron	51,4	582 950/114 150
14	Rhône, pont St-Léonard-Bramois	69,5	598 700/121 100
15	Rhône, pont Sierre, route cantonale	81,6	608 900/127 050
16	Rhône, pont Turtmann-Niedergampel	94,6	621 400/128 700
18	Rhône, pont Viège-Baltschieder	106,2	633 250/128 000
19	Rhône, passerelle Gamsergrund	113	639 450/128 650
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
6	Vièze, embouchure dans le Rhône	19,8 + 0	564 550/122 900
9	Dranse, embouchure dans le Rhône	36,7 + 0,3	571 200/108 050
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
17b	Viège, amont	106,1 + 7,8	633 550/120 650
21	Navizance, embouchure dans le Rhône	79,6 + 0	607 950/125 650
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 12 et 13 janvier 1972

Point de prél.	Temp. de l'eau °C	pH à 20°C	Conduc. tivité 20°C $\mu S.cm^{-1}$	Dureté passag. mé/l	Dureté totale mé/l	Phosphore soluble mg P/l	Phosphore total mg P/l	Phosphore total eau filtrée mg P/l
00	4,7	7,6	255	1,26	2,43	0,017	0,091	0,075
0	6,5	7,7	570	2,99	6,60	0,036	0,103	0,080
1	9,2	8,3	1039	4,50	14,20	0,003	0,052	0,048
2	4,8	7,7	476	2,84	5,55	0,119	0,212	0,167
3	4,1	8,2	693	2,95	8,47	0,048	0,064	0,064
4	3,6	7,5	1339	3,65	18,95	0,462	0,522	0,516
5	4,4	8,2	327	1,48	3,15	0,052	0,112	0,098
6	4,4	8,2	600	3,18	7,16	0,048	0,057	0,056
7	4,2	7,6	321	1,57	2,97	0,052	0,092	0,080
8	4,1	7,3	204	0,59	1,81	0,022	0,058	0,037
9	3,7	7,8	259	1,08	2,53	0,037	0,058	0,052
10	4,1	7,3	770	0,92	1,66	0,026	0,047	0,042
11	4,1	7,1	388	0,93	1,70	0,014	0,067	0,026
12	4,0	7,2	1617	0,97	1,86	0,008	0,105	0,017
13	3,0	7,7	822	2,46	10,08	0,026	0,069	0,045
14	3,8	7,5	409	1,60	4,36	0,039	0,130	0,053
15	5,3	7,6	738	2,50	9,20	0,094	0,170	0,132
16	4,7	7,3	310	1,41	3,00	0,023	0,119	0,050
17	3,7	7,0	130	0,55	1,09	0,034	0,119	0,045
18	2,2	7,3	291	1,35	2,92	0,033	0,056	0,048
19	2,6	7,4	291	1,34	2,94	0,031	0,092	0,058
20	2,0	7,5	264	1,24	2,62	0,012	0,048	0,020
21	4,2	7,4	873	2,45	11,44	0,028	0,088	0,045
22	12,8	7,3	1878	2,79	3,74	0,040	1,264	1,124

Tableau No 3 Prélèvements des 28 et 29 février 1972

Point de prél.	Temp. de l'eau °C	pH à 20°C	Conduc. tivité 20°C $\mu S.cm^{-1}$	Dureté passag. mé/l	Dureté totale mé/l	Phosphore soluble mg P/l	Phosphore total mg P/l	Phosphore total eau filtrée mg P/l
00	7,0	7,55	412	1,90	4,14	0,108	0,217	0,162
0	9,0	7,55	720	4,04	9,40	0,037	0,182	0,083
1	10,0	7,80	1033	4,42	14,34	0,024	0,086	0,051
2	5,8	8,20	557	3,16	5,86	0,170	0,325	0,223
3	5,0	8,15	632	3,00	7,76	0,086	0,116	0,114
4	5,4	8,45	1210	3,84	17,60	0,391	0,586	0,432
5	6,6	7,60	425	2,00	4,26	0,135	0,273	0,190
6	6,2	8,20	587	3,22	7,26	0,056	0,124	0,092
7	6,6	7,65	407	2,00	4,28	0,141	0,250	0,185
8	6,0	7,60	347	1,74	3,50	0,094	0,233	0,141
9	5,8	7,90	384	2,28	4,12	0,094	0,198	0,122
10	5,2	7,55	265	1,28	2,54	0,061	0,209	0,097
11	5,0	7,45	216	0,98	2,08	0,037	0,162	0,070
12	5,1	7,60	251	1,24	2,44	0,053	0,165	0,105
13	4,8	8,05	825	2,66	10,56	0,050	0,114	0,097
14	4,8	7,70	209	1,12	2,04	0,081	0,206	0,119
15	6,0	7,95	445	1,70	5,04	0,100	0,206	0,149
16	6,4	7,75	268	1,34	2,26	0,116	0,306	0,179
17	4,6	7,55	108	0,50	0,82	0,067	0,094	0,072
18	3,8	7,65	161	0,90	1,56	0,070	0,160	0,075
19	3,8	7,65	161	0,86	1,50	0,086	0,179	0,100
20	3,6	7,65	148	0,78	1,36	0,045	0,064	0,053
21	6,4	8,00	863	2,70	11,64	0,045	0,053	0,053
22	11,0	7,80	1445	3,78	5,82	0,285	1,014	0,880

Tableau No 4 Prélèvements des 23 et 24 mars 1972

Point de prél.	Temp. de l'eau °C	pH à 20°C	Conduc. tivité 20°C $\mu S.cm^{-1}$	Dureté passag. mé/l	Dureté totale mé/l	Phosphore soluble mg P/l	Phosphore total mg P/l	Phosphore total eau filtrée mg P/l
00	7,8	7,4	297	0,86	2,94	0,050	0,103	0,053
0	10,8	7,8	569	2,58	6,72	0,037	0,117	0,050
1	13,0	7,9	1029	4,16	14,54	0,040	0,092	0,059
2	8,0	8,0	538	2,80	6,20	0,119	0,171	0,152
3	6,1	7,9	514	2,58	6,14	0,050	0,097	0,076
4	8,4	8,0	917	3,18	12,46	0,265	0,299	0,270
5	7,2	7,8	326	1,18	3,08	0,054	0,090	0,058
6	7,0	7,4	458	2,90	5,50	0,045	0,065	0,048
7	6,6	6,7	287	0,38	2,74	0,056	0,074	0,066
8	6,0	7,6	227	1,02	2,14	0,045	0,065	0,053
9	5,7	7,8	284	1,58	3,02	0,053	0,069	0,058
10	5,4	7,6	186	0,84	1,86	0,037	0,042	0,040
11	5,1	7,2	167	0,94	1,72	0,006	0,111	0,048
12	5,2	7,5	178	0,92	1,82	0,025	0,075	0,031
13	4,6	7,8	760	2,54	9,92	0,025	0,047	0,042
14	5,3	7,5	276	1,32	2,70	0,028	0,053	0,042
15	7,5	7,9	634	2,52	7,70	0,065	0,085	0,075
16	8,2	7,7	300	1,50	2,82	0,037	0,091	0,058
17	5,1	7,5	135	0,66	1,28	0,064	0,124	0,103
18	7,5	7,6	260	1,48	2,76	0,064	0,129	0,126
19	5,3	7,6	265	1,36	2,72	0,144	0,195	0,170
20	4,7	7,6	255	1,18	2,64	0,021	0,114	0,080
21	6,7	7,8	832	2,56	11,42	0,019	0,061	0,026
22	-	7,3	1954	3,38	6,52	0,184	2,480	1,624

Tableau No 5 Prélèvements des 24 et 25 mai 1972

Point de prél.	Temp. de l'eau °C	pH à 20°C	Conduc. tivité 20°C $\mu S.cm^{-1}$	Dureté passag. mé/l	Dureté totale mé/l	Phosphore soluble mg P/l	Phosphore total mg P/l	Phosphore total eau filtrée mg P/l
00	13,0	7,6	353	1,66	2,98	0,015	0,069	0,045
0	13,4	7,9	444	2,72	5,98	0,025	0,072	0,042
1	15,2	7,8	1108	3,78	13,72	0,005	0,065	0,015
2	11,2	8,1	528	2,52	5,12	0,017	0,065	0,016
3	8,8	7,9	367	2,32	3,78	0,012	0,062	0,012
4	15,8	8,2	1141	3,16	15,10	0,168	0,212	0,187
5	12,2	7,7	349	1,60	3,10	0,058	0,154	0,124
6	10,0	8,0	353	2,44	3,58	0,018	0,048	0,042
7	11,0	7,7	320	1,76	3,10	0,029	0,052	0,048
8	12,2	7,6	320	1,54	2,90	0,024	0,135	0,048
9	9,4	7,7	253	1,54	2,48	0,009	0,080	0,043
10	12,2	8,0	202	1,50	2,86	0,006	0,055	0,043
11	10,0	7,7	288	1,12	2,62	0,023	0,192	0,034
12	9,6	7,7	257	1,20	2,26	0,018	0,066	0,023
13	12,4	7,9	600	1,92	5,99	0,015	0,198	0,026
14	14,6	8,0	1037	3,00	12,0	0,124	0,157	0,135
15	15,2	8,1	671	2,40	6,79	0,042	0,086	0,051
16	12,2	7,7	235	1,12	1,92	0,020	0,061	0,034
17	10,4	7,5	195	1,04	1,66	0,026	0,081	0,028
18	9,6	7,4	190	0,98	1,62	0,038	0,093	0,041
19	8,8	7,6	179	0,96	1,57	0,041	0,078	0,056
20	7,8	7,6	164	0,88	1,47	0,010	0,067	0,018
21	16,2	7,9	695	2,16	7,64	0,028	0,092	0,064
22	-	7,3	2010	1,90	4,88	0,068	2,438	1,904

Tableau No 6 Prélèvements des 29 et 30 juin 1972

Point de prél.	Temp. de l'eau °C	pH à 20°C	Conduc. tivité 20°C $\mu S.cm^{-1}$	Dureté passag. mé/l	Dureté totale mé/l	Phosphore soluble mg P/l	Phosphore total mg P/l	total eau filtrée mg P/l
00	-	7,6	218	1,66	1,76	0,017	0,102	0,037
0	-	7,9	586	2,72	5,84	0,037	0,123	0,055
1	-	7,8	1220	4,32	14,18	0,029	0,069	0,039
2	-	8,3	500	2,30	5,06	0,026	0,049	0,036
3	-	8,3	345	2,02	3,38	0,012	0,037	0,026
4	-	8,4	1239	3,36	14,72	0,178	0,215	0,189
5	-	8,2	232	1,16	1,92	0,027	0,186	0,047
6	-	8,3	382	2,38	3,82	0,012	0,049	0,047
7	-	7,9	188	1,04	1,62	0,017	0,069	0,028
8	-	7,9	187	1,02	1,60	0,016	0,037	0,028
9	-	8,0	196	1,16	1,72	0,010	0,029	0,017
10	-	8,0	182	0,96	1,54	0,006	0,058	0,010
11	-	7,9	185	0,98	1,58	0,010	0,129	0,124
12	-	8,0	177	0,94	1,52	0,034	0,095	0,078
13	-	7,4	323	1,46	3,14	0,010	0,024	0,020
14	-	7,1	357	1,20	3,36	0,020	0,058	0,025
15	-	7,5	171	0,92	1,52	0,015	0,048	0,023
16	-	7,6	123	0,74	1,04	0,006	0,042	0,015
17	-	7,5	110	0,62	0,98	0,020	0,056	0,025
18	-	7,6	102	0,62	0,90	0,020	0,026	0,022
19	-	7,7	97	0,58	0,84	0,006	0,077	0,015
20	-	7,6	69	0,46	0,66	0,004	0,075	0,020
21	-	7,7	500	1,72	5,64	0,006	0,031	0,017
22	-	7,7	1479	2,78	3,48	1,246	1,594	1,300

Tableau No 7 Prélèvements des 2 et 4 août 1972

Point de prél.	Temp. de l'eau °C	pH à 20°C	Conductivité 20°C $\mu S.cm^{-1}$	Dureté passag. mé/l	Dureté totale mé/l	Phosphore soluble mg P/l	Phosphore total mg P/l	Phosphore total eau filtrée mg P/l
00	-	7,0	183	1,08	1,98	0,015	0,080	0,031
0	-	7,8	661	2,98	6,40	0,076	0,146	0,078
1	-	7,4	1223	4,30	14,36	0,040	0,082	0,078
2	-	7,7	661	2,88	6,22	0,772	1,060	0,976
3	-	7,6	456	2,08	4,60	0,022	0,080	0,048
4	-	7,8	1533	3,26	19,28	0,266	0,281	0,275
5	-	7.4	248	1,08	2,12	0,026	0,097	0,037
6	-	7,6	471	2,74	4,86	0,015	0,052	0,037
7	-	7.2	237	1,14	2,16	0,009	0,195	0,028
8	-	7,3	179	0,94	1,50	0,009	0,192	0,025
9	-	7,3	219	1,24	1,96	0,013	0,040	0,014
10	-	7,2	194	0,90	1,60	0,011	0,195	0,014
11	-	7,3	195	0,98	1,68	0,002	0,057	0,025
12	-	7,4	178	0,86	1,56	0,014	0,034	0,024
13	-	7,6	546	2,04	5,44	0,050	0,085	0,069
14	-	7,5	207	1,08	1,82	0,025	0,047	0,040
15	-	7,4	323	1,44	3,02	0,010	0,047	0,023
16	-	7,4	147	0,78	1,24	0,015	0,053	0,023
17	-	7,3	145	0,78	1,26	0,024	0,053	0,050
18	-	7,1	113	0,66	0,96	0,031	0,214	0,040
19	-	7,2	101	0,58	0,84	0,004	0,049	0,037
20	-	7,2	86	0,52	0,74	0,004	0,069	0,062
21	-	7,4	686	1,78	7,42	0,002	0,032	0,017
22	-	7,1	1559	2,36	4,84	0,628	1,680	1,149

Tableau No 8 Prélèvements du 4 septembre 1972

Point de prél.	Temp. de l'eau °C	pH à 20°C	Conductivité 20°C $\mu S.cm^{-1}$	Dureté passag. mé/l	Dureté totale mé/l	Phosphore soluble mg P/l	Phosphore total mg P/l	Phosphore total eau filtrée mg P/l
00	-	7,7	234	1,18	2,32	0,018	0,124	0,031
0	-	8,0	601	2,80	6,88	0,032	0,152	0,058
1	-	7,8	1113	2,36	14,58	0,015	0,128	0,042
2	-	8,2	528	2,74	6,48	0,042	0,102	0,042
3	-	8,1	432	2,16	4,96	0,012	0,094	0,027
4	-	8,3	1540	3,54	21,24	0,184	0,540	0,223
5	-	7,7	259	1,22	2,58	0,055	0,080	0,092
6	-	8,4	478	2,80	5,62	0,021	0,024	0,034
7	-	7,9	211	1,16	2,12	0,064	0,078	0,069
8	-	7,7	209	1,12	2,08	0,066	0,085	0,080
9	-	8,0	213	1,34	2,20	0,047	0,078	0,069
10	-	7,8	204	1,10	2,04	0,061	0,092	0,078
11	-	7,7	223	1,16	2,26	0,012	0,078	0,075
12	-	7,7	215	1,10	2,18	0,020	0,092	0,051
13	-	8,1	565	2,12	6,52	0,048	0,078	0,067
14	-	7,7	199	1,08	1,98	0,012	0,062	0,053
15	-	8,0	421	1,90	4,74	0,015	0,062	0,052
16	-	7,7	166	0,98	1,64	0,009	0,073	0,061
17	-	7,7	122	0,74	1,24	0,023	0,108	0,024
18	-	7,6	107	0,60	1,06	0,019	0,064	0,061
19	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	7,3	69	0,44	0,68	0,009	0,053	0,017
21	-	8,0	251	1,46	2,70	0,012	0,146	0,023
22	-	7,5	1371	2,66	5,06	0,532	2,220	1,840

Tableau No 9 Prélèvements du 27 septembre 1972

Point de prél.	Temp. de l'eau °C	pH à 20°C	Conduc. tivité 20°C $\mu S.cm^{-1}$	Dureté passag. mé/l	Dureté totale mé/l	Phosphore soluble mg P/l	Phosphore total mg P/l	Phosphore total eau filtrée mg P/l
00	-	7,7	316	1,56	3,26	0,042	0,195	0,118
0	-	7,7	649	2,90	7,56	0,054	0,221	0,143
1	-	7,8	1112	4,40	14,68	0,052	0,178	0,086
2A	-	8,2	744	3,02	9,20	0,038	0,412	0,165
2B	-	8,2	745	2,80	8,82	0,138	0,504	0,484
3A	-	8,2	493	2,36	5,78	0,022	0,162	0,081
3B	-	8,1	1918	3,54	29,42	0,013	0,047	0,042
4A	-	8,4	1586	3,46	21,98	0,212	0,540	0,504
4B	-	8,2	1516	3,50	20,52	0,223	0,712	0,624
11	-	7,6	286	1,34	2,96	0,017	0,121	0,086
13	-	8,0	633	2,24	7,44	0,022	0,093	0,052
14	-	7,6	250	1,30	2,52	0,023	0,092	0,064
17A	-	7,7	173	1,00	1,76	0,022	0,064	0,058
17B	-	7,5	138	0,82	1,38	0,012	0,072	0,054
20	-	7,6	156	0,86	1,58	0,037	0,078	0,067
24	-	8,0	870	4,32	10,92	0,181	0,518	0,378
25	-	8,3	568	3,92	6,58	0,047	0,238	0,098

Tableau No 10 Prélèvements du 30 octobre 1972

Point de prél.	Temp. de l'eau °C	pH à 20°C	Conductivité 20°C µS.cm^{-1}	Dureté passag. mé/l	Dureté totale mé/l	Phosphore soluble mg P/l	Phosphore total mg P/l	Phosphore total eau filtrée mg P/l
00	-	7,7	367	1,84	3,78	0,031	0,112	0,048
0	-	7,9	700	3,50	8,42	0,028	0,062	0,036
1	-	7,9	1074	4,38	14,22	0,017	0,092	0,031
2A	-	8,2	533	2,94	6,28	0,032	0,138	0,048
2B	-	8,2	687	3,74	8,12	0,178	0,265	0,192
3A	-	8,2	469	2,72	5,56	0,068	0,083	0,072
3B	-	8,3	485	3,64	5,86	0,017	0,068	0,037
3C	-	8,1	434	3,02	5,16	0,023	0,039	0,037
4A	-	8,2	1062	3,48	13,72	0,202	0,222	0,218
4B	-	8,2	1332	3,46	18,34	0,138	0,174	0,146
4C	-	8,0	888	3,86	10,74	0,328	0,632	0,418
11	-	7,7	233	1,22	2,38	0,102	0,144	0,108
13	-	8,0	669	2,22	7,98	0,032	0,129	0,045
14	-	7,8	222	1,40	2,30	0,045	0,075	0,069
17A	-	7,6	159	0,86	1,58	0,057	0,072	0,062
17B	-	7,4	92	0,60	0,88	0,028	0,045	0,042
20	-	7,7	197	1,10	2,04	0,026	0,045	0,042
23	-	8,1	374	3,24	4,18	0,086	0,332	0,143
24	-	8,0	828	4,18	10,20	0,664	0,852	0,738
25	-	8,2	547	3,72	6,22	0,148	0,324	0,304

Tableau No 11 Prélèvements du 30 novembre 1972

Point de prél.	Temp. de l'eau °C	pH à 20°C	Conductivité 20°C µS.cm^{-1}	Dureté passag. mé/l	Dureté totale mé/l	Phosphore soluble mg P/l	Phosphore total mg P/l	Phosphore total eau filtrée mg P/l
00	-	7,7	294	1,82	3,26	0,052	0,135	0,094
0	-	8,2	612	3,50	7,50	0,035	0,118	0,094
1	-	8,1	1031	3,90	13,94	0,051	0,080	0,072
2A	-	8,2	618	3,24	6,98	0,042	0,089	0,078
2B	-	8,3	576	3,18	7,00	0,092	0,132	0,118
3A	-	8,3	480	2,72	5,62	0,021	0,062	0,042
3B	-	8,3	496	3,72	6,10	0,052	0,075	0,057
3C	-	8,3	405	3,04	4,78	0,012	0,021	0,018
4A	-	8-1	1091	3,34	15,38	0,014	0,026	0,018
4B	-	8,0	1312	3,12	18,38	0,008	0,042	0,024
4C	-	8,2	1031	3,48	12,90	0,118	0,176	0,151
11	-	7,8	253	1,32	2,62	0,026	0,039	0,035
13	-	7,7	685	2,38	7,98	0,037	0,053	0,049
14	-	7,9	412	2,52	4,28	0,048	0,080	0,073
17	-	7,7	181	0,86	1,56	0,057	0,108	0,102
20	-	7,7	218	1,22	2,28	0,042	0,086	0,072
22	-	7,5	1864	2,30	5,52	0,185	1,840	0,485
23	-	8,2	408	3,50	4,70	0,069	0,130	0,123
24	-	8,1	572	3,72	7,12	0,072	0,178	0,142
25	-	8,2	589	4,08	7,00	0,058	0,160	0,132
26	-	7,5	556	2,28	4,22	0,035	0,317	0,157
27	-	7,9	826	5,06	8,44	0,485	0,832	0,776

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.
00	0,043	0,007	0,144	0,149	0,053	0,254	0,070	0,040	0,132
0	0,055	0,027	0,089	0,150	0,048	0,279	0,076	0,048	0,102
1	0,018	0	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	0,298
5	0,039	0,005	0,061	0,126	0,010	0,212	0,077	0,010	0,141
6	0,017	0,002	0,037	0,081	0,010	0,147	0,047	0,009	0,146
7	0,037	0,015	0,064	0,116	0,030	0,190	0,068	0,014	0,135
8	0,037	0,007	0,089	0,098	0,030	0,162	0,055	0,018	0,110
9	0,013	0,004	0,023	0,068	0,015	0,135	0,031	0,012	0,059
10	0,031	0,001	0,067	0,117	0,010	0,190	0,060	0,006	0,094
11	0,016	0,003	0,026	0,097	0,018	0,279	0,043	0,010	0,094
12	0,020	0,001	0,045	0,132	0,022	0,244	0,043	0,010	0,070
13	0,013	0,003	0,024	0,095	0,010	0,185	0,043	0,006	0,075
14	0,023	0,003	0,054	0,170	0,006	0,284	0,050	0,003	0,023
15	0,016	0,002	0,029	0,095	0,018	0,204	0,034	0,018	0,059
16	0,013	0,001	0,042	0,208	0,015	0,672	0,037	0,015	0,078
17A	0,014	0,001	0,031	0,071	0,018	0,178	0,035	0,011	0,072
18	0,019	0,004	0,092	0,130	0,013	0,437	0,036	0,010	0,098
19	0,023	0	0,116	0,061	0,015	0,189	0,043	0,010	0,135
20	0,005	0	0,019	0,057	0,009	0,225	0,019	0,002	0,048
21	0,002	0	0,004	0,080	0,015	0,151	0,028	0,002	0,062
22	0,052	0	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 mg P/l			Phosphore total mg P/l			Phosphore total après filtration mg P/l		
	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.
00	0,037	0,015	0,108	0,123	0,069	0,217	0,069	0,031	0,162
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
5	0,058	0,026	0,135	0,143	0,090	0,273	0,090	0,037	0,190
6	0,031	0,012	0,056	0,061	0,034	0,124	0,049	0,024	0,092
7	0,053	0,009	0,141	0,116	0,052	0,250	0,072	0,028	0,185
8	0,039	0,009	0,096	0,115	0,037	0,233	0,059	0,025	0,141
9	0,036	0,009	0,094	0,079	0,029	0,198	0,054	0,014	0,122
10	0,030	0,006	0,061	0,100	0,042	0,209	0,046	0,010	0,097
11	0,025	0,002	0,102	0,099	0,039	0,192	0,063	0,025	0,124
12	0,025	0,008	0,053	0,090	0,034	0,165	0,047	0,017	0,105
13	0,031	0,010	0,050	0,089	0,024	0,198	0,042	0,020	0,097
14	0,045	0,012	0,124	0,096	0,047	0,206	0,067	0,025	0,135
15	0,049	0,010	0,100	0,100	0,047	0,206	0,072	0,023	0,149
16	0,032	0,006	0,116	0,106	0,042	0,306	0,060	0,015	0,179
17A	0,039	0,020	0,067	0,088	0,064	0,124	0,057	0,024	0,103
17B	0,020	0,012	0,028	0,058	0,045	0,072	0,048	0,002	0,054
18	0,039	0,019	0,070	0,106	0,026	0,214	0,059	0,022	0,126
19	0,052	0,004	0,144	0,112	0,049	0,195	0,072	0,015	0,170
20	0,021	0,004	0,045	0,070	0,048	0,114	0,045	0,017	0,080
21	0,020	0,002	0,045	0,072	0,031	0,146	0,036	0,017	0,064
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 à fin 1972.

Les valeurs soulignées concernent les eaux du Rhône

INFLUENCE DES REJETS DES STATIONS D'EPURATION SUR LA QUALITE DE L'EAU DES RECEPTEURS

Campagne 1972

P. Revelly
Ingénieur-chimiste
Station de pompage de la
Ville de Lausanne

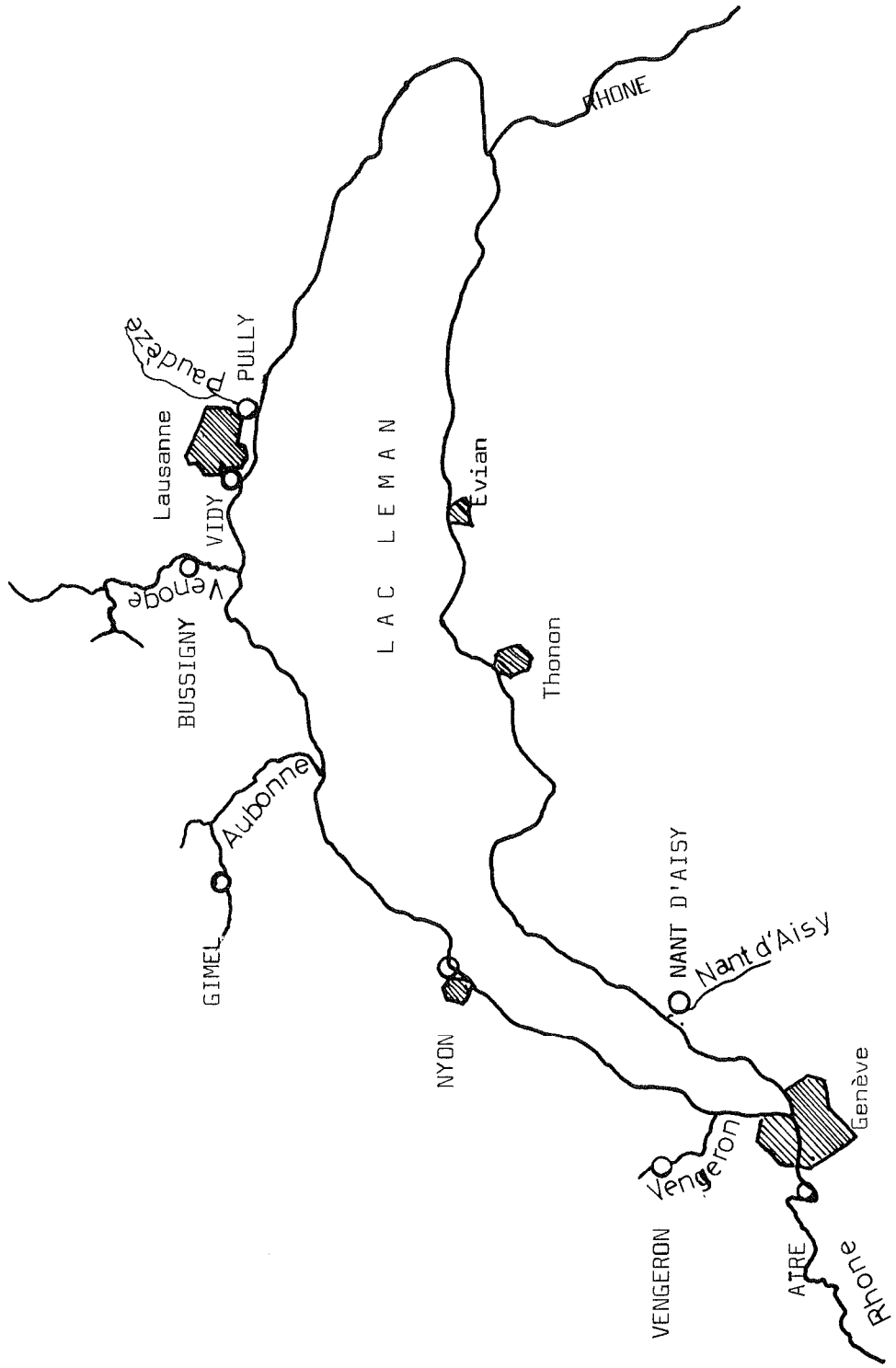
Lutry

1 INTRODUCTION

L'étude de l'influence des stations d'épuration prévue au programme quinquennal de travaux et recherches 1971-1975 s'est poursuivie au cours de l'année 1972. Des huit stations envisagées, dont l'effluent se déverse directement dans le Léman ou appartient au bassin lémanique, seules cinq font l'objet de prélèvements. Par contre trois stations supplémentaires sont étudiées. Ainsi l'eau brute et l'eau épurée provenant des stations d'Aïre, de Bussigny, de Gimel, de Nant d'Aisy, de Nyon, de Pully, du Vengeron et de Vidy est prélevée et analysée en 1972. (voir figure 1 et tableau I)

Il faut d'emblée relever d'une part la fréquence trop basse des prélèvements pour la plupart des stations et d'autre part le fait que les prélèvements ne sont que trop peu souvent poursuivis pendant 24 heures. (voir tableau 2) Il est dès lors difficile, voire illusoire, de porter un jugement sur la marche des stations d'épuration. Il faut d'ores et déjà souhaiter que les organismes responsables des contrôles veuillent bien faire l'effort nécessaire pour assurer ces contrôles. Il ne suffit pas en effet d'investir des dizaines et même des centaines de millions de francs dans la construction de stations d'épuration et penser avoir ainsi résolu le problème de l'épuration des eaux usées polluant le Léman. Il faut encore contrôler la marche de ces stations et s'assurer que l'effluent satisfait aux directives de rejet ; c'est à cette seule condition que l'on peut espérer arriver un jour à un

Fig. 1 EMPLACEMENT DES STATIONS D'EPURATION ETUDIEES



résultat. Il ne suffit pas lors de l'inauguration des stations d'épuration de parler des milliers d'équivalent-habitant raccordés; il faut être certain que la charge polluante représentée par ces équivalent-habitant ne traverse pas sans autre les stations et ne se retrouve dans l'effluent. Cela, seuls des contrôles systématiques et prolongés peuvent le démontrer.

2 MARCHE DES STATIONS D'EPURATION DE NANT D'AISY ET DU VENGERON

AU COURS DES ANNEES 1968 A 1972

Deux stations d'épuration seulement sont contrôlées de façon systématique en 1972 : celles de Nant d'Aisy et du Vengeron. Aussi une comparaison des résultats analytiques obtenus avec ceux des années précédentes n'est-elle possible que pour ces deux stations. Une amélioration éventuelle de la marche de ces stations se traduira par une augmentation du taux d'élimination des matières polluantes. Les valeurs exprimant en % la différence de concentration entre l'eau brute et l'eau traitée par rapport à l'eau brute, pour les composés faisant l'objet d'exigences officielles, sont rassemblées dans le tableau No 4.

On observe à la station de Nant d'Aisy une progression lente, mais continue de l'élimination des matières totales en suspension. La station du Vengeron, par contre, accuse une légère baisse en 1972.

L'élimination des matières responsables de la DBO_5 s'améliore très sensiblement d'une année à l'autre au Nant d'Aisy. Au Vengeron, pas de modification par rapport à 1971. Une orientation semblable se manifeste à l'égard des matières oxydables par le permanganate et des orthophosphates.

Le dosage des matières oxydables par le bichromate, effectué en 1971 sur la station du Vengeron seulement, montre qu'il ne s'est pas produit de changement en 1972. L'azote total subit à la station de Nant d'Aisy des augmentations de concentration au cours de l'épuration, phénomène peu explicable. A la station du Vengeron, pour la première fois en 1972, on constate une nette diminution de concentration.

L'examen des tableaux 4,5,6 et 7 regroupant les valeurs numériques, moyenne et maximum, et les exigences officielles tant helvétiques que françaises pour le rejet d'eaux résiduaires permet d'observer que :

sur la base des exigences helvétiques

- en moyenne l'effluent des deux stations est satisfaisant vis à vis des matières totales en suspension, assez largement même pour le Vengeron; par contre on observe des valeurs de pointe qui peuvent s'écarter très largement du maximum autorisé ; fait inquiétant : la station de Nant d'Aisy semble de moins en moins capable de retenir les matières en suspension; ce phénomène étant vraisemblablement à mettre en relation avec l'augmentation très importante présentée par l'eau brute (1968 : 50 mg/l 1969 : 53 mg/l, 1972 : 158 mg/l).

- si la station du Vengeron permet de satisfaire en moyenne facilement et presque toujours pour le maximum aux exigences relatives à la DBO_5, la station de Nant d'Aisy, elle, se trouve pratiquement toujours au-delà des exigences, aussi bien pour les valeurs moyennes que pour le maximum; il ne semble toutefois pas que l'écart aille en augmentant au fil des ans.
- les deux stations ont de la peine à éliminer suffisamment de matière oxydable par le permanganate, la station de Nant d'Aisy étant beaucoup plus irrégulière que celle du Vengeron; cette dernière paraît avoir trouvé un régime de marche lui permettant presque de satisfaire aux exigences officielles.
- si pour les nitrites les prélèvements effectués avant 1972 (prélèvements instantanés) montrent une certaine irrégularité, les maxima s'écartant largement des exigences, pour 1972 les valeurs observées, spécialement pour la station de Nant d'Aisy, sont dans l'ordre de grandeur exigé.
- pour le phosphore on constate que la situation ne s'est pas améliorée en 1972 à la station du Vengeron, aussi bien pour les concentrations moyennes que pour la valeur maximum ; au Nant d'Aisy, par contre, on doit heureusement observer une sensible diminution des concentrations en phosphore, avec toutefois des valeurs encore supérieures au double des exigences officielles.

sur la base des exigences françaises valables pour les zones de proximité:

- mis à part le maximum observé en 1972 pour la station de Nant d'Aisy, les valeurs pour les matières en suspension satisfont aux exigences.
- à la station d'épuration du Vengeron, la moyenne entre dans le cadre des exigences relatives à la DBO_5 en étant toutefois à la limite supérieure autorisée, pour le maximum, la limite supérieure est dépassée d'environ 50 % ; à la station de Nant d'Aisy par contre, la DBO_5 est en moyenne double de la valeur exigée ; quant au maximum, il peut représenter jusqu'à 5 fois la valeur exigée, l'année 1972 n'apportant aucune amélioration à cette situation.
- pour l'une et l'autre station, l'élimination des matières oxydables par le bichromate ne semble pas présenter de difficultés et les deux effluents satisfont largement aux exigences officielles.
- au cours des années 1968 et 1969, l'azote total est déterminé sur des échantillons instantanés et l'on constate des dépassements de 500 à 800 % de la limite exigée; en 1971 et 1972, les prélèvements sont effectués pendant 24 heures et les dosages montrent que pour les deux stations les dépassements sont toujours très importants, de l'ordre de 1000 %, les valeurs maxima étant encore beaucoup plus élevées; en 1972 toutefois il ne semble pas y avoir d'aggravation par rapport à 1971.

3 EFFICACITE DES STATIONS D'EPURATION

L'appréciation de l'efficacité des installations d'épuration peut se faire en comparant la composition de l'eau traitée à celle de l'eau brute. Les valeurs numériques, exprimées en %, correspondant à la différence des concentrations dans l'eau brute et dans l'eau traitée par rapport à l'eau brute, pour les critères faisant l'objet des limites officielles et pour les huit stations étudiées, sont rassemblées dans les tableaux 8 à 14.
Les remarques déjà faites à plusieurs reprises, relatives au caractère peu représentatif des valeurs numériques obtenues du fait du très petit nombre d'échantillons analyses, mis à part les stations de Nant d'Aisy et du Vengeron doivent être rappelées à nouveau.
On constate que :

- Matières totales en suspension
  Le pourcentage d'élimination est élevé, au moins égal à 75 %, et peut même monter jusqu'à 98 % (Bussigny).

- DBO_5
  Excepté la station de Nyon avec une valeur particulièrement basse de 32 %, l'ensemble des stations présente une élimination de la DBO_5 de plus de 70 %. certaines valeurs atteignant même 91 % (Vidy).

- Oxydabilité au permanganate
  L'élimination des matières oxydables est très variable selon les stations et passe de 49 % pour Aïre à 98 % pour Pully, les autres stations prenant des valeurs intermédiaires.

- Nitrites
  Comme l'eau brute des stations d'épuration étudiées, excepté Gimel et Vidy, ne contient pas de nitrites, on ne peut pas parler d'élimination. On observe au contraire une formation de nitrites dans l'eau traitée, plus ou moins abondante selon les stations. Gimel et Vidy éliminent 50, respectivement 87 % des nitrites contenus dans l'eau brute. L'effluent de la station de Pully ne contient que 0,02 mg/l; celui de Bussigny, le plus riche, 0,91 mg/l. La station de Nyon n'en contient ni dans l'eau brute ni dans l'eau traitée.

- Phosphore
  L'élimination du phosphore, sous forme de phosphore total ou d'orthophosphate, est bonne à la station de Vidy (84, resp. 90 %), moyenne pour les stations de Nant d'Aisy (65 resp. 72 %) et de Nyon (66 resp. 55 %) et franchement mauvaise, voire très mauvaise pour les autres stations. Il est grand temps que le troisième stade d'épuration soit en exploitation dans toutes ces stations.

- Demande chimique en oxygène (DCO au bichromate)
  Si l'élimination des matières oxydables est moyenne à la station d'Aïre (66 %), elle s'améliore sensiblement pour les deux autres stations étudiées, soit Nant d'Aisy et le Vengeron, avec 81 % l'une et l'autre.

- Azote total
  Une élimination d'environ 50 % de la teneur en azote total est généralement considérée comme une valeur tout à fait normale. Si l'on examine les

trois stations pour lesquelles ce dosage est effectué, on constate que la station du Vengeron, avec 30 %, se trouve en-dessous de cette valeur. Le cas de la station du Nant d'Aisy et surtout celui de la station d'Aïre ne laisse pas d'être inquiétant. On constate en effet non pas une diminution de la concentration en azote total, mais au contraire une augmentation entre l'entrée et la sortie. Plusieurs explications peuvent être données de ce phénomène, parmi lesquelles on retiendra la possibilité d'une confusion lors de l'analyse des échantillons ou des différences importantes de débit entre l'entrée et la sortie telles que les bilans feraient effectivement apparaître une diminution de l'azote total que l'analyse ne révèle pas.

4 RESPECT DES EXIGENCES OFFICIELLES

La comparaison des résultats analytiques obtenus sur l'eau traitée provenant des stations d'épuration avec les exigences officielles permet de se faire une idée de la marche des stations d'épuration. Il est bien clair que compte tenu du trop petit nombre d'analyses à disposition on ne peut avoir qu'une image instantanée de la marche des stations et non pas tirer des conclusions valables pour toute l'année. Les tableaux 0 à 14 regroupent les valeurs numériques : à ce sujet, il faut remarquer que

1) les concentrations indiquées, tant pour l'eau brute que pour l'eau traitée, sont les concentrations moyennes observées au cours de 1972 (on ne dispose parfois que d'une seule analyse !);

2) les exigences françaises utilisées pour la comparaison sont celles pour les zones de proximité;

3) la comparaison avec les exigences officielles est évidemment faite à partir des résultats obtenus sur l'eau traitée, 100 % correspondant au respect de la valeur maximum autorisée.

On peut faire les commentaires suivants :

- Matières totales en suspension (Exigence helvétique et française)

  Mis à part Gimel et Nyon, les stations satisfont, même assez facilement. Il est possible que pour les deux stations vaudoises précitées, un prélèvement sur 24 heures aurait permis d'obtenir aussi un résultat convenable.

- DBO_5 (Exigence helvétique et française)
  Des quatre stations pour lesquelles le prélèvement se fait sur 24 h, à savoir Aïre, Nant d'Aisy, Vengeron, Vidy, seules les deux dernières satisfont aux exigences helvétiques tout en étant près du maximum autorisé.
  En regard des exigences françaises, aucune station, mis à part peut-être le Vengeron, ne donne satisfaction.
  Pour les quatre autres stations, Bussigny, Gimel, Nyon, Pully, dont le prélèvement est effectué pendant les heures de charge relativement élevée, on peut comparer les résultats obtenus aux exigences valables pour la

pleine charge : deux stations également, Bussigny et Pully, satisfont aux exigences helvétiques, mais aucune de ces stations ne satisfait aux exigences françaises.

- Oxydabilité au permanganate (Exigence helvétique)
  Des quatre stations prélevées sur 24 h, seule Vidy satisfait aux exigences. Des quatre autres, prélevées pendant 10 h et comparées aux exigences valables pour la pleine charge, Pully satisfait aisément, Bussigny est presque à la limite exigée; Gimel et Nyon, par contre, sont largement au-delà.

- Nitrites (Exigence helvétique)
  La moitié des stations étudiées, Aïre, Nyon, Pully, Vidy est satisfaisante; la station de Nant d'Aisy est à la limite ; les stations de Bussigny, Gimel et du Vengeron s'écartent plus ou moins de la valeur maximum autorisée.

- Phosphore (Exigence helvétique)
  Une seule station, Vidy, satisfait aux exigences actuelles sur le phosphore et se trouve un peu au-delà de la limite maximum basée sur les exigences futures. Les sept autres stations sont largement au-delà.

- Demande chimique en oxygène (DCO) (Exigence française)
  La DCO n'est déterminée que sur les trois stations genevoises Aïre, Nant d'Aisy, Vengeron, lesquelles font également l'objet de prélèvements sur 24 h. Si les deux plus petites satisfont facilement, il n'en est pas de même d'Aïre pour laquelle la DCO est un peu supérieure au maximum autorisé.

- Azote total (Exigence française)
  Les trois stations examinées Aïre, Nant d'Aisy, Vengeron ne sont de loin pas satisfaisantes

5 EXIGENCES OFFICIELLES RELATIVES AUX EAUX RESIDUAIRES

Les gouvernements français et helvétique ont établi des directives fixant les concentrations maxima admissibles pour un certain nombre de substances généralement présentes dans l'effluent des stations d'épuration. Un groupe de travail de la Commission internationale procède à la mise au point de directives uniques qui permettent une meilleure appréciation de l'épuration, tenant compte des exigences des deux pays. En attendant le texte définitif du groupe de travail, nous rappelons les exigences officielles.

Exigences helvétiques (Directives applicables au déversement des eaux résiduaires , du 1er septembre 1966)

Matières totales en suspension
20 mg/l en moyenne sur 24 h.

DBO_5
maximum 30 mg/l en pleine charge, mais sans dépasser 20 mg/l en moyenne sur 24 h.

Consommation de permanganate

maximum 90 mg/l en pleine charge, mais sans dépasser 60 mg/l en moyenne sur 24 h.

Nitrites

1,0 mg NO_2/l, soit 0,3 mg N /l.

Phosphore

2,0 mg PO_4^{---}/l en orthophosphates, soit 0,7 mg P /l.

Exigence future (1974) : 1,0 mg P total par litre.

EXIGENCES FRANCAISES pour les zones dites de proximité

(Assainissement des agglomérations et protection sanitaire des milieux récepteurs, circulaire du 7 septembre 1970).

Matières totales en suspension

30 mg/l pour le moment, maximum admissible.
La teneur sera abaissée à 20 mg/l

DBO_5

Maximum 20 mg/l en pleine charge, mais sans dépasser 15 mg/l en moyenne sur 24 h.

Demande chimique en oxygène (DCO)

maximum 80 mg/l en pleine charge, mais sans dépasser 50 mg/l en moyenne sur 24 h.

Azote total

10 mg N /l.

6 CONCLUSIONS

L'étude des stations d'épuration effectuée en 1972 fait apparaître une négligence certaine dans le prélèvement des échantillons. Il faut s'efforcer de prélever de manière beaucoup plus fréquente et plus régulière. Les périodes durant lesquelles les échantillons sont recueillis doivent être suffisamment longues pour équilibrer les phases de pleine charge et celles de charge réduite; une mesure simultanée du débit permettrait l'estimation quantitative des charges polluantes expédiées au lac. L'étude des huit stations retenues au programme quinquennal est à considérer comme un minimum. Une certaine uniformité dans le programme d'analyses, respectée par les divers laboratoires, faciliterait la comparaison des résultats obtenus. Il est peut-être ridicule, alors que le programme actuel de prélèvements et d'analyses n'est même pas rempli, de proposer des déterminations supplémentaires. Il nous semble néanmoins important de suggérer le dosage de constituants capables de jouer le rôle de facteur limitant de la pollution secondaire comme certains métaux.

Une comparaison de la marche des stations, de 1968 à 1972, n'est possible que pour le Nant d'Aisy et le Vengeron, et encore en l'assortissant de réserve, certains prélèvements n'ayant pas toujours été effectués sur 24 h.

La marche de la station du Vengeron ne subit pas de modification sensible en 1972, celle de Nant d'Aisy, par contre, présente des améliorations certaines touchant les matières en suspension et surtout la DBO_5, la consommation de permanganate et les orthophosphates. En comparant les concentrations mesurées dans l'eau traitée aux valeurs maxima autorisées, on doit malheureusement constater que les exigences ne sont pas respectées à la station de Nant d'Aisy pour la DBO_5, la consommation de permanganate, le phosphore et l'azote total, et à la station du Vengeron pour les nitrites, le phosphore et l'azote total.

L'efficacité des huit stations étudiées en 1972 est très variable et dépend de la station et du critère considéré. Le très petit nombre d'analyses à disposition ne permet pas de porter un jugement valable. Si le pourcentage d'élimination des matières polluantes est parfois élevé, il n'en reste pas moins que les exigences officielles de rejet ne sont que très partiellement respectées. Ainsi :

- toutes les stations sauf Gimel et Nyon donnent des résultats favorables pour les matières en suspension.
- pour la DBO_5 seules Bussigny, Pully, Vidy et le Vengeron respectent les exigences helvétiques, mais aucune station n'est à même de respecter les exigences françaises.
- deux stations sur huit, Pully et Vidy, éliminent suffisamment de matières oxydables au permanganate.
- l'effluent des stations d'Aïre, Nyon, Pully et Vidy présente une concentration satisfaisante en nitrites.
- l'estimation de la demande chimique en oxygène n'a été effectuée que sur trois stations : l'eau traitée de deux d'entre elles, Nant d'Aisy et Vengeron, présente une DCO suffisamment basse.
- le problème posé par l'élimination des éléments fertilisants phosphore et azote reste complet; en effet seule la station de Vidy procède à une élimination suffisante du phosphore et pour aucune des trois stations sur lesquelles le dosage de l'azote total a été fait la norme n'est respectée.

Pour limiter la pollution provoquée par l'effluent des stations d'épuration, il est indispensable d'exercer un contrôle beaucoup plus rigoureux des installations de traitement et, fort des résultats analytiques obtenus, d'imposer le respect des exigences officielles.

Tableau No 1

STATION	PRINCIPE DE TRAITEMENT ET NATURE DU RECEPTEUR	CAPACITE DE TRAITEMENT (équivalents-habitant) nominale	exploitation
AIRE	Epuration mécano-biologique par boues activées Récepteur : Rhône Pas de déphosphatation prévue.	400'000 hab.	290'000 hab.
BUSSIGNY	Epuration mécano-biologique par boues activées Récepteur : Venoge Pas de déphosphatation actuellement	8'000	4'000
GIMEL	Epuration mécano-biologique par lit bactérien Récepteur : Aubonne Pas de déphosphatation actuellement	1'000	1'020
NANT D'AISY	Epuration mécano-biologique par boues activées Récepteur Nant d'Aisy/Léman Déphosphatation en service	6'000	2'800
NYON	Epuration mécano-biologique par boues activées Récepteur : Léman Pas de déphosphatation actuellement	12'000	10'000
PULLY	Epuration mécano-biologique par boues activées Récepteur : Paudèze/Léman Déphosphatation pour fin 1973	30'000	12'000
VENGERON	Oxydation totale par boues activées Récepteur : Vengeron/Léman Déphosphatation en service	5'000	3'000
VIDY	Epuration mécano-biologique par boues activées Récepteur : Léman Déphosphatation en service Nouvelle étape en construction	220'000	220'000

Tableau No 2

Stations d'épuration étudiées

Stations étudiées	Lieux	Date de prélèvement	Durée des prélèvements
1) Aïre *	Entrée/sortie	3.1.4.1.	24 h
2) Bussigny	Entrée/sortie	29.8	10 h
3) Gimel *	Entrée/sortie	8.11.	10 h
4) Nant d'Aisy	Entrée/sortie	31.1-1.2 / 28.2-29.2 / 4.4-5.4 / 29.8-30.8 / 10.10-11.10 / 9.11-10.11 /	24 h
5) Nyon *	Entrée/sortie	27.9	10 h
6) Pully *	Entrée/sortie	10.10	9 h
7) Vengeron	Entrée/sortie	3.1.-4.1. / 31.1.-1.2. / 1.5.-2.5. / 4.7.-5.7. / 6.6.-7.6. / 31.7.-1.8. / 4.9.-5.9. / 30.10-31.10. / 27.11.-28.11. /	24 h
8) Vidy *	Sortie Entrée/sortie	17.7.-18.7. 8.8.-9.8. / 31.10.-1.11. /	24 h

* Stations prévues au programme quinquennal

_ _ _ _ : analyses partielles .

VARIATION DE LA COMPOSITION EAU TRAITEE / EAU BRUTE POUR LES STATIONS DE NANT D'AISY ET DU VENGERON

	Nant d'Aisy			Vengeron			
	1968	1969	1972	1968	1969	1971	1972
Matières totales en suspension	- 70	- 78	- 83	- 89	- 87	- 88	- 83
DBO_5 jours	- 24	- 57	- 73	- 86	- 86	- 90	- 90
Oxydabilité au permanganate	- 31	- 47	- 60	- 67	- 73	- 73	- 72
Azote nitreux	+ 47 *	+ 36 *		+ 692 *	+ 201 *		
Orthophosphates	+ 21 *	- 49 *	- 72	+ 1 *	- 42 *	- 7	- 18
Demande chimique en oxygène			- 81			- 80	- 81
Azote total	0 *	+ 37 *	+ 23	- 3 *	+ 9 *	+ 2	- 30

* analyses sur échantillons instantanés

Tableaux 4 et 5

EFFLUENT DE LA STATION D'EPURATION DE NANT D'AISY

EXIGENCES HELVETIQUES	1968	1969	1972
MATIERES TOTALES EN SUSPENSION			
20 - 30 mg/l en moyenne sur 24 h	15	12	24
Maximum observé au cours de l'année	24	20	99
DBO_{5j}			
20 mg/l en moyenne sur 24 h.	27	17	28
30 mg/l au maximum en pleine charge			
Maximum observé au cours de l'année	108	22	80
OXYDABILITE AU PERMANGANATE			
60 mg/l en moyenne sur 24 h	61	58	87
90 mg/l au maximum en pleine charge			
Maximum observé au cours de l'année	138	79	139
NITRITES			
0,3 mg N/l	0,5*	0,2*	0,3
Maximum observé au cours de l'année	1,3*	0,8*	0,4
PHOSPHATES			
0,7 mg P/l en moyenne sur 24 h (lacs)	3,0*	2,4*	1,5
Maximum observé au cours de l'année	13,0*	6,2*	2,4

EXIGENCES FRANCAISES (zones de proximité)	1968	1969	1972
MATIERES TOTALES EN SUSPENSION			
30 mg/l en moyenne sur 24 h	15	12	24
Maximum observé au cours de l'année	24	20	99
DBO_{5j}			
15 mg/l en moyenne sur 24 h	27	17	28
20 mg/l au maximum en pleine charge			
Maximum observé au cours de l'année	108	22	80
DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE			
50 mg/l en moyenne sur 24 h	-	-	25
80 mg/l au maximum en pleine charge			
Maximum observé au cours de l'année	-	-	29
AZOTE TOTAL			
10 mg N/l en moyenne sur 24 h	50*	84*	107
Maximum observé au cours de l'année	96*	231*	188

* analyses sur prélèvements instantanés

Tableaux No 6 et 7

EFFLUENT DE LA STATION D'EPURATION DU VENGERON

EXIGENCES HELVETIQUES	1968	1969	1971	1972
MATIERES TOTALES EN SUSPENSION				
20 - 30 mg/l en moyenne sur 24 h	12	15	13	15
Maximum observé au cours de l'année	20	33	16	26
DBO_{5j}				
20 mg/l en moyenne sur 24 h	15	18	17	15
30 mg/l au maximum en pleine charge				
Maximum observé au cours de l'année	20	24	31	30
OXYDABILITE AU PERMANGANATE				
60 mg/l en moyenne sur 24 h	70	68	75	75
90 mg/l au maximum en pleine charge				
Maximum observé au cours de l'année	103	84	93	93
NITRITES				
0,3 mg N/l	* 0,5	* 0,3	0,7	0,4
Maximum observé au cours de l'année	* 1,3	* 1,0	1,8	1,0
PHOSPHATES				
0,7 mg P/l en moyenne sur 24 h (lacs)	* 6,1	* 3,9	7,6	7,5
Maximum observé au cours de l'année	* 8,3	* 7,5	10,7	11,2

EXIGENCES FRANCAISES (zones de proximité)	1971	1969	1971	1972
MATIERES TOTALES EN SUSPENSION				
30 mg/l en moyenne sur 24 h	12	15	13	15
Maximum observé au cours de l'année	20	33	16	26
DBO_{5j}				
15 mg/l en moyenne sur 24 h	15	18	17	15
20 mg/l au maximum en pleine charge				
Maximum observé au cours de l'année	20	24	31	30
DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE				
50 mg/l en moyenne sur 24 h	-	-	40	32
80 mg/l au maximum en pleine charge				
Maximum observé au cours de l'année	-	-	74	48
AZOTE TOTAL				
10 mg N/l en moyenne sur 24 h	67*	79*	99	99
Maximum observé au cours de l'année	123*	210*	161	224

* analyses sur prélèvements instantanés

MATIERES TOTALES EN SUSPENSION

Tableau No 8

STATION	Eau brute mg/l	Eau traitée mg/l	Variation composition eau traitée / eau brute %	EXIGENCES HELVETIQUES 20-30 mg/l sur 24 h. % maximum sur 24 h.	EXIGENCES FRANCAISES 30 mg/l % maximum sur 24 h.
AIRE	102	26	- 75	87	87
BUSSIGNY	377	6	- 98	20	20
GIMEL	188	44	- 76	147	147
NANT D'AISY	158	24	- 83	80	80
NYON	333	42	- 88	140	140
PULLY	137	6	- 95	20	20
VENGERON	86	15	- 83	50	50
VIDY	288	17	- 94	57	57

Tableau No 9

DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE EN 5 JOURS

STATION	Eau brute	Eau traitée	Variation composition eau traitée / eau brute	EXIGENCES HELVETIQUES 20 mg/l sur 24 h. 30 mg/l pleine charge		EXIGENCES FRANCAISES 15 mg/l sur 24 h. 20 mg/l pleine charge	
	mg/l	mg/l	%	% maximum sur 24 h.	% maximum pleine charge	% maximum sur 24 h.	% maximum pleine charge
AIRE	139	42	- 70	210	140	280	210
BUSSIGNY	94	27	- 72	135	90	180	135
GIMEL	195	41	- 79	205	137	273	205
NANT D'AISY	104	28	- 73	140	93	187	140
NYON	109	74	- 32	370	247	493	370
PULLY	165	22	- 87	110	73	147	110
VENGERON	147	15	- 90	75	50	100	75
VIDY	207	19	- 91	95	63	127	95

Tableau No 10

OXYDABILITE AU PERMANGANATE

STATION	Eau brute mg/l	Eau traitée mg/l	Variation composition eau traitée/ eau brute %	EXIGENCES HELVETIQUES	
				60 mg/l sur 24 h. % maximum sur 24 h.	90 mg/l pleine charge % maximum pleine charge
AIRE	298	151	- 49	252	168
BUSSIGNY	506	82	- 84	137	91
GIMEL	505	177	- 65	295	197
NANT D'AISY	217	87	- 60	145	97
NYON	395	174	- 56	290	193
PULLY	410	9	- 98	15	10
VENGERON	270	75	- 72	125	83
VIDY	237	51	- 79	85	57

N I T R I T E S

Tableau No 11

STATION	Eau brute mg/l	Eau traitée mg/l	Variation composition eau traitée / eau brute %	EXIGENCES HELVETIQUES 0,3 mg N/l % maximum
AIRE	0	0,10	+	33
BUSSIGNY	0	0,91	+	303
GIMEL	0,91	0,46	- 50	153
NANT D'AISY	0	0,30	+	100
NYON	0	0	0	0
PULLY	0	0,02	+	7
VENGERON	0	0,38	+	127
VIDY	0,14	0,02	- 87	7

P H O S P H O R E

Tableau No 12

STATION	Eau brute mg/l	Eau traitée mg/l	Variation Composition eau traitée/ eau brute %	EXIGENCES HELVETIQUES	
				0,7 mg/l sur 24 h. (orthophosphate) % maximum	1,0 mg/l (phosphore total) % maximum
AIRE	5,0 6,0	4,7 5,6	- 5 - 7	671	560
BUSSIGNY	9,8 14,5	7,8 8,7	- 21 - 40	1114	870
GIMEL	9,2 15,5	8,1 12,3	- 12 - 21	1157	1230
NANT D'AISY	5,4 6,5	1,5 2,3	- 72 - 65	214	230
NYON	10,8 16,9	4,9 5,8	- 55 - 66	700	580
PULLY	10,5 14,0	9,9 11,8	- 6 - 28	1414	1180
VENGERON	9,1 10,1	7,5 8,5	- 18 - 16	1071	850
VIDY	5,0 7,3	0,5 1,2	- 90 - 84	71	120

Tableau No 13

DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO)

STATION	Eau brute mg/l	Eau traitée mg/l	Variation Composition eau traitée / eau brute %	EXIGENCES FRANCAISES	
				50 mg/l sur 24 h % maximum sur 24 h.	80 mg/l pleine charge % maximum pleine charge
AIRE	189	65	- 66	130	81
BUSSIGNY	-	-	-	-	-
GIMEL	-	-	-	-	-
NANT D'AISY	130	25	- 81	50	31
NYON	-	-	-	-	-
PULLY	-	-	-	-	-
VENGERON	165	32	- 81	64	40
VIDY	-	-	-	-	-

A Z O T E T O T A L

Tableau No 14

STATION	Eau brute mg/l	Eau traitée mg/l	Variation composition eau traitée / eau brute %	EXIGENCES FRANCAISES 10 mg N/l total % maximum
AIRE	28,3	60,9	+ 116	609
BUSSIGNY	-	-	-	-
GIMEL	-	-	-	-
NANT D'AISY	87,3	107,1	+ 23	1071
NYON	-	-	-	-
PULLY	-	-	-	-
VENGERON	140,7	98,7	- 30	987
VIDY	-	-	-	-

Tableau No 15

STATION D'EPURATION D'AIRE			Composition moyenne des eaux		
ANNEE 1972			Prélèvement du 4 janvier		
ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (24 heures)					
ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute
	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%
Matières totales en suspension mg /l	102	-	26	-	- 74,5
Matières organiques en suspension mg /l	75	-	21	-	- 72,0
Turbidité U.I.	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	-	-
Azote ammoniacal mg N /l	17,520	-	20,900	-	+ 19,3
Azote nitreux mg N /l	0	-	0,100	-	+
Azote nitrique mg N /l	0,26	-	0,33	-	+ 26,9
Azote minéral tot. mg N /l	17,780	-	21,330	-	+ 20,0
Azote organique mg N /l	10,480	-	39,600	-	+ 277,9
Azote total mg N /l	28,260	-	60,930	-	+ 115,6
Chlorures mg Cl /l	31,0	-	31,0	-	0
Orthophosphates mg P /l	4,950	-	4,700	-	- 5,1
Phosphore organique mg P/l	1,050	-	0,900	-	- 14,3
Phosphore total mg P /l	6,000	-	5,600	-	- 6,7
D.B.O. 5 jours mg O_2 /l	139	-	42	-	- 69,8
Détergents mg ABS /l	3,20	-	2,36	-	- 26,3
D.C.O. ($K_2Cr_2O_7$) mg O_2 /l	188,7	-	64,9	-	- 65,6
Oxydabilité mg $KMnO_4$ /l	298	-	151	-	- 49,3
Test de putrescibilité Bleu de méthylène			test positif		

Tableau No 16

STATION D'EPURATION DE BUSSIGNY			Composition moyenne des eaux		
ANNEE 1972			Prélèvement du 29 août		
ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (10 heures)					
ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute
Prélèvement de 0730-1730 h	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%
Matières totales en suspension mg /l	377,0	-	6,0	-	- 98,4
Matières totales décantables en 2 h ml /l	12,0	-	0	-	- 100,0
Turbidité U.I.	-	-	-	-	-
pH	7,3	-	7,7	-	-
Azote ammoniacal mg N /l	15,556	-	7,778	-	- 50,0
Azote nitreux mg N /l	0	-	0,914	-	+
Azote nitrique mg N /l	0,19	-	13,36	-	+ 7131,6
Azote minéral tot. mg N /l	15,746	-	22,052	-	+ 40,0
Azote organique mg N /l	-	-	-	-	-
Azote total mg N /l	-	-	-	-	-
Chlorures mg Cl /l	93,1	-	77,7	-	- 16,5
Orthophosphates mg P /l	9,75	-	7,75	-	- 20,5
Phosphore organique mg P/l	4,70	-	0,97	-	- 79,4
Phosphore total mg P /l	14,45	-	8,72	-	- 39,7
D.B.O. 5 jours mg O_2 /l	94,0	-	26,52	-	- 71,8
Détergents mg ABS /l	3,45	-	0,30	-	- 91,3
D.C.O. ($K_2Cr_2O_7$) mg O_2 /l	-	-	-	-	-
Oxydabilité mg $KMnO_4$ /l	506	-	82,2	-	- 83,8
Test de putrescibilité Bleu de méthylène			Négatif		

Tableau No 17

STATION D'EPURATION DE GIMEL	Composition moyenne des eaux
ANNEE 1972	Prélèvement du 8 novembre

ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (10 heures)

ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute
Prélèvement de 0730-1730 h	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%
Matières totales en suspension mg /l	187,5	-	44,3	-	- 76,4
Matières totales décantables en 2 h ml /l	3,0	-	0,2	-	- 93,3
Turbidité U.I.	158	-	50	-	- 68,4
pH	7,6	-	7,7	-	-
Azote ammoniacal mg N /l	14,000	-	15,555	-	+ 11,1
Azote nitreux mg N /l	0,914	-	0,457	-	- 50,0
Azote nitrique mg N /l	0,27	-	0,47	-	+ 42,6
Azote minéral tot. mg N /l	15,184	-	16,482	-	+ 8,5
Azote organique mg N /l	-	-	-	-	-
Azote total mg N /l	-	-	-	-	-
Chlorures mg Cl /l	38,4	-	58,2	-	+ 51,6
Orthophosphates mg P /l	9,238	-	8,136	-	- 11,9
Phosphore organique mg P/l	6,280	-	4,174	-	- 33,5
Phosphore total mg P /l	15,518	-	12,310	-	- 20,7
D.B.O. 5 jours mg O_2 /l	194,90	-	40,72	-	- 79,1
Détergents mg ABS /l	2,89	-	0,45	-	- 84,4
D.C.O. ($K_2Cr_2O_7$) mg O_2 /l	-	-	-	-	-
Oxydabilité mg $KMnO_4$ /l	505	-	177	-	- 65,0
Test de putrescibilité Bleu de méthylène			positif		

Tableau No 18

STATION D'EPURATION DU NANT D'AISY — Composition moyenne des eaux

ANNEE 1972 — Maxima annuels

ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (24 heures)

ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute
	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%
Matières totales en suspension mg /l	157,8	342	24,4	99	- 82,6
Matières organiques en suspension mg /l	75,3	103	12,7	51	- 83,1
Turbidité U.I.	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	-	-
Azote ammoniacal mg N /l	12,610	16,930	13,500	18,000	+ 7,1
Azote nitreux mg N /l	0	0	0,300	0,400	+
Azote nitrique mg N /l	0,25	0,30	3,80	4,75	+ 1420,0
Azote minéral tot. mg N /l	12,860	17,230	17,600	21,710	+ 36,9
Azote organique mg N /l	74,390	146,600	89,500	171,000	+ 20,3
Azote total mg N /l	87,250	157,180	107,100	188,150	+ 22,8
Chlorures mg Cl /l	36,3	52,0	31,3	47,0	- 40,6
Orthophosphates mg P /l	5,367	8,400	1,517	2,350	- 71,7
Phosphore organique mg P/l	1,166	2,350	0,783	1,000	- 32,8
Phosphore total mg P /l	6,533	8,750	2,300	3,350	- 64,8
D.B.O. 5 jours mg O_2 /l	103,5	125	28,0	80	- 72,9
Détergents mg ABS /l	1,20	2,75	0,33	0,40	- 72,5
D.C.O. ($K_2Cr_2O_7$) mg O_2 /l	129,77	138,10	25,06	29,40	- 80,7
Oxydabilité mg $KMnO_4$ /l	217,0	260	87,3	139	- 59,8
Test de putrescibilité Bleu de méthylène			2 tests positifs sur 6 prélèvts.		

Tableau No 19

STATION D'EPURATION DE NYON			Composition moyenne des eaux		
ANNEE 1972			Prélèvement du 27 septembre		
ANALYSES SUR ECHANTILLON MOYEN (10 heures)					
ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation Composit. effluent comparé à eau brute
Prélèvement de 0730-1730 h	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%
Matières totales en suspension mg /l	333	-	41,7	-	- 87,5
Matières totales décantables en 2 h ml /l	11,5	-	0,4	-	- 96,5
Turbidité U.I.	140	-	5,4	-	- 96,1
pH	7,9	-	7,7	-	-
Azote ammoniacal mg N /l	19,450	-	11,670	-	- 40,0
Azote nitreux mg N /l	0	-	0	-	0
Azote nitrique mg N /l	0,18	-	0,19	-	+ 5,6
Azote minéral total mg N /l	19,630	-	11,860	-	- 39,6
Azote organique mg N /l	-	-	-	-	-
Azote total mg N /l	-	-	-	-	-
Chlorures mg Cl /l	96,5	-	75,5	-	- 20,7
Orthophosphates mg P /l	10,810	-	4,873	-	- 54,9
Phosphore organique mg P /l	6,114	-	0,947	-	- 84,5
Phosphore total mg P /l	16,924	-	5,820	-	- 65,6
D.B.O. 5 jours mg O_2 /l	109	-	74,2	-	- 31,9
Détergents mg ABS /l	2,84	-	2,33	-	- 18,0
D.C.O. ($K_2Cr_2O_7$) mg O_2 /l	-	-	-	-	-
Oxydabilité mg $KMnO_4$ /l	395	-	174	-	- 55,9
Test de putrescibilité Bleu de méthylène			positif		

Tableau No 20

STATION D'EPURATION DE PULLY			Composition moyenne des eaux		
ANNEE 1972			Prélèvement du 10 octobre		
ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (9 heures)					
ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute
Prélèvement de 0800-1700 h	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%
Matières totales en suspension mg /l	137	-	6,3	-	- 95,4
Matières totales décantables en 2 h ml /l	7,0	-	0	-	- 100,0
Turbidité U.I.	170	-	16	-	- 90,6
pH	7,7	-	7,5	-	-
Azote ammoniacal mg N /l	15,556	-	9,723	-	- 37,5
Azote nitreux mg N /l	0	-	0,023	-	+
Azote nitrique mg N /l	0,19	-	2,40	-	+ 1163,2
Azote minéral tot. mg N /l	15,746	-	12,146	-	- 22,9
Azote organique mg N /l	-	-	-	-	-
Azote total mg N /l	-	-	-	-	-
Chlorures mg Cl /l	36,0	-	35,0	-	- 2,8
Orthophosphates mg P /l	10,528	-	9,897	-	- 6,0
Phosphore organique mg P/l	3,509	-	1,883	-	- 46,3
Phosphore total mg P /l	14,037	-	11,780	-	- 27,7
D.B.O. 5 jours mg O_2 /l	165	-	22,2	-	- 86,5
Détergents mg ABS /l	3,83	-	0,65	-	- 83,0
D.C.O. ($K_2Cr_2O_7$) mg O_2 /l	-	-	-	-	-
Oxydabilité mg $KMnO_4$ /l	410	-	9,2	-	- 97,8
Test de putrescibilité Bleu de méthylène			négatif		

Tableau No 21

STATION D'EPURATION DU VENGERON II			Composition moyenne des eaux		
ANNEE 1972			maxima annuels		
ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (24 heures)					
ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute
	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%
Matières totales en suspension mg /l	86,1	106	15,1	26	- 82,5
Matières organiques en suspension mg /l	65,2	83	9,5	14	- 85,4
Turbidité U.I.	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	-	-
Azote ammoniacal mg N /l	24,263	30,000	7,860	20,320	- 67,6
Azote nitreux mg N /l	0	0	0,376	1,000	+
Azote nitrique mg N /l	0,98	1,50	13,68	19,75	+ 1295,9
Azote minéral tot. mg N /l	25,243	31,250	21,916	30,880	- 13,2
Azote organique mg N /l	115,417	252,650	76,828	205,050	- 33,9
Azote total mg N /l	140,660	277,800	98,744	223,700	- 29,8
Chlorures mg Cl /l	70,4	110,0	62,3	83,0	- 11,5
Orthophosphates mg P /l	9,131	12,250	7,519	11,150	- 17,7
Phosphore organique mg P/l	0,950	1,600	0,987	1,700	+ 3,9
Phosphore total mg P /l	10,081	13,000	8,506	12,350	- 15,6
D.B.O. 5 jours mg O_2 /l	146,6	175	15,2	30	- 89,6
Détergents mg ABS /l	5,26	6,35	0,29	0,50	- 94,5
D.C.O. ($K_2Cr_2O_7$) mg O_2 /l	165,1	232,0	32,1	47,8	- 80,6
Oxydabilité mg $KMnO_4$ /l	270,4	330	75,4	93	- 72,1
Test de putrescibilité Bleu de méthylène			0 test positif sur 9 prélèvts.		

Tableau No 22

STATION D'EPURATION DE VIDY	Composition moyenne des eaux				
ANNEE 1972	maxima annuels				
ANALYSES SUR ECHANTILLONS MOYENS (24 heures)					
ANALYSES	EAU BRUTE		EAU TRAITEE		Variation composit. effluent comparé à eau brute
	Moyenne	Maxima	Moyenne	Maxima	%
Matières totales en suspension mg /l	287,5	392	17,30	21,40	- 94,0
Matières totales décantables en 2 h ml /l	2,6	3,2	0,03	0,1	- 98,8
Turbidité U.I.	-	-	30	-	-
pH	7,60	7,60	7,93	8,10	-
Azote ammoniacal mg N /l	9,724	11,670	9,796	11,670	+ 0,7
Azote nitreux mg N /l	0,137	0,274	0,021	0,023	- 84,7
Azote nitrique mg N /l	0,17	0,21	0,09	0,12	- 47,1
Azote minéral tot. mg N /l	10,031	12,154	9,907	11,813	- 1,2
Azote organique mg N /l	-	-	-	-	-
Azote total mg N /l	-	-	-	-	-
Chlorures mg Cl /l	44,7	51,2	71,4	76,1	+ 59,7
Orthophosphates mg P /l	5,019	5,470	0,496	0,763	- 90,1
Phosphore organique mg P/l	2,303	2,906	0,680	1,037	- 70,5
Phosphore total mg P /l	7,322	8,376	1,176	1,800	- 83,9
D.B.O. 5 jours mg O_2 /l	207,0	207,0	19,47	32,70	- 90,6
Détergents mg ABS /l	1,75	1,79	0,96	1,62	- 45,1
D.C.O. ($K_2Cr_2O_7$) mg O_2 /l	-	-	-	-	-
Oxydabilité mg $KMnO_4$ /l	237,0	442	50,6	66,5	- 78,6
Test de putrescibilité Bleu de méthylène			1 test positif sur 3 prélèvts.		

RAPPORT SUR L'ETUDE

DES APPORTS ATMOSPHERIQUES AU LAC LEMAN

Campagne 1972

par B. Chassaing

Centre de Recherches Géodynamiques

Dans le cadre du programme quinquennal 1971-1975, le Centre de Recherches Géodynamiques a été chargé de l'étude des apports au lac Léman par les précipitations.

En 1972, le Laboratoire de Toxicologie industrielle et d'analyse de l'air de l'Institut d'Hygiène de Genève a participé à cette étude.

Les précipitations sont recueillies tous les mois dans des pluviomètres en polyéthylène aux emplacements suivants:

Canton de Genève:

La Praille:		sur le toit terrasse d'un immeuble tour
Hermance	:	dans une propriété au voisinage du lac
Peney	:	au milieu d'une pelouse
Chouilly	:	sur un château d'eau dans une région de vignoble
Salève	:	sur le versant dominant Genève à une altitude de 1000 m

Thonon:

Au milieu d'une pelouse à la station météorologique du Centre de Recherches Géodynamiques.

Les hauteurs annuelles de précipitations mesurées en 1972 sont de 772 mm pour le canton de Genève et de 724,5 mm à Thonon (C.R.G.).

Les analyses ont été effectuées après filtration à 0,45 micron.

Les résultats obtenus figurent dans le tableau 1 (Thonon) et le tableau 2 (canton de Genève, moyenne des 5 stations).

A partir de ces résultats, nous avons calculé les apports totaux au lac Léman, en extrapolant les moyennes des teneurs mesurées par les deux laboratoires à l'ensemble du lac (582 km^2). Les valeurs ainsi estimées figurent dans le tableau 3.

Les résultats obtenus permettent de faire les constatations suivantes:

La quantité de sulfates apportée au lac pour les précipitations est la plus importante (5'000 t/an) ce qui est normal, compte tenu de la consommation élevée des hydrocarbures lourds contenant du soufre.

Les quantités d'azote minéral total (de l'ordre de 1'800 t/an) et de phosphore (de l'ordre de 9 t/an) montrent la participation importante des apports atmosphériques à l'eutrophisation du Léman.

En effet, l'apport en azote par l'ensemble des affluents du Léman (1964-1971) est de 5'148 t/an soit environ 3 fois plus seulement que les précipitations.

En considérant que la production humaine est de 4,5 kg d'azote par an et de o,5 kg de phosphore par an, leurs apports correspondraient à une population fictive de 400'000 personnes pour l'azote et de 20'000 personnes pour le phosphore.

CONCLUSIONS

Les apports directs par l'atmosphère sont donc un élément important du bilan (apport total 13'000 tonnes). Nous avons limité cet apport aux 582 km^2 du Léman, il faudrait tenir compte des versants où l'eau de pluie ruisselle directement dans le lac. Une étude de ce problème serait à entreprendre.

Pour l'année 1973, nous avons réalisé une meilleure répartition des pluviomètres sur le pourtour du lac et nous pourrons ainsi établir un bilan plus précis.

TABLEAU 1 : APPORTS ATMOSPHERIQUES A THONON (C.R.G.)

Période	Teneurs en éléments dissous en mg/l dans les précipitations												Hauteur de précipitation en mm
1972	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	NH_4^{+} en N	Cl^{-}	SO_4^{--}	HCO_3^{-}	NO_3^{-} en N	NO_2^{-} en N	PO_4^{---} en P	P total en P	
Janvier	4,8	0,36	0,56	0,34	3,6	5,2	30,8	0	0,03	0,001	0,009	0,014	15,5
Février	1,3	0,12	0,20	0,10	1,6	1,2	11,4	0,98	0,00	0,000	0,003	0,008	73
Mars	5,1	0,25	0,28	0,25	4,1	0,8	27,7	0,98	0,14	0,001	0,013	0,022	55,5
Avril	1,8	0,13	0,21	0,37	5,2	1,4	13,4	12,2	0,30	0,011	0,002	0,015	85
Mai	3,7	0,41	0,56	0,62	14,4	1,9	34,2	35,1	0,20	0,011	0,026	0,043	43
Juin	2,5	0,20	0,48	0,56		1,3			0,02		0,009	0,024	113
Juillet	4,0	0,20	0,36	0,51					0,19				53
Août	4,0	0,17	0,73	1,48					0,10				34
Septembre	3,5	0,30	0,37	0,39		0,6	7,5	15,1	0,08				39,5
Octobre	2,3	0,16	0,14	0,26	6,4	0,8	17,0	17,6	0,07	0,007	0,022	0,037	29
Novembre	0,6	0,10	0,14	0,28	2,8	0,3	7,8	6,3	0,20	0,008	0,019	0,031	128
Décembre	0,95	0,11	0,18	0,08	1,5	0,8	10,4	2,4	0,01	0,009	0,003	0,010	56
Moyenne annuelle	2,9	0,21	0,35	0,43	4,95	1,4	17,8	10,1	0,11	0,007	0,011	0,022	
apport annuel en kg/km^2	2.100	152	254	311,5	3.586	1.014	12.896	7.317	79,7	5	8	16	

TABLEAU 2 : APPORTS ATMOSPHERIQUES SUR LE CANTON DE GENEVE

en kg/km^2/an

Période	Résidus secs	Chlorures	Ammoniaque	Nitrates en N	Sulfates	orthophosphates en P
Décembre 71	353,0	76,2	18,2	8,0	147,6	0,28
Janvier 72	353,0	76,2	18,2	8,0	147,6	0,28
Février	1.047,2	219,8	102,8	24,3	240,0	2,20
Mars	946,8	191,0	141,2	23,2	224,2	-
Avril	812,6	156,8	165,4	20,9	177,2	-
Mai	1.435,0	145,8	160,0	19,4	421,2	3,32
Juin	1.340,8	135,2	132,0	16,6	322,4	1,72
Juillet	1.282,2	128,6	114,0	14,8	258,4	0,70
Août	3.287,8	310,0	186,2	70,5	347,6	2,62
Septembre	1.481,6	114,4	69,6	16,2	138,6	0,70
Octobre	1.524,6	117,8	72,2	16,4	143,4	0,76
Novembre	1.184,8	221,4	61,4	32,0	315,6	3,66
Apport annuel	15.049	1.893	1.241	1.198	2.884	19,5

TABLEAU 3 : ESTIMATION DES APPORTS ATMOSPHERIQUES AU LAC LEMAN

Elément	Apport sur 582 km^2 en tonnes	Elément	Apport sur 582 km^2 en tonnes
Calcium	1.220	Chlorures	845
Magnésium	88	Sulfates	4.592
Sodium	148	Bicarbonates	4.258
Potassium	181	Azote nitrique	372
Azote ammoniacal	1.403	Azote nitreux	3
Azote minéral total	1.778	Orthophosphates	8
		Phosphore total	9
Apport total	13.119		

B I B L I O G R A P H I E

(Travaux récents relatifs au lac Léman

DESBAUMES E. et IMHOFF. 1972. Determination of Hydrocarbon Residues in Water. Water Research, 885-893

OLIVE Ph. 1972. La région du Léman depuis 15'000 ans : données paléo-climatologiques. Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dynam. (2) vol. XIV, Fasc. 3, pp. 253-264, Paris.

Communications faites au Colloque sur la Pollution et la Protection des Eaux de la région Rhône-Alpes (Lyon, décembre 1972). A paraître dans la Revue de l'Institut Pasteur :

OLIVE Ph. Evolution de facteurs biotiques (transparence et oxygène) et abiotiques (azote minéral et phosphore total) dans le Léman de 1957 à 1972. Equilibre biogéochimique de l'écosystème.

LUGRIN M. Premières données sur les matières organiques dans le lac Léman

HAUBERT M. et CHASSAING B. Bilan des apports en éléments azotés et phosphorés de la Dranse du Chablais au lac Léman. Rôle de l'échantillonnage.

SIWERTZ E. et VIEILLEFON J. Conséquences d'un double mécanisme de l'infiltration sur la minéralisation et la pollution éventuelle des eaux souterraines.

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 1971