

COMMISSION INTERNATIONALE
POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LAC LEMAN
CONTRE LA POLLUTION

SOUS-COMMISSION TECHNIQUE

* * * * *

IV. R A P P O R T

sur

LES EXAMENS BACTERIOLOGIQUES DES

EAUX DU LEMAN

Campagne 1970

par

Roger REVACLIER

Service d'hydrobiologie du canton de Genève

I N T R O D U C T I O N

Le rapport qui suit présente et commente les résultats des analyses bactériologiques des eaux du Léman de l'année 1970.

Les commentaires portent particulièrement sur les germes aérobies totaux et les bacilles du groupe des coliformes.

Les résultats des analyses relatives aux entérocoques, aux anaérobies sulfito-réducteurs et aux bactériophages Coli - Shigella - Salmonella sont réunis dans une annexe en fin de rapport.

Les observations de l'année 1969 ont fait l'objet d'un rapport par le Dr Emile Novel, publié précédemment.

o.1.

Les points de contrôle et de prélèvement et le nombre de campagnes effectuées en chacun des points au cours de l'année 1970 figurent sur la carte No 0.

Tous les points ont fait l'objet de prélèvements d'échantillons d'eau aux profondeurs suivantes : surface -5-10-20-30-40 et 50 mètres (au point GE 1 - rade de Genève - les Prélèvements ne sont effectués qu'en surface).

Des prélèvements supplémentaires sont effectués :

- pour les points GE 3 et GE 4, à 1 m. au-dessus du fond, soit vers 70 mètres - 75 m.
- pour le point SHL 1, à 100 m. et à 150 mètres
- pour le point SHL 2 (centre lac), point dit "objectif", à 100-150-200-250 et 300 mètres de profondeur.

o.2.

En 1970, comme par le passé, tous les prélèvements d'eau du lac ont fait l'objet de recherches relatives au nombre total de germes aérobies et aux coliformes. De plus, tous les prélèvements faits dans le Petit Lac (partie du Léman qui s'étend de Genève à Nyon-Yvoire) et le point SHL 2 (centre-lac) ont fait l'objet de recherches complémentaires portant notamment sur les streptocoques fécaux (entérocoques), les germes anaérobies sulfito-réducteurs (*Clostridium perfringens*) et des bactériophages fécaux (b-Coli 36 - b-Shigella paradysenteriae- et b-Salmonella paratyphi B).

o.3.

Les techniques utilisées pour la recherche des germes totaux et des bactériophages fécaux ont été identiques à celles des années précédentes.

En ce qui concerne la recherche des colibacilles et des coliformes, des entérocoques et des anaérobies sulfito-réducteurs, les procédés utilisés ont été modifiés en 1970 : c'est la méthode dite "des membranes filtrantes" qui a été choisie.

o.3.1. Techniques de recherche des coliformes.

La "méthode des membranes filtrantes" utilisée pour la recherche des coliformes est celle du Manuel suisse des denrées alimentaires, 2ème volume, chapitre 56, page 41, Berne 1969. Elle consiste en une

filtration de 100 ml. d'eau (ou d'un volume inférieur) à travers une membrane microbiologique d'une porosité inférieure à un micron (0,45 μ), stérile, portée sur un milieu de culture sélectif (milieu d'Endo au sulfite de sodium et à la fuchsine basique) et en une incubation à 37^oC pendant 24 à 48 heures. Sur le milieu d'Endo, les colonies des coliformes sont facilement décelables et identifiables par leur coloration rouge foncé intense (traversant la membrane) et leur éclat métallique caractéristique.

Il faut remarquer, toutefois, que les coliformes ne sont pas les seuls germes croissant sur ce milieu et dans les conditions de temps et de température d'incubation utilisés : on peut, en effet, compter un grand nombre de colonies qui ne présentent pas les caractères des germes coliformes décrits ci-dessus. Lorsqu'elles sont présentes en grand nombre, ces colonies atypiques gênent parfois considérablement le dénombrement des colonies typiques de coliformes qui se développent alors médiocrement et en "tête d'épingle". De plus, le volume d'eau filtré contient, dans certains cas, un trop grand nombre de coliformes, rendant ainsi tout dénombrement précis impossible. Il conviendrait donc de filtrer systématiquement différents volumes, 10 ml et 100 ml par exemple.

Il va sans dire que la concentration en coliformes par litre obtenue par le calcul, correspond à un nombre pris au hasard entre deux valeurs extrêmes ; en effet, 0 coliforme (ci-après coli) dans 100 ml signifie en réalité qu'il y avait moins de 1 coli dans 100 ml ou moins de 10 coli/litre, le nombre sera compris entre 0 et 9 coli dans un volume d'un litre d'eau de l'échantillon - et 0 COLI DANS 10 ml signifie qu'il y avait théoriquement entre 0 et 99 coli dans un litre. On a donc 50 % de chance d'avoir 0 ou 10 coli par litre dans le premier cas et 0 ou 100 coli par litre dans le second cas.

0.3.2. Recherche des entérocoques.

La méthode des membranes filtrantes utilisée pour la recherche des streptocoques fécaux est, comme celle des coliformes, tirée du Manuel suisse des denrées alimentaires, chapitre 56, page 19.

Le procédé est identique à celui utilisé pour les coliformes, seul le milieu de culture est différent. On utilise ici un milieu sélectif gélosé pour entérocoques (à l'azide de sodium et au chlorure de triphényltétrazolium). Sur ce milieu, les colonies d'entérocoques apparaissent de couleur brun clair à brun foncé, parfois rougeâtres.

o.3.3. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs.

La technique utilisée est une modification du procédé de Wilson-Blair. En voici le résumé succinct : 100 ml d'eau à analyser sont filtrés sur une membrane microbiologique. On introduit cette membrane dans un tube de 25 mm. de diamètre contenant 10 ml d'eau distillée stérile. On chauffe à 80°C pendant 10 minutes (ce chauffage a pour but de tuer tous les germes non sporulés) ; on remplit ensuite le tube jusqu'au tiers de sa hauteur environ avec le milieu de Wilson-Blair, préalablement fluidifié (gélose nutritive au sulfite de sodium et à l'alun de fer). Après refroidissement, on coule encore une couche d'un cm. de milieu. L'incubation se fait pendant 24 heures à 37°C.

Les colonies de Clostridium sulfito-réducteurs sont noires et entourées d'une auréole circulaire de sulfure de fer précipité.

1. LES GERMES TOTAUX

1.1. Essais de comparaison des différents points du Léman ayant fait l'objet d'étude en 1970 du point de vue de leur richesse en germes, de la surface à 50 m. de profondeur.

1.1.1. L'étude de la répartition des prélèvements en fonction de leur teneur en germes/ml, pour chaque point (tableau No 1) (nombres de prélèvement, rapporté à 100, dont la teneur en germes/ml est comprise dans les différentes plages de valeurs choisies) permet de comparer les différents lieux de prélèvement entre eux. La plage, où au moins un point de prélèvement compte 90 % de ses échantillons, a été choisie comme plage de référence : pour l'année 1970, c'est la plage comprise entre moins de 1000 germes/ml et 2000 germes/ml (avant dernière colonne du tableau No. 1).

Les différents points étudiés peuvent être classés en trois groupes :

groupe A : les points dont la répartition décroît plus ou moins régulièrement et dont 70 % ou plus des prélèvements ont des teneurs comprises entre moins de 1000 et 2000 germes/ml. 6 points correspondent à ce critère : il s'agit des points VS 2 (Le Bouveret) - 90,7 % *, VS 4 (St Gingolph) - 94,0 % *, VD 5 (Rolle) - 94,0 %, GE 4 (Nyon) - 79,0 %, GE 3 (Chevrens) - 93,0 %, et GE 2 (Bellevue) - 82,0 %.

* Ces points n'ont fait l'objet, respectivement, que de 5 et 6 campagnes de prélèvements.

groupe B : dans ce groupe est placé le point SHL 2 (Centre-lac) dont 66 % seulement des prélèvements sont situés dans la plage de référence et dont moins de 10 % contiennent plus de 6000 germes/ml

groupe C : les points dont moins de 70 % des prélèvements ont des teneurs comprises entre moins de 1000 et 2000 germes/ml et dont plus de 10 % des résultats dépassent 6000 germes/ml
Il s'agit des points VS 3 (Villeneuve) - 30,1 %, VD 1 (Clarens) - 36,0 %, VD 2 (Vevey) - 41,0 %, VD 3 (Rivaz) - 59 %, VD 4 (Vidy-Ouchy) - 57,0 %, SHL 1 (Thonon) - 39,0 %, et SHL 6 (Evian) - 68,0 %.

Les points du groupe A comprennent tous ceux du Petit Lac, les points valaisans VS 2 et VS 4 et les points vaudois VD 5.

Les points du groupe C sont tous situés dans le Grand lac (8 sur 11 des points que compte le Grand Lac) et relativement proches des rives, c'est-à-dire très exposés aux influences des agglomérations côtières.

1.1.2.

Un autre moyen de comparer les différents points du Léman entre eux consiste à étudier la répartition des concentrations de germes de part et d'autre de la moyenne générale du Léman pour l'année 1970 (qui est de 2780 germes/ml : voir la dernière colonne du tableau No 1).

Les fréquences trouvées ont été portées, point par point, sur une carte du Léman et, après intrapolation, on obtient la carte No 1 qui donne la répartition géographique schématique et approximative (car nous ne disposons pas de suffisamment de points de prélèvements) de la richesse relative en germes des différentes régions du lac.

On constate ainsi facilement que :

- 1) les deux points les plus riches en germes, en 1970, sont situés à l'extrémité occidentale du lac et au large de Thonon (plus de 50 % des échantillons contiennent 2780 germes/ml ou plus).
- 2) la partie sud-est et la partie pélagique centrale du Grand Lac ainsi que la zone située au large de Rolle sont relativement pauvres en germes (moins de 10 à 20 % des échantillons contiennent 2780 germes/ml ou plus).
- 3) Le Petit Lac, jusqu'en aval de GE 2, est beaucoup plus pauvre en germes que le Grand Lac (moins de 10 % des échantillons contiennent 2780 germes/ml ou plus).

REPARTITION DU NOMBRE DE GERMES SELON LEUR CONCENTRATION

Tableau No 1.

germes/ ml	o 999	1000 2000	2000 3000	3000 4000	4000 5000	5000 6000	plus de 6000	o 2000	*plus de 2780
VS 2	81,4	9,3	7,0	2,3	0	0	0	90,7	7
VS 3	16,0	14,1	16,0	13,0	8,3	0	0	30,1	52
VS 4	83,0	11,0	2,9	2,1	0	0	0	94,0	3
VD 1	14,0	22,0	21,0	5,1	7,5	7,4	23,0	36,0	46
VD 2	23,0	18,0	19,0	5,1	12,0	3,9	19,0	41,0	40
VD 3	37,0	22,0	13,0	6,6	7,8	2,6	13,0	59,0	31
VD 4	43,0	14,0	5,2	2,6	0	5,2	30,0	57,0	38
VD 5	74,0	20,0	1,5	1,4	1,4	1,3	0	94,0	4
SHL 1	21,0	18,0	6,6	7,9	5,2	5,2	35,0	39,0	55
SHL 2	39,0	27,0	18,0	7,5	3,7	3,6	1,2	66,0	18
SHL 6	55,0	13,0	3,9	2,9	2,6	2,6	20,0	68,0	27
GE 4	45,0	34,0	17,4	3,6	0	0	0	79,0	6
GE 3	58,0	35,0	7,0	0	0	0	0	93,0	0
GE 2	50,2	32,0	13,0	2,6	2,4	0	0	82,0	6

Nombre d'échantillons d'eau (exprimé en pourcent)

* moyenne générale du nombre de germes par ml des eaux du Léman en 1970.

Encore faut-il se garder d'accorder une trop grande importance à cette représentation schématique. On peut remarquer cependant que :

- a. les points situés à proximité des côtes sont plus riches en germes que le centre-lac (ce qui pose le problème de l'origine d'une fraction des germes dénombrés !)
- b. le nombre des germes par unité de volume décroît rapidement des rives vers le large.

1.1.3.

Le tableau No 2 paraît confirmer le point b. cité ci-dessus. Dans ce tableau ont été réunies les valeurs des moyennes mensuelles du point GE 2 (moyennes de 0 à 10 m. de profondeur) et celles des eaux littorales (plages des 2 rives du Petit Lac situées à la hauteur de GE 2 - GE 1.

On voit que les eaux du Petit Lac prélevées sur ses rives sont, en moyenne, 37 fois plus riches qu'au point GE 2 (situé au large et à mi-distance des 2 rives).

Moyennes mensuelles des concentrations en germes (germes/ml) des eaux littorales genevoises (plages et lieux de baignade) comparées à celles des 10 premiers mètres d'eau au point GE 2, pour l'année 1970.

Tableau No 2.

Mois	Rive gauche	Rive droite	Moyenne	Point GE 2
Mars	15.300	33.600	24.400	1930
Avril	8.460	10.250	9.360	895
Mai	27.200	50.500	38.900	930
Juin	32.600	192.000	112.500	270
Juillet	65.600	121.000	93.300	1030
Août	13.100	17.300	15.200	955
Septembre	19.700	3.440	11.600	1100
Octobre	27.500	27.000	27.250	1840
=====				
Moyennes	26.200	57.000	41.600	1120

1.2. Variations de la concentration en germes dans les eaux du Léman au cours de l'année 1970.

1.2.1.

La densité microbienne, en 1970, a-t-elle varié au cours des saisons ?

Les moyennes mensuelles de concentration en germes des eaux littorales (plages genevoises) (tableau No 2., figure No 1.) montrent un maximum très important qui s'amorce au mois de mai et se termine à la fin du mois de juillet.

1.2.2. - Grand Lac.

Si l'on examine les variations au cours de l'année, des moyennes mensuelles des concentrations en germes dans les eaux du Grand Lac (figure 2), on distingue deux périodes où la teneur en germes des eaux fut maximum : en février, et de façon plus accentuée encore en août, deux mois qui encadrent une période relativement pauvre en germes, période s'étendant de mars à mi-juin. L'évolution mensuelle de la teneur en germes au point pélagique SHL 2 (figure 3) reflète une évolution légèrement différente. En effet, outre un maximum plus important au mois de mai, le maximum du mois d'août est estompé. Le milieu pélagique a-t-il été moins favorable à la même époque aux germes microbiens que le milieu offert par les eaux côtières ? Ou, plus simplement ce maximum est-il tombé en dehors des campagnes de prélèvements ?

1.2.3. Petit Lac.

L'évolution de la concentration en bactéries des eaux du Petit Lac, telle qu'elle apparaît dans la figure No 2., peut être interprétée de façon claire et sans équivoque (alors qu'il n'en a pas été ainsi pour le Grand Lac) : deux maximums, l'un en mars et l'autre en septembre, encadrant une période où, de mai à août, le nombre de germes est resté très inférieur et presque constant.

1.2.4.

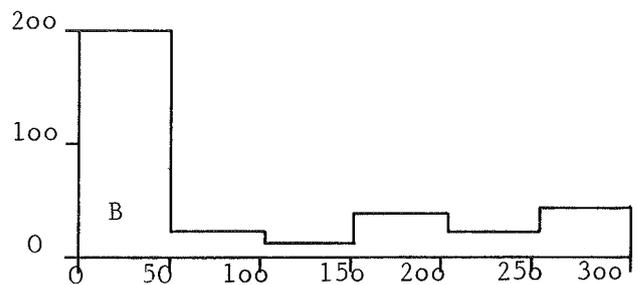
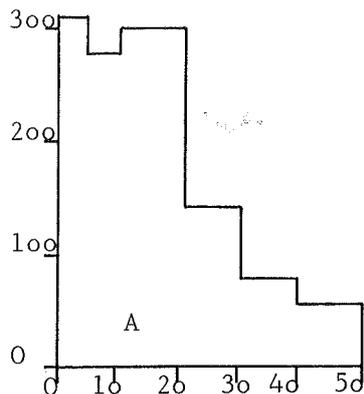
En résumé, en 1970, la période de l'année qui fut la plus pauvre en germes débute en mars dans le Grand Lac et en mai dans le Petit Lac. Elle se termine en juillet dans le Grand Lac et en août dans le Petit Lac. Le Petit Lac a donc présenté en 1970 un retard d'un mois par rapport au Grand Lac en ce qui concerne les variations de la teneur en germes des eaux.

- A. Amplitudes moyennes des variations du nombre de germes/ml d'une profondeur à l'autre (germes/ml/m)
- B. Nombre de mois (total 12) pendant lesquels l'amplitude moyenne de variation a dépassé 100 germes/ml/m.

Tableau No 3.

	<u>0</u> 5	<u>5</u> 10	<u>10</u> 20	<u>20</u> 30	<u>30</u> 40	<u>40</u> 50	<u>50</u> 100	<u>100</u> 150	<u>150</u> 200	<u>200</u> 250	<u>250</u> 300
A. Germes /ml/m	314	280	300	152	77	61	26	17	36	24	41
B. Mois >100 g/ml/m	7	7	4	3	3	1	0	0	2	1	1

Représentation graphique des amplitudes moyennes des variations du nombre de germes/ml en fonction de la profondeur. A : de 0-50 m. B : de 0-300 m.



1.3. Répartition des germes en fonction de la profondeur.

1.3.1. Dans le Grand Lac.

Si l'on compare les concentrations annuelles moyennes en germes de chaque profondeur, de la surface à 50 m., aucun fait clairement défini n'apparaît. On peut constater, tout au plus, que le nombre de germes passe par un maximum entre dix et vingt mètres (1000 germes/ml de plus qu'à 0 et 50 mètres).

Par contre, si l'on calcule les moyennes annuelles par profondeur de la répartition des concentrations de part et d'autre de la moyenne générale (voir 1.1.2.), on trouve que 35 % des 432 prélèvements de la couche d'eau qui est comprise entre la surface et 20 mètres, contiennent plus de 2780 germes/ml, contre 28,2 % seulement des 324 prélèvements de la couche de 30 à 50 mètres (voir tableau No 4.). On observe donc une légère diminution de la fréquence des échantillons dont la richesse en germes dépasse 2780 germes/ml, et ceci de la surface à 50 mètres de profondeur.

1.3.2. Point pélagique SHL 2.

1.3.2.1. Moyennes annuelles.

Nous examinerons ici ce qui se passe au centre du lac, au "point objectif" SHL 2, en particulier pour les grandes profondeurs (voir figure 5.) En ce point, la moyenne annuelle des germes diminue de 50 % de la surface à 50 mètres. De cette dernière profondeur jusqu'à 200 m., la concentration en germes s'accroît lentement d'abord, puis plus rapidement entre 200 et 250 m., et de façon plus marquée encore entre 250 m. et le fond. Le détail des variations de la surface à 50 m. laisse apparaître une nette diminution de 0 à 5 m., suivie d'un maximum à 20 m., comme dans le cas du Grand Lac pris dans son ensemble.

1.3.2.2. Amplitudes moyennes des variations du nombre de germes par ml.

Les amplitudes moyennes des variations du nombre de germes d'une profondeur à une autre au cours de l'année (variations du nombre de germes en plus ou en moins d'un niveau à un autre exprimées en germes par ml et par mètre), montrent très clairement que les variations sont très importantes dans les couches d'eau supérieures (de la surface à 20m., où elles sont de l'ordre de 300 germes/ml/m.) (Tableau 3. 7). Au delà, l'amplitude

des variations décroît rapidement jusqu'à 50 m., profondeur d'où l'on passe dans une zone beaucoup plus homogène, moins perturbée, à l'abri, semble-t-il, des bouleversements physiques et biologiques rapides des couches d'eau supérieures.

Il semble que ces différentes zones se situent de part et d'autre de la thermocline, ce qui signifie que l'épilimnion est le siège de processus biologiques et physico-chimiques ayant une grande influence sur les bactéries de l'eau.

1.3.3. Petit Lac.

Pour le Petit Lac, les moyennes prises point par point concordent et la moyenne générale fait apparaître une nette diminution du nombre de germes de la surface à 40-50 m. De même que dans le cas du point SHL 2, la concentration en germes s'accroît au fur et à mesure que l'on s'approche des vases du fond du lac.

Fréquences trimestrielles moyennes des échantillons
au-dessus de 2780 germes/ml (%) par tranches de
profondeur.

Tableau No 4.

Trimestre	1er	2ème	3ème	4ème	Moyenne
0 - 20 m.	28,4	30,2	40,8	37,0	33,5
30 - 50 m.	28,8	20,2	28,6	34,5	28,2
=====					
0 - 50 m.	29,6	25,2	34,7	35,8	30,8

1.4. Répartition des germes en fonction de la profondeur et de la saison.

1.4.1. Grand Lac.

Le problème de la répartition des germes en fonction de la profondeur et de la saison est difficile à aborder dans le cas du Grand Lac, mais la comparaison des moyennes trimestrielles permet d'approcher cette question, bien que de façon schématique et simplifiée.

Les moyennes trimestrielles réunies dans le tableau No 4., montrent ce qui a déjà été constaté (voir 1.3.1.) concernant les variations de la quantité des germes dans le temps, mais permettent d'en nuancer quelque peu l'image :

- a. en 1970, la couche d'eau comprise entre 0 et 20 m. est plus riche en germes que la couche inférieure - le premier trimestre mis à part -.
- b. le minimum du deuxième trimestre, tel qu'il a été défini à 1.2.2., est dû surtout à l'appauvrissement des couches inférieures (30-50).
- c. le maximum du troisième trimestre et du quatrième trimestre (dans une proportion moins importante) trouve son explication, avant tout, dans un enrichissement en germes de la couche d'eau supérieure.

1.4.2. Couches profondes, point SHL 2.

L'analyse des variations saisonnières du nombre de germes dans les couches d'eau profondes va permettre de préciser ce qui a été entrevu à 1.3.2.2. à propos des bouleversements bactériologiques dont l'épilimnion serait le siège.

Le tableau No 5. réunit les moyennes mensuelles calculées pour 3 zones de profondeurs différentes : la première zone de 0 à 20 m., la deuxième zone de 30 à 50 m. et la troisième zone de 100 à 300 m. Dans le tableau No 6., la moyenne de la deuxième zone est comparée, mois après mois, d'une part, avec la moyenne de la zone supérieure, et d'autre part, avec la moyenne de la zone sous-jacente. Toute moyenne supérieure ou inférieure à une autre d'au moins 300 germes/ml. a été considérée respectivement comme positive ou négative ; en-dessous de 300 germes/ml de différence, elle a été considérée comme égale (+).

Il ressort des tableaux No 5. et No 6. que :

- a. pendant le premier trimestre de l'année 1970, les trois zones observées renferment presque le même nombre de germes ; la distribution de ceux-ci est à peu près homogène, de la surface au fond, en février et mars ;
- b. au mois de mai, les couches supérieures s'enrichissent en germes et la couche profonde s'appauvrit : la distribution des bactéries tend à se stratifier ;
- c. la stratification s'accroît et se maintient de juin à septembre, délimitant une couche supérieure relativement riche en germes, et une couche inférieure - de 30 m. jusqu'au fond - où le nombre de bactéries croît avec la profondeur ;
- d. dès le mois d'octobre, cette stratification s'efface pour faire place à un bouleversement complet des trois zones.

La distribution des bactéries au sein du lac semble donc être soumise aux phénomènes physiques qui s'y déroulent : la situation décrite sous a. correspondrait à la période de circulation totale hivernale, période où les eaux, aux différentes profondeurs, présentent la plus grande homogénéité ; sous b. et c., au moment où s'établit la stratification estivale, et sous d., à la période de circulation automnale.

MOYENNES ANNUELLES PAR POINT

germes totaux par ml.

Tableau No 7.

		Moyennes 1960 - 64	Moyennes 1965-69	Moyennes 1960-69	Max *	Min *	Moyenne 1970
VS	2	662	1180	920	2620 ₇₎	311 ₃₎	(691)
	3	5050	1330	4206	13385 ₁₎	467 ₁₎	4280
	4	540	906	725	1495 ₇₎	418 ₂₎	(697)
VD	1	4930	3260	4100	13327 ₁₎	577 ₀₎	4260
	2	1000	3240	2130	4992 ₆₎	779 ₁₎	4020
	3	2210	4160	3156	8909 ₄₎	384 ₂₎	2860
	4	7120	5250	6290	21696 ₄₎	1672 ₀₎	4990
	5	924	1760	1345	1460 ₈₎	315 ₀₎	786
SHL	1	1000	875	949	2036 ₇₎	212 ₈₎	6180
	2	1210	2470	1846	3817 ₉₎	246 ₀₎	8100
	6	745	1900	1921	5929 ₈₎	379 ₉₎	9780
GE	4	645	994	821	1840 ₄₎	121 ₀₎	1260
	3	834	1070	955	2173 ₄₎	127 ₀₎	1020
	2	800	975	886	1334 ₄₎	136 ₀₎	1160
	1	943	1580	1263	1853 ₇₎	189 ₀₎	1330
Léman		1940	2200	2060			2780
Gd Lac		2320	2570	2440			3310
Pt Lac		806	1160	930			1110

* Le chiffre entre parenthèses indique l'année où le max. et le min. ont été enregistrés.
(exemple : 8 = 1968)

1.5. Evolution de la situation bactériologique des eaux du Léman en 1970 par rapport aux années précédentes.

Le tableau No 7. rassemble les moyennes annuelles pour chaque point de prélèvement, leur moyenne calculée sur 5 ans, des années 1960 à 1964 et 1965-1969, et sur 10 ans, de 1960 à 1969.

1.5.1. Grand Lac.

Les points VS 3, VD 1, VD 2, SHL 1 et SHL 6 présentent tous une augmentation de leur moyenne annuelle du nombre de germes par ml. en 1970, par rapport à la moyenne des cinq dernières années.

L'augmentation est très accentuée au point SHL 1 et au point SHL 6, puisque la valeur de leur moyenne en 1970 n'a jamais été atteinte précédemment, soit depuis 1960.

Deux faits positifs peuvent être relevés :

- a. l'amélioration enregistrée au point VD 4 entre 1965 et 1969 s'est poursuivie en 1970, puisque cette année-ci, on enregistre une moyenne inférieure à celle des années 1965-1969 ;
- b. la moyenne annuelle du point VD 5 est en 1970 parmi les plus faibles enregistrées pour ce point depuis 1960.

Il n'en demeure pas moins que, considérée dans son ensemble, la situation bactériologique du Haut Lac s'est encore aggravée en 1970 (740 germes par ml. de plus, en moyenne, que durant les années 1965-1969).

1.5.2. Petit Lac.

L'année 1970 confirme, une fois de plus, la détérioration de l'état bactériologique des eaux du Petit Lac depuis 1960 ; regardé dans son ensemble, on ne peut noter ni amélioration, ni détérioration importantes ; il semble donc que l'on assiste au maintien d'un certain statu quo.

2. LES COLIFORMES

2.1.

Essais de comparaison des différents points du lac observés, en ce qui concerne leur richesse en bactéries du groupe coliforme, de la surface à 50 mètres de profondeur en 1970.

2.1.1.

Le tableau No 8. donne, comme pour les germes, la répartition des concentrations en coliformes/litre pour chaque point (nombre de prélèvements dont la teneur en coliforme/l. est comprise dans les différentes plages de valeurs choisies, rapporté à 100), qui permet de comparer entre eux les points observés, et conduit à les classer en trois groupes.

Il reste, bien entendu, que ce classement n'apporte pas d'indication du point de vue de l'hygiène des différents points :

tous les points du Léman, à toutes les profondeurs, sont gravement contaminés par des germes d'origine excrémentielle. La norme utilisée ici a été adaptée au cas particulier des coliformes, mais son mode de détermination a été semblable. En effet, la plage de variations choisie est celle où un point au moins comprenait au minimum 90 % de ses échantillons. Il se trouve que cette plage de variations est comprise entre moins de 200 et 600 coliformes par litre, et qu'un seul point y concentre plus de 90 % de ses prélèvements : il s'agit de VD 5 (Rolle). De plus, une norme supplémentaire est donnée par le fait que les teneurs en coliformes ne sont pas, dans tous les cas, distribuées de façon régulière ; la répartition est fortement perturbée pour certains points (en particulier VS 3, VD 1 et VD 2) ou plus faiblement perturbée pour d'autres points (VD 3, VD 4, SHL 1, SHL 2, GE 4, GE 2) : dans ce second cas, la décroissance de la répartition se fait par paliers. Ces neuf points présentent donc des anomalies dans la répartition des concentrations en coliformes.

Classement des points de prélèvement en 3 groupes :

groupe A : les points dont la répartition décroît régulièrement et dont 70 % au moins des prélèvements sont compris entre moins 200 et 600 coli/litre. Il s'agit des points VD 5 (Rolle) -91 %, SHL 6 (Evian) -81 %, GE 3 (Chevrens) -84 %.

groupe B : les points qui présentent des anomalies dans la distribution et dont 70 % au moins de leurs prélèvements sont compris entre moins de 200 et 600 coli/l. Il s'agit de VS 3 (Villeneuve) -70 %, SHL 1 (Thonon) -86 %, SHL 2 (Centre-lac) -70 % et GE 4 (Nyon) -74 %.

Nombre de coliformes par litre. Répartition selon les concentrationsTableau No 8.

(exprimé en pourcent)

Coli/l.	<u>0</u>	<u>200</u>	<u>400</u>	<u>600</u>		<u>0</u>	Groupes	
	200	400	600	800	800	600	Germes	Coli.
Vs 2	38	14	5	0	43	57	(A)	(B)
3	25	9	36	4	26	70	C	B
4	51	12	0	3	34	63	(A)	(B)
=====								
VD 1	22	4	18	4	52	44	C	C
2	24	5	18	4	49	47	C	C
3	30	14	17	5	34	61	C	C
4	38	14	12	0	36	64	C	C
5	61	20	10	1	8	91	A	A
=====								
SHL 1	64	9	13	1	13	86	C	B
2	46	13	11	9	21	70	B	B
6	44	22	14	0	19	81	C	A
=====								
GE 4	24	24	26	7	19	74	A	B
3	48	29	7	6	10	84	A	A
2	38	15	13	6	27	67	A	C

groupe C : les points dont moins de 70 % des prélèvements sont compris entre moins de 200 et 600 coli/l. Il s'agit de VD 1 (Clarens) -44 %, VD 2 (Vevey) -47 %, VD 3 (Rivaz) -61 %, VD 4 (Vidy-Ouchy) -64 % et GE 2 (Bellevue) -67 %.

Si l'on compare les deux classements (voir les deux dernières colonnes du tableau No 8.), on constate que deux points ont passé dans un groupe supérieur : GE 2 qui passe de la catégorie A pour les germes à la catégorie C pour les coliformes, et GE 4 qui passe de A à B. SHL 1, de C à B. On compte donc 5 points pour lesquels il y a contradiction entre la densité en germes banals et le nombre de coliformes. Les points SHL 6, VS 3 et SHL 1, qui passent dans un groupe supérieur, semblent moins contaminés par des germes de souillure que ne le laisse prévoir leur richesse microbienne globale. Les points GE 2 et GE 4 eux, à l'inverse, présentent une souillure d'origine fécale plus nette que ne le laisse supposer leur richesse en germes.

2.1.2. Carte schématique des souillures d'origine fécale (carte No 2.)

Pour établir cette carte, ce sont les fréquences au-dessus de 200 coliformes/l. qui ont été choisies plutôt que les fréquences au-dessus de la moyenne, celles-ci ne donnant pas une image intéressante et suffisamment diversifiée.

La comparaison de cette carte avec celle qui a été établie pour les germes banals montre qu'elles diffèrent dans leur aspect général.

Le Léman, pour la répartition des coliformes, pourrait être divisé en deux parties :

Une première, qui s'étendrait de Villeneuve à un axe approximatif Rolle-Thonon, où la distribution des coliformes paraît semblable à celle des germes, et

Une seconde, qui s'étendrait de l'axe Rolle-Thonon à Genève, où les distributions sont différentes.

Les contradictions qui apparaissent ici amènent aux mêmes conclusions que sous 2.1.1. : la pauvreté relative des eaux du Petit Lac en germes banals (pour 1970) est contredite par sa richesse en coliformes. La constatation inverse s'impose pour le point SHL 1, riche en germes saprophytes, mais relativement pauvre en coliformes.

2.2. Variation de la concentration en coliformes/litre au cours de l'année 1970.

2.2.1. Grand Lac - Petit Lac.

La figure No 4 montre une diminution spectaculaire du nombre de coliformes au cours des mois des 2ème et 3ème trimestres de 1970, diminution qui, s'étant amorcée aux mois de février et mars, a pris fin au mois de novembre. La concentration en coliformes fut minimum pendant les mois d'août et de septembre dans le Grand Lac, et au mois de juin, dans le Petit Lac.

En réalité, ce minimum débute à des moments qui varient selon les points considérés. Il atteint son point le plus bas au mois d'août dans le Grand Lac pour les points suivants :

VS 3 (1% *), VD 1 (0,8 % *), VD 2 (0% *), VD 3 (0,8 %*), VD 4 (0,4 % *); au mois de septembre pour le point VD 5 (1,5 % *), et au mois de juin pour le point SHL 2 (Centre-lac) (20 % *) **.

Dans le Petit Lac, le minimum est atteint au mois de juin pour les points GE 2 (10,5 % *), GE 3 (14 % *) et GE 4 (17,3 % *).

* Nombre de coliformes en % de la moyenne du point.

** Les points VS 2, VS 4, SHL 1 et SHL 6 n'ont pas fait l'objet de prélèvements ce mois-là, mais il semble que le minimum se situe aussi en août pour les deux derniers points cités.

Il faut remarquer que dans le Grand Lac, seul le point pélagique SHL 2 présente les mêmes caractères dans l'évolution des coliformes que les trois points du Petit Lac. Pour les autres points du Grand Lac, tous proches des rives, la diminution du nombre de ces germes est beaucoup plus importante et plus brusque, puisqu'en juillet on compte moins de 3 % des échantillons ne contenant pas de coliformes dans 100 ml., et qu'en août, ce nombre s'élève à 62 % des échantillons, pour passer à 33 % en septembre. Ainsi donc, en 1970, les changements opérés par le climat sur le milieu lacustre (réchauffement, intensité accrue du rayonnement solaire, etc.) ont conduit à une disparition accélérée des bactéries coliformes dans les eaux. Il faut en effet rejeter l'hypothèse d'une diminution des apports en germes fécaux au cours de ces mois, puisque c'est précisément à cette époque de l'année que la population du bord du lac est la plus nombreuse. La diminution massive des germes fécaux aux points littoraux paraît d'autant plus paradoxale.

Il y a là un phénomène intéressant, qui se retrouve année après année, dont il conviendrait d'élucider les causes réelles (eaux trop chaudes, rayonnement solaire trop intense, antibiose due aux algues ?). Une telle diminution de la fréquence des coliformes n'a pas été décelée, même dans une faible mesure, pour l'ensemble des plages contrôlées du Petit Lac, ce qui ne permet pas de préjuger des causes probables, car la concentration élevée et l'enrichissement constant en coliformes des eaux littorales estompent sans doute complètement le phénomène à ce niveau.

2.3. Répartition des coliformes en fonction de la profondeur.

2.3.1. Grand Lac - Petit Lac.

La comparaison des moyennes annuelles, par profondeur, montre que la concentration en coliformes/l. varie peu de la surface à 50 m., et qu'elle a tendance à s'accroître : cela pour chaque point du Grand et du Petit Lac. 41 % des échantillons pris de 0 à 20 m. contre 46 % de ceux prélevés de 30 à 50 m. contiennent plus de 400 coli/l.

2.3.2. Points SHL 2 et SHL 1.

2.3.2.1. Moyennes annuelles.

La figure No 6 montre ce qui se passe au point SHL 1 et SHL 2.

Au point SHL 1, la concentration en coliformes atteint un maximum à 40 m. de profondeur, puis, brusquement, diminue à 50 m. (84 % de coli en moins qu'à 40 m.), pour croître à nouveau jusqu'à 150 m. (58 % de la concentration de surface, et 49 % de la concentration maximum à 40 m.).

Au point SHL 2, la concentration en coliforme augmente aussi, mais jusqu'à environ 20 m. de profondeur seulement (maximum), puis diminue rapidement de 20 à 50 m. (74 % de moins que le maximum à 20 m.). De 50 m. jusqu'à 250 m., la concentration en coliformes oscille autour de 200 coli/l. (soit 50 % de la concentration de surface ou 30 % du maximum).

Comme pour le point SHL 1, pour le point SHL 2, au niveau du fond (300 m.), on retrouve 49 % du maximum ou 75 % de la concentration de surface.

2.3.2.2. Amplitudes moyennes des variations du nombre de coliformes/l. en fonction de la profondeur.

Les amplitudes moyennes des variations du nombre de coliformes, d'une profondeur à une autre, au cours de l'année, au point SHL 2 montrent (figure No7), comme pour les germes banals (1.3.2.2.), des variations importantes de plus de 30 coliformes par litre et par mètre de profondeur dans les couches d'eau supérieures, de la surface à 50 m. Au-delà, l'amplitude des variations est quelque dix fois plus faible. Les remarques formulées concernant la même question, mais à propos des germes banals, sont valables ici également : le lac se divise en deux zones bien distinctes selon la profondeur : la zone supérieure étant le siège des bouleversements qui modifient le nombre des coliformes mois après mois.

2.4. Evolution de la concentration en coliformes par rapport aux années précédentes.

Le changement de technique et de milieu pour la recherche et le dénombrement des coliformes ne permet pas de comparer directement les résultats obtenus en 1970 avec ceux des années précédentes. Les valeurs calculées point par point du rapport des moyennes annuelles en coliformes/l., de l'année 1970 à l'année 1969, et la comparaison de ces rapports avec ceux des années 1968/1969 (tableau No 9), montrent cependant que l'introduction d'une nouvelle méthode n'a pas conduit à des résultats très différents de ceux des années précédentes. Si ces rapports sont calculés à partir des moyennes annuelles de 1970 non corrigées de leurs valeurs extrêmes, il apparaît qu'en 1970, comme en 1968, onze points de prélèvements sur quinze que compte le Léman, étaient plus pauvres en coliformes qu'en 1969, année particulièrement riche en ces germes.

Après élimination des résultats extrêmes, l'année 1970, dans son ensemble, devient tout à fait comparable à l'année 1968 en ce qui concerne les coliformes.

Coliformes : Moyennes annuelles pour 1970.

Comparaison des moyennes annuelles des années 1968 et 1970
par rapport à 1969.

Tableau No 9.

	Coliformes/l.		<u>1968</u>	<u>1970</u>
	Moyennes annuelles		1969 %	1969 %
VS 2	6369	(640)	370 (-)	555 (56)
3	704		28	31
4	4000	(785)	340 (-)	390 (78)
=====				
VD 1	1968		87	29
2	1650		90	64
3	906		89	49
4	2946		74 (74)	122 (64)
5	256		141	62
=====				
SHL 1	624		7	15
2	454		3	27
6	924		10	9
=====				
GE 4	597		24	18
3	346		27	20
2	634		58	30
1	588	(300)	110 (110)	211 (104)
=====				
Léman	1360	(800)	88 (47)	108 (43)

() Moyenne annuelle calculée après élimination des valeurs manifestement trop fortes, correspondant, sans doute, à des pointes de pollution. (une campagne de prélèvement pour chaque point corrigé).

3. DISCUSSION

=====

Relations existant entre les germes totaux et les coliformes dans les eaux du Léman.

Les germes rattachés au groupe des coliformes identifiés dans les eaux du lac ont une origine presque exclusivement exogène. Par contre, une fraction importante des germes aérobies, dits "totaux", est d'origine endogène, l'autre partie étant également d'origine exogène (eaux usées, eaux de ruissellement, poussières atmosphériques, etc.). Comment ces différences d'origine se manifestent-elles dans le "comportement" respectif de ces germes au sein des masses d'eau ? Les deux groupes de germes (germes saprophytes totaux et coliformes) étant soumis à des influences physico-chimiques et biochimiques identiques, les différences décelées ne proviendront, théoriquement, que de la réaction de ces germes vis-à-vis du milieu lacustre. On peut, en effet, supposer que les germes saprophytes exogènes et les coliformes sont introduits dans le lac en proportion sensiblement constante.

Un germe étranger au lac, d'origine humaine, animale, tellurique ou atmosphérique, n'est pas adapté au milieu aquatique, en particulier à son chimisme et à sa température ; il va donc périr et disparaître plus ou moins rapidement après son arrivée dans l'eau. Au contraire, un germe aquatique, endogène, pourra se développer au gré de l'évolution physicochimique et biologique des eaux du lac. On peut supposer alors que toute augmentation ou diminution de la richesse du milieu en matière organique décomposable va provoquer une variation parallèle du nombre de ces germes endogènes.

J'illustrerai mon propos à l'aide de quelques exemples :

1.-.

Il a été vu, à 2.1.1., que la comparaison des cartes schématiques 1 et 2 conduit à constater un fait paradoxal : le point SHL 1 est relativement riche en germes saprophytes et pauvre en coliformes, alors que dans la région de Villeneuve-Vevey, on observe une concordance assez bonne entre la richesse en germes totaux et la richesse en coliformes. Quelle est la raison de cette différence ? Peut-on l'expliquer ?

Si l'on établit la carte schématique de la répartition moyenne du phytoplancton (microplancton) (carte 3) et celle représentant la transparence moyenne en 1970 (carte 4) (*), d'autres faits contradictoires apparaissent : les régions les plus pauvres en phytoplancton sont les moins transparentes et aussi les plus riches en germes et en coliformes (VD 4, 3, 2, 1 et VS 3 surtout), alors que la région du Léman, en moyenne la plus riche en phytoplancton, est la plus transparente et se trouve être riche en germes, mais relativement pauvre en coliformes. Que conclure ? L'abondance de plancton conduit-elle à un enrichissement en matières organiques responsables de la prolifération de germes aquatiques endogènes ? Y a-t-il accumulation, due aux courants de matières décomposables et de plancton au large de la baie d'Excenevex ? Mais le point SHL 2 est, lui aussi, riche en plancton et son nombre moyen de germes est trois fois plus faible que celui du point SHL 1. Le phytoplancton exerce-t-il une activité particulièrement défavorable pour la survie des coliformes ? Mais le point SHL 1 fut en 1969 le point le plus riche en coliformes et le plus riche en plancton. Le hasard, alors, est-il seul responsable de ce phénomène ?

(*) des images identiques, à quelques détails près, auraient pu être obtenues en utilisant les moyennes de 1960, 1968 ou 1969 (années prises au hasard), seules les valeurs absolues auraient changé.

2.-.

Au point littoral SHL 1, la concentration des germes varie peu en fonction de la profondeur. En 1970, on compte 6100 germes/ml en surface et 5860 germes/ml à 100 m., soit une diminution de 4 %, alors que cette différence en fonction de la profondeur fut dix fois plus importante au point pélagique SHL 2 : 2820 germes/ml. en surface, contre 1640 germes/ml. à 100 m., soit une diminution de 42 %. En ce qui concerne les coliformes, la diminution en fonction de la profondeur pour les deux points cités, fut respectivement de 69 % de moins à 100 m. pour SHL 1 et de 43 % de moins pour SHL 2.

Si l'on considère l'ensemble du lac, on s'aperçoit que, comme il a été dit à 2.2., (a) le minimum absolu des moyennes mensuelles des coliformes est atteint au mois d'août pour les points côtiers du Grand Lac, et que c'est pendant ce mois qu'on enregistre une concentration maximum en

germes banals, (b) la moyenne mensuelle minimum du nombre de germes s'abaisse à 5 % de la moyenne générale annuelle pour les points littoraux, contre 20 % au point pélagique SHL 2 et dans le Petit Lac, et (c) pour les germes totaux, la plus grande diminution porte leur moyenne mensuelle à 62 % de la moyenne générale annuelle dans le Grand Lac, 45 % dans le Petit Lac et 26 % pour le point SHL 2.

3.-.

L'étude des variations du nombre de germes totaux en fonction de la profondeur au point SHL 2, variation exprimée en % de la concentration en surface (figure 7) montre que :

- a. au point pélagique SHL 2, lorsque l'on descend de 20 à 50 m. de profondeur, le nombre de germes passe de 105 % à 43 % de la concentration de surface (soit une différence de 64 %). Le nombre de coliforme, quant à lui, passe de 154 % à 40 % de la concentration de surface (soit une différence de 114 %).
- b. le nombre de coliformes a tendance à diminuer avec la profondeur à partir de 50 m., alors que le nombre de germes tend plutôt à s'accroître.

Nous pensons que ces différences et cet accroissement ne sont possibles que s'il y a prolifération in situ de nouveaux germes. Tout se passe comme si la mort des germes étrangers au lac était compensée ici par le développement de germes aquatiques endogènes, une telle compensation n'existant, bien sûr, pas pour les coliformes ; et donc, comme si les germes saprophytes exogènes étaient aussi sensibles et peu résistants au changement de milieu que les coliformes.

Ces hypothèses demandent, bien entendu, à être confirmées par d'autres observations.

La conclusion provisoire de toutes ces observations est que les eaux littorales semblent favoriser le développement des germes aquatiques parce qu'elles sont plus riches que les eaux pélagiques en matières organiques décomposables d'origines diverses.

4. CONCLUSIONS

=====

L'enrichissement général des eaux du Léman en germes microbiens constaté dès le début des travaux de la Commission internationale, reflète directement l'eutrophisation progressive et rapide des eaux du lac ; en effet, cette fertilité croissante du milieu lacustre se traduit par une production, in situ, de plus en plus importante de matières organiques (organismes planctoniques) qui, à son tour, entraîne un accroissement de la flore microbienne endogène.

C'est toute la biologie lacustre qui est ainsi modifiée, des bactéries aux poissons (et même aux oiseaux), en passant par le plancton, les algues benthiques et les plantes aquatiques (macrophytes) littorales.

Comme l'ont montré, année après année, les analyses bactériologiques, cette richesse croissante des eaux du Léman en germes microbiens saprophytes (indicateurs de l'eutrophisation générale des eaux) et en bactéries d'origine excrémentielle, est particulièrement grave près des rives du lac et au large des villes et des agglomérations importantes (région de Villeneuve-Montreux-Vevey, région lausannoise, région d'Evian-Thonon, etc...). Ce qui démontre, une fois de plus, - une telle démonstration est-elle encore nécessaire ? - que le rejet d'eaux usées, pas ou incomplètement épurées provenant de ces régions, est la cause directe la plus nette de la détérioration de la qualité hygiénique des eaux du lac. Comme nous l'avons vu précédemment, cette dégradation de l'état sanitaire des eaux du Léman est également liée, et de façon intime, à sa "pollution chimique" (enrichissement en matières fertilisantes dont les sources sont diverses : eaux usées ménagères, industrielles et agricoles).

Ceci nous amène à penser que la désinfection éventuelle des effluents des stations d'épuration des eaux usées conduirait, certes, à une diminution peut-être importante de la contamination par les coliformes et autres germes fécaux (diminution hautement souhaitable pour l'hygiène des eaux du lac et plus particulièrement des points de pompage et des lieux de baignade), mais non à une diminution générale de la flore microbienne totale, puisqu'une fraction très importante de celle-ci est d'origine endogène.

Seule une élimination de toutes les sources d'eutrophisation du Léman et l'épuration mécano-biologique de toutes les eaux usées qui s'y déversent, complétée par un traitement chimique de déphosphatation, permettrait d'espérer un rétablissement progressif de la situation des eaux du lac. De plus, il est indispensable que toutes les stations de traitement d'eaux résiduaires, publiques et privées, fasse l'objet d'une surveillance adéquate et suivie, afin de leur assurer une efficacité maximum (ce qui n'est malheureusement pas toujours le cas actuellement), et que la qualité des eaux de leur effluent réponde en tous points aux exigences édictées. Cela signifie qu'il est nécessaire d'harmoniser rapidement les normes relatives aux déversements des eaux résiduaires des deux pays riverains.

*

* *

5. ANNEXE

=====

Dans cette annexe ont été réunis les résultats relatifs aux entérocoques (*Streptocoques faecalis*) aux anaérobies sulfito-réducteurs (*Clostridium*) et aux différents bactériophages recherchés, cela pour le Petit Lac et le point SHL 2.

Les résultats concernant les entérocoques n'ont pas été comparés à ceux de l'année précédente, la méthode de recherche ayant été modifiée.

Remarques.

Tableaux A et B : ce qui a été dit à propos des variations du nombre des coliformes au cours de l'année est valable aussi pour les entérocoques (voir 2.2.) : diminution importante de ces germes d'origine intestinale au cours des mois d'été.

Tableau D : la régression très nette du nombre des bactériophages de *Salmonella*, enregistré depuis 1968, s'est confirmée en 1970.

Point de prélèvement SHL 2 : l'ensemble des résultats des prélèvements au point SHL 2 Centre Lac, nouveau venu dans cette série d'analyses, se révèle être tout à fait comparable aux résultats des différents points du Petit Lac.

*
* *
*

Entérocoques par litreTableau A.

Point	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyennes
GE 1	25o	4o	o	o	o	2o	o	o	o	4o	6o	4o	38
GE 2	77	36	7	23	3	o	o	o	11	1o	6	4o	18
GE 3	34	4	4	11	o	o	1	o	5	6	3	4o	9
Ge 4	4	61	46	32	3	o	o	o	9	1o	8	25	17
Pt Lac	91	35	14	17	2	5	o	o	6	17	19	36	19
SHL 2	13	94	9	26	4	3	9	3	6	16	14	8	17

Entérocoques par litres. Fréquence des prélèvements (%)
contenant moins de 1o entérocoques par litre.

Tableau B.

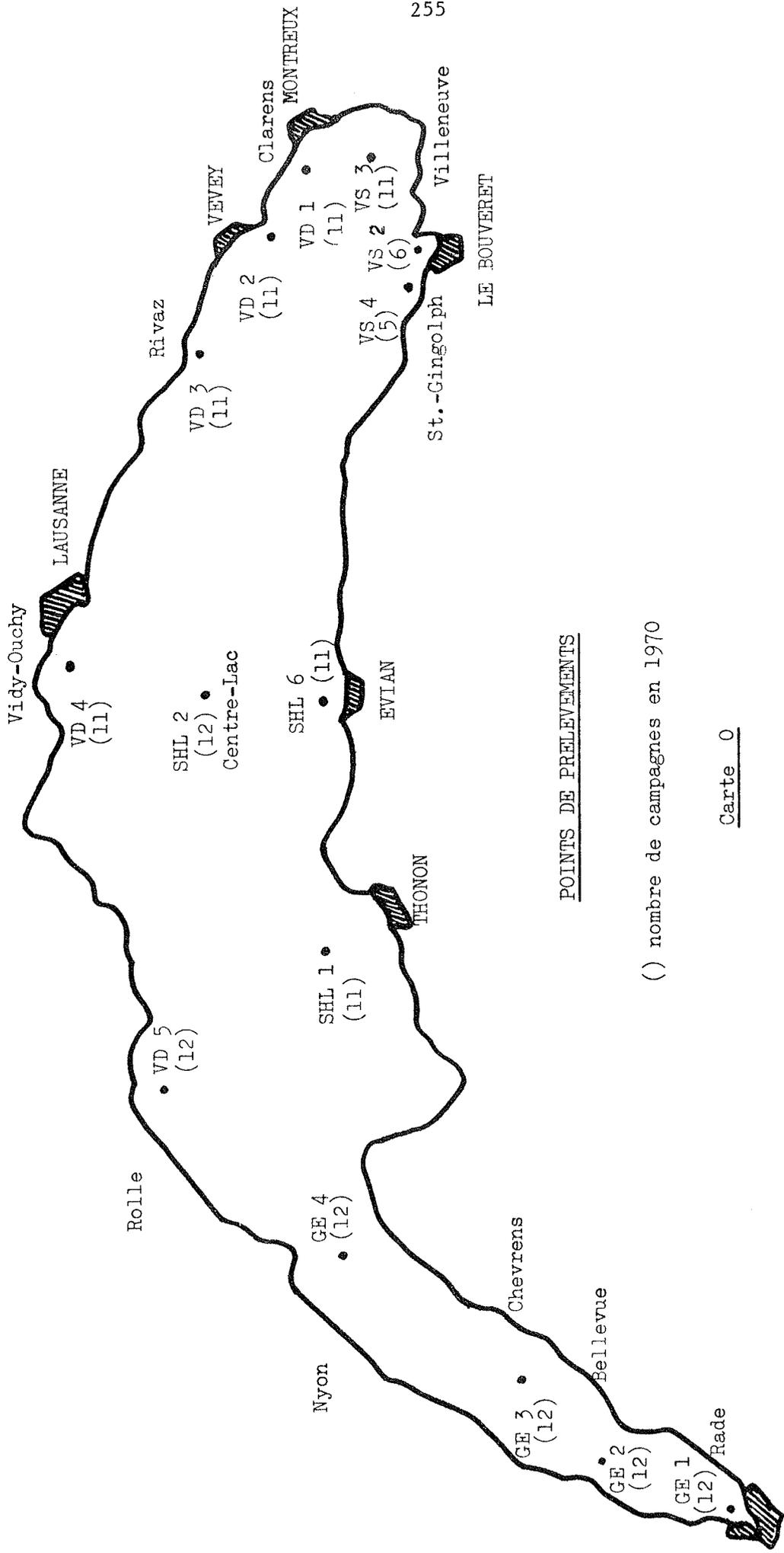
	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyen.
Pt Lac	32	25	42	17	83	96	96	1oo	71	25	54	o	5o
SHL 2	25	o	58	5o	75	75	6o	84	5o	42	5o	59	54

Clostridium sulfito-réducteurs (%)Tableau C.

	1969	1970
GE 1	41,5	52,0
2	25,5	62,0
3	67,5	66,0
4	64,0	30,0
=====		
Pt Lac	67,0	58,0
=====		
SHL 2	--	48,0

Bactériophages (%)Tableau D.

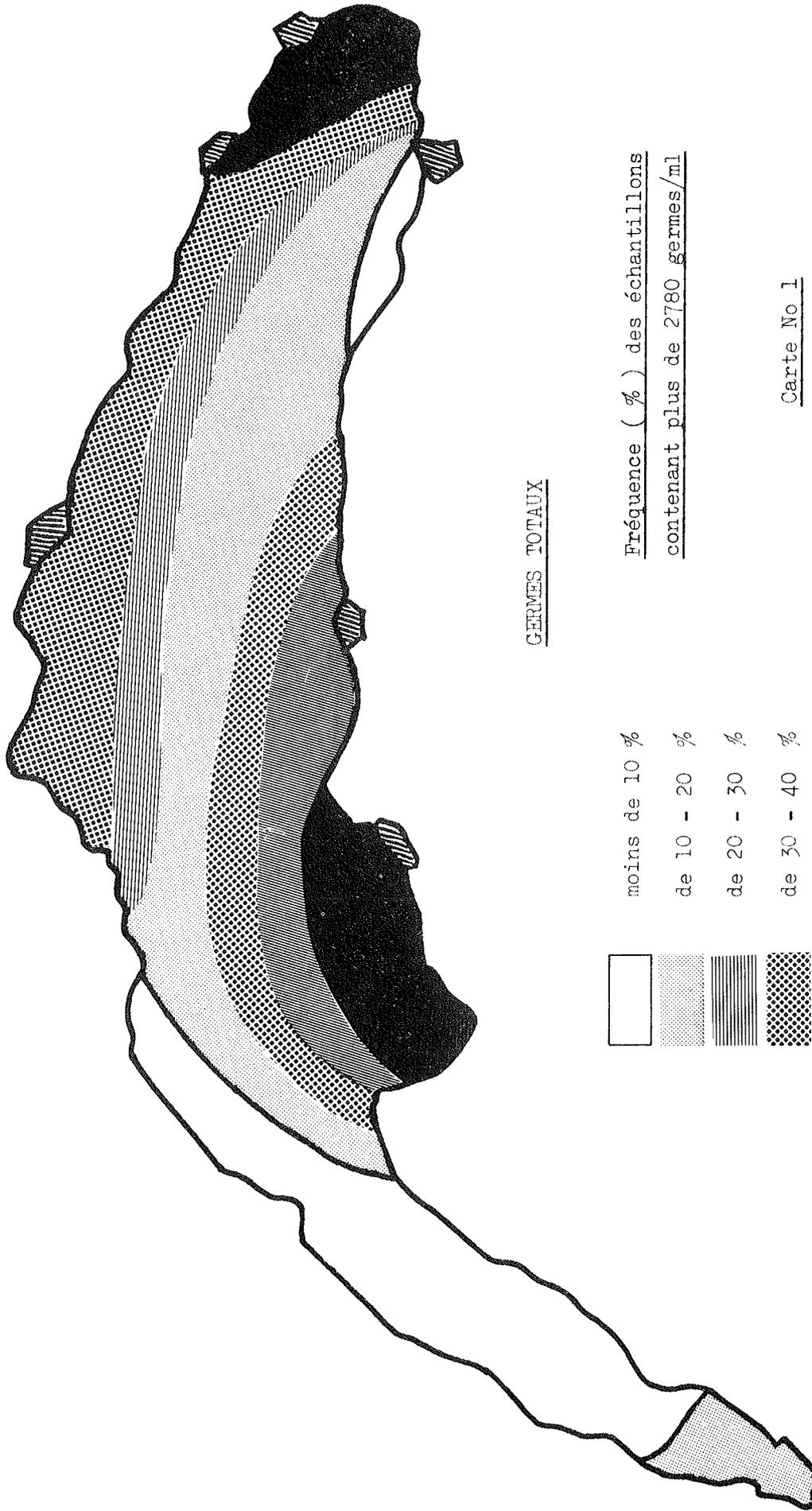
	Coli 36		Shigella paradysent.		Salmonella paratyphi B	
	1969	1970	1969	1970	1969	1970
GE 1	25,0	25,0	33,3	25,0	0	0
2	16,7	19,0	15,5	16,7	0	0
3	12,5	18,7	14,6	14,6	1,0	1,0
4	15,6	27,1	21,9	27,0	0	0
=====						
Pt Lac	17,5	22,4	21,3	20,8	0,25	0,6
=====						
SHL 2	--	19,4	--	18,1	--	0,7



POINTS DE PRELEVEMENTS

() nombre de campagnes en 1970

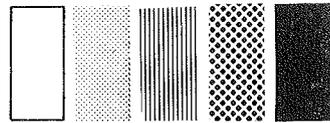
Carte 0



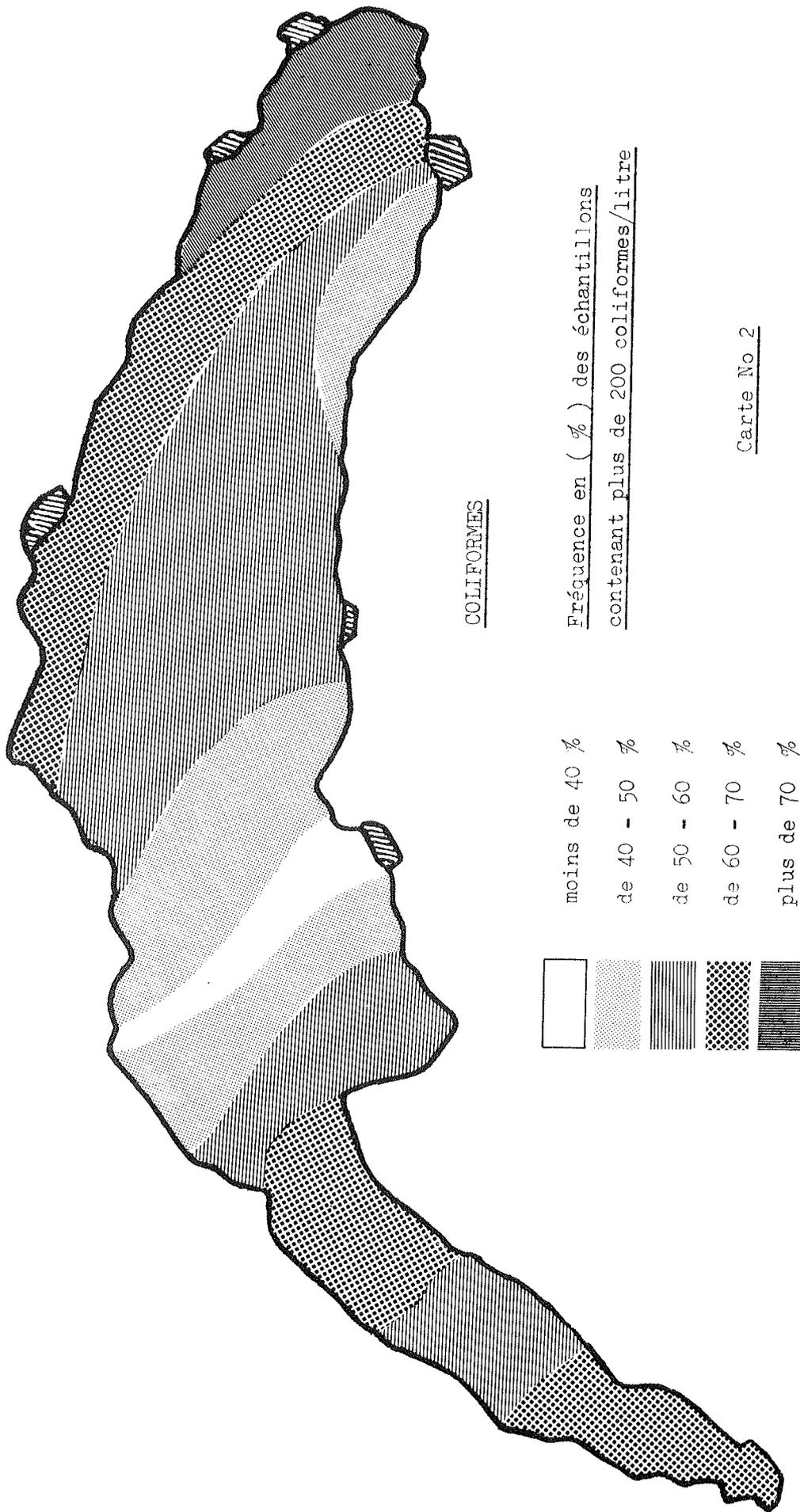
GERMES TOTAUX

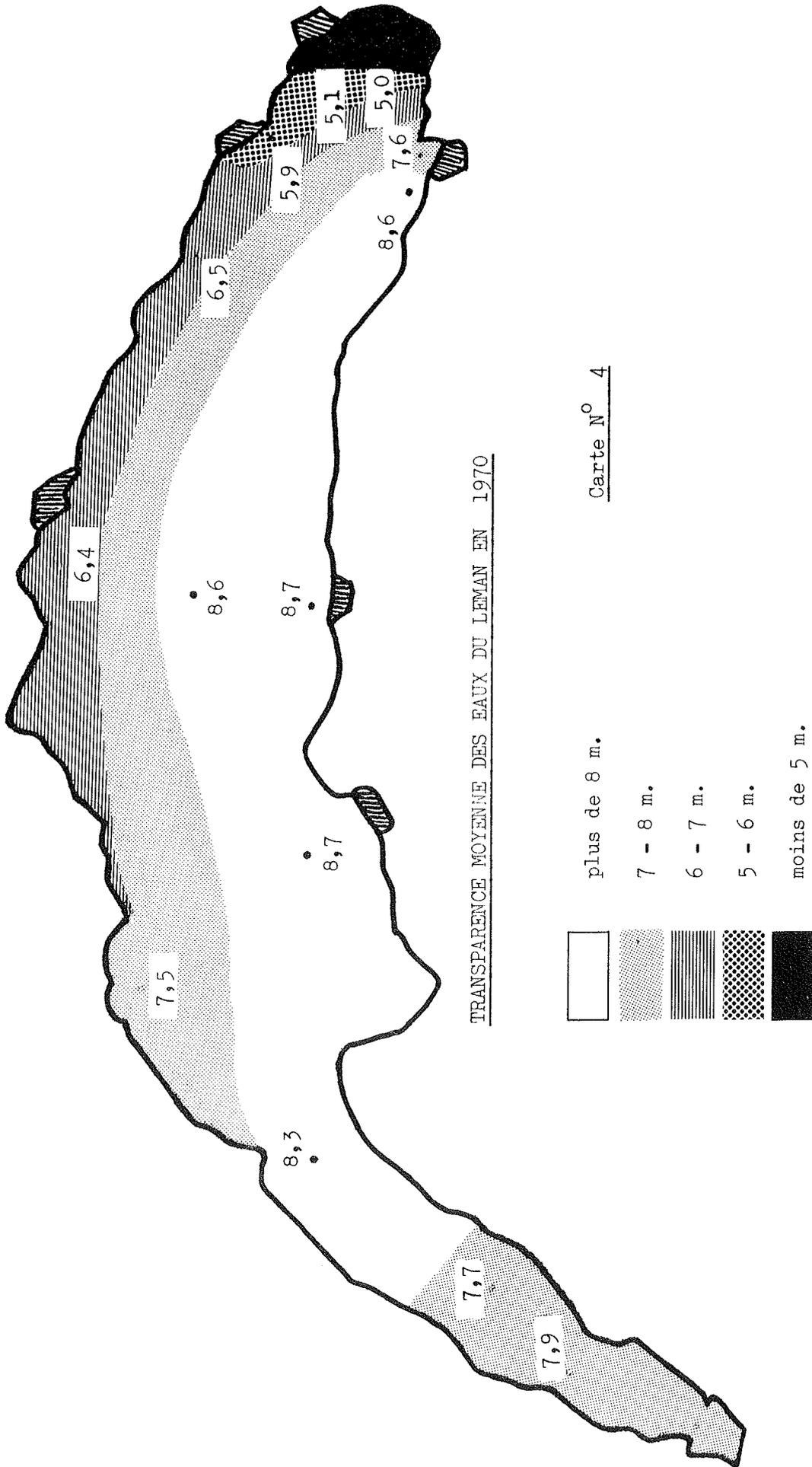
Fréquence (%) des échantillons
contenant plus de 2780 germes/ml

- moins de 10 %
- de 10 - 20 %
- de 20 - 30 %
- de 30 - 40 %
- plus de 40 %



Carte No 1





TRANSPARENCE MOYENNE DES EAUX DU LEMAN EN 1970

Carte N° 4

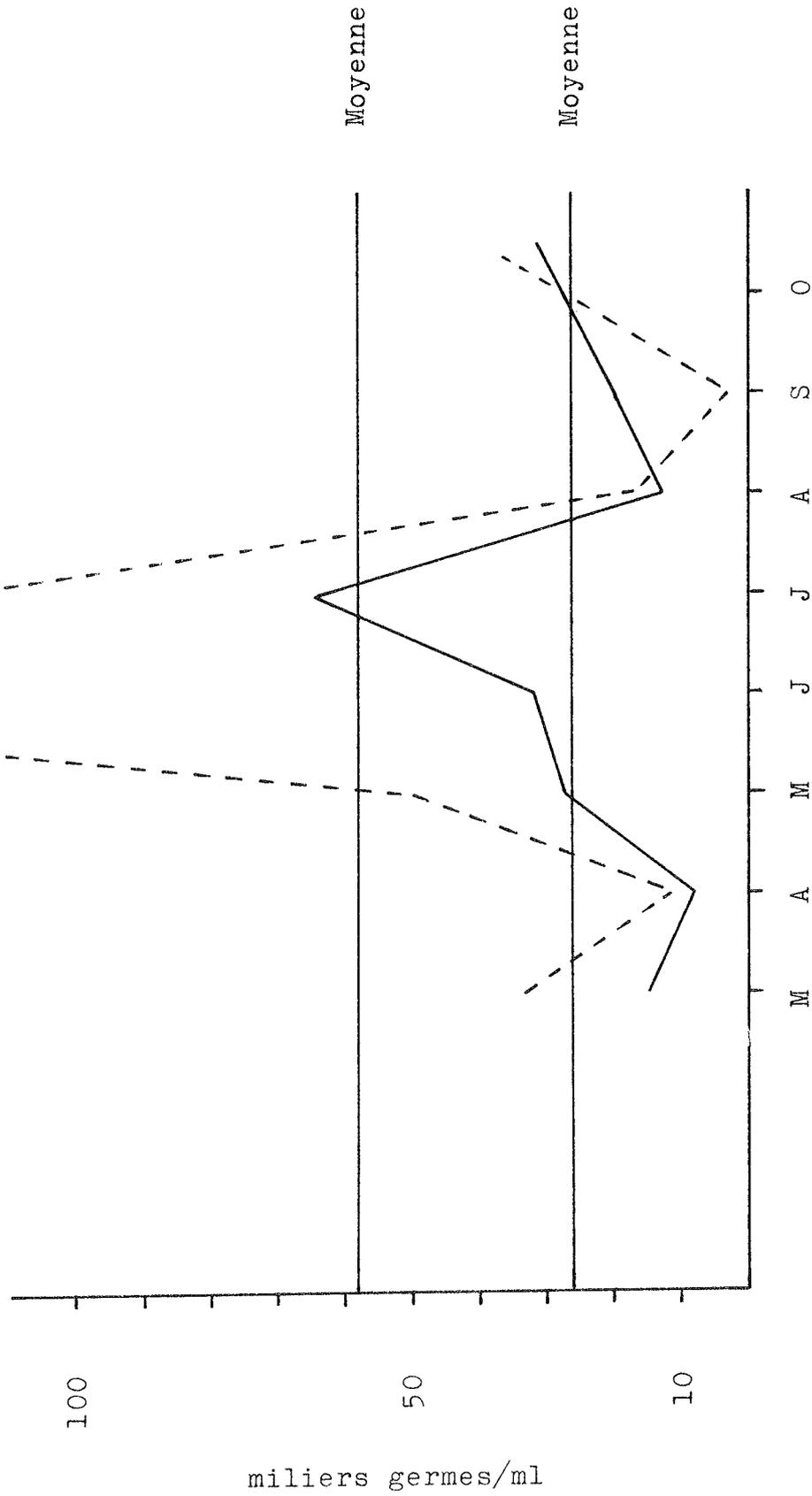


Figure 1 Moyennes mensuelles des teneurs en germes/ml des plages genevoises en 1970 - Plages de la rive gauche (—), Plages de la rive droite (-----).

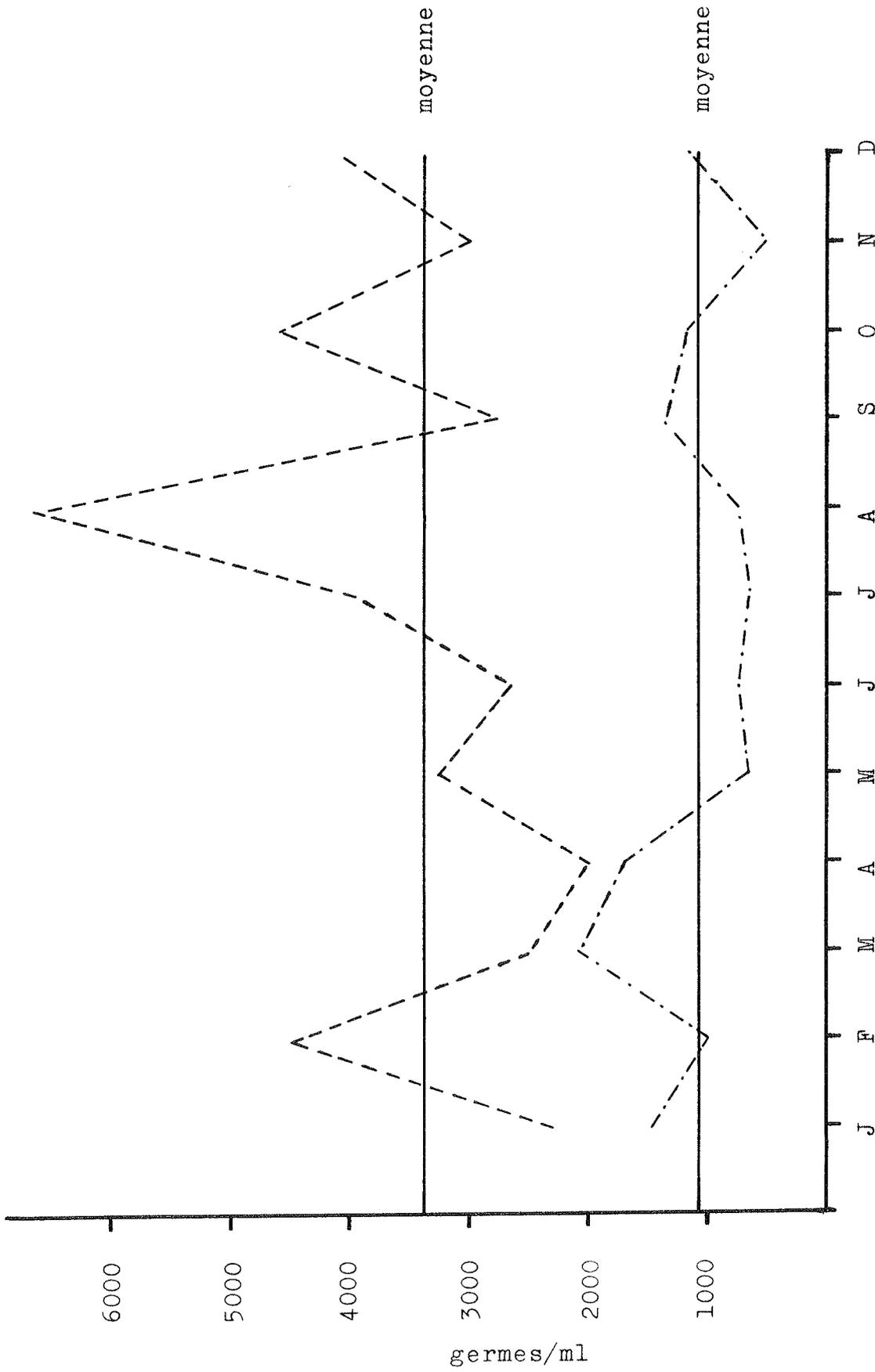


Figure 2. Moyennes mensuelles des teneurs en germes/ml du Grand-Lac (----) et du Petit-Lac (-.-.-) en 1970.

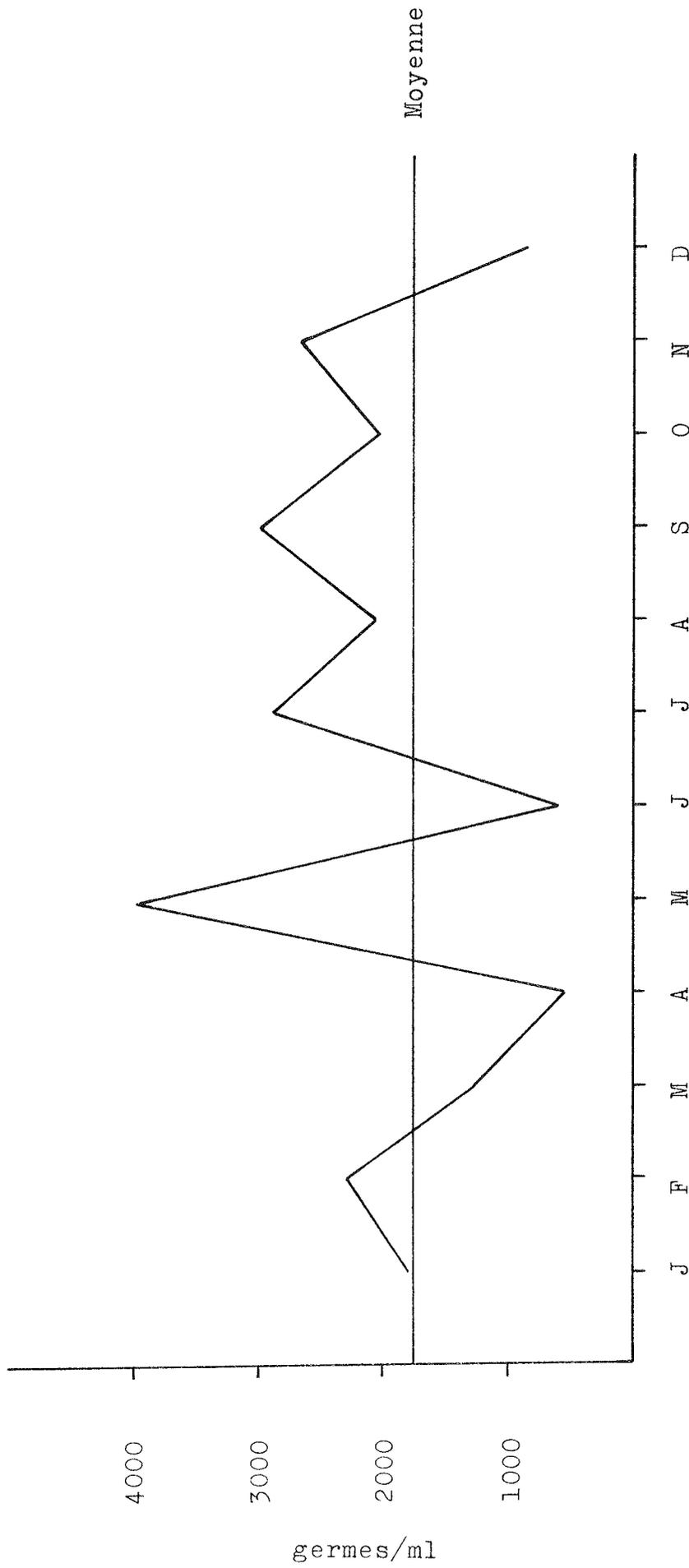


Figure 3 Moyenne mensuelle des teneurs en germes/ml du point
SHL 2 en 1970 .

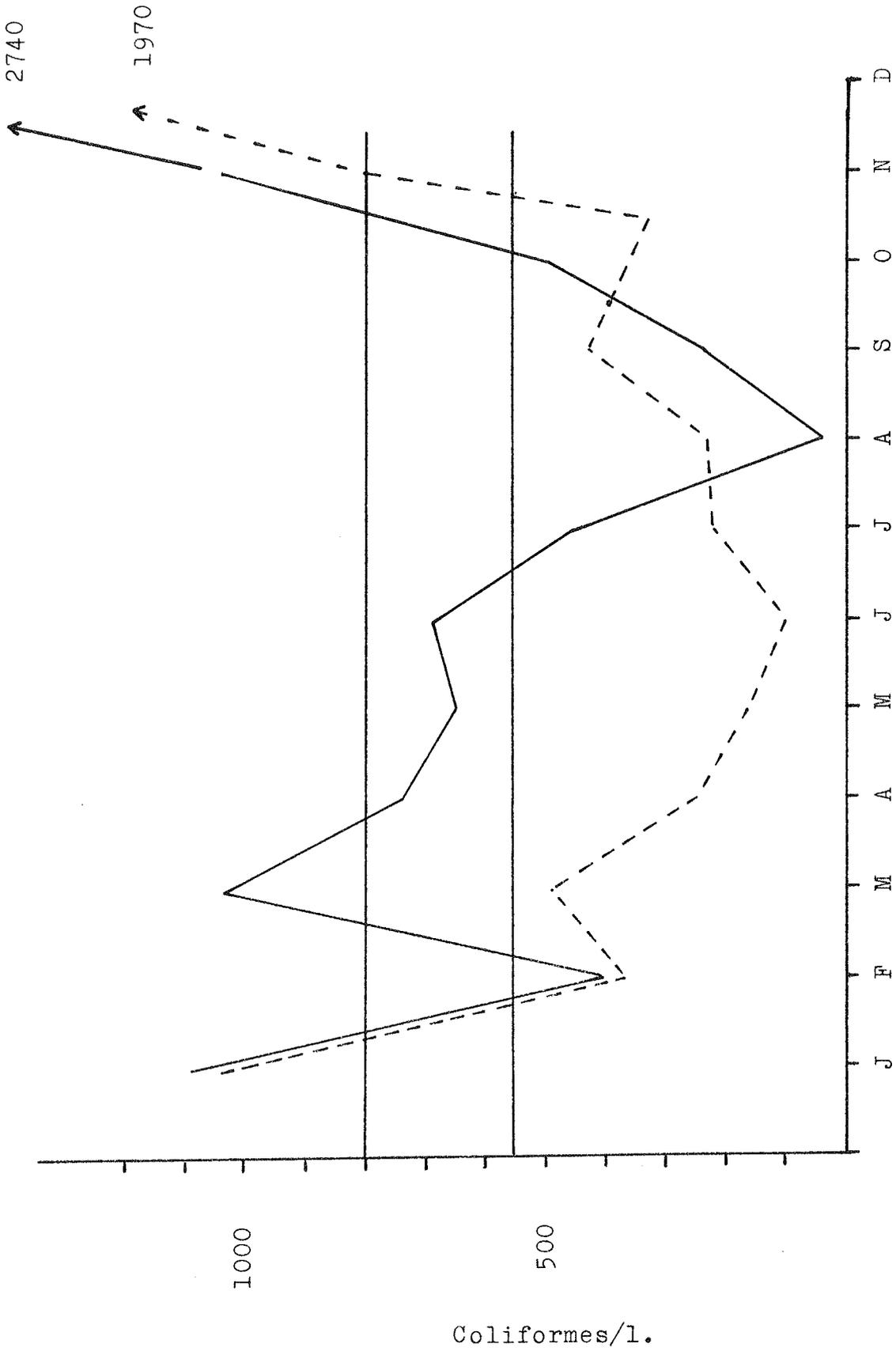
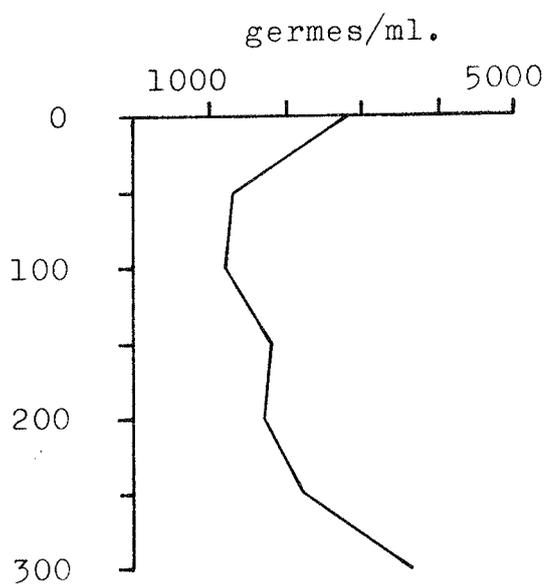
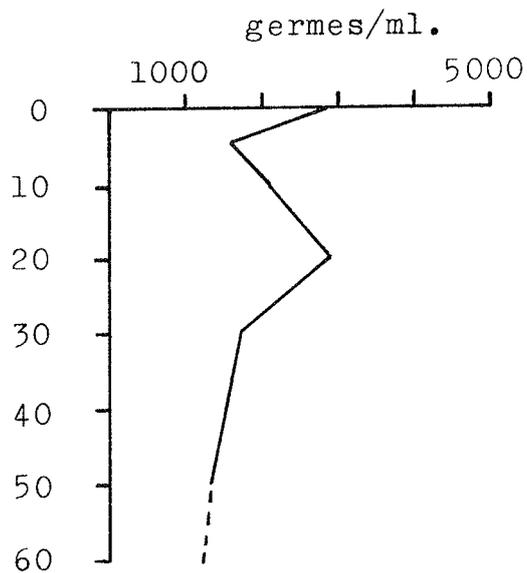


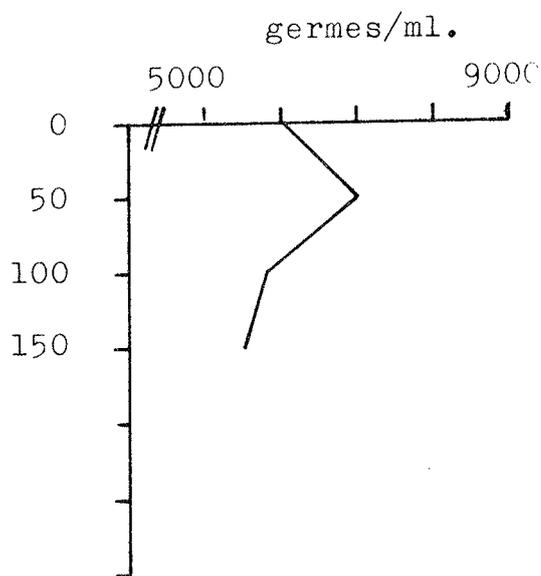
Figure 4 Moyennes mensuelles des teneurs en coliformes/l. du Grand-Lac (—) et du Petit-Lac (----) pour 1970.



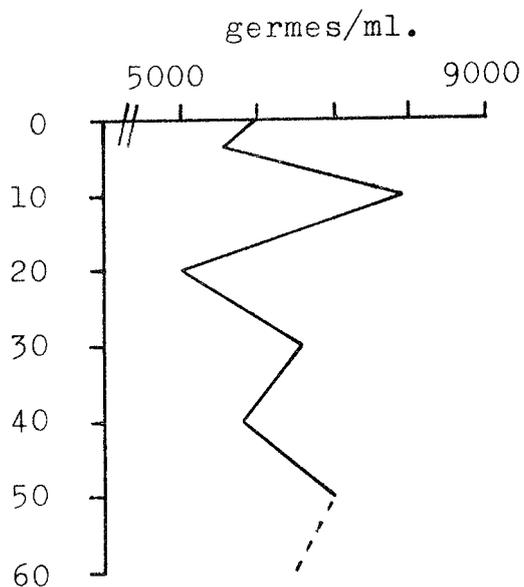
SHL 2 : 0-300 m



SHL 2 : 0-50 m.

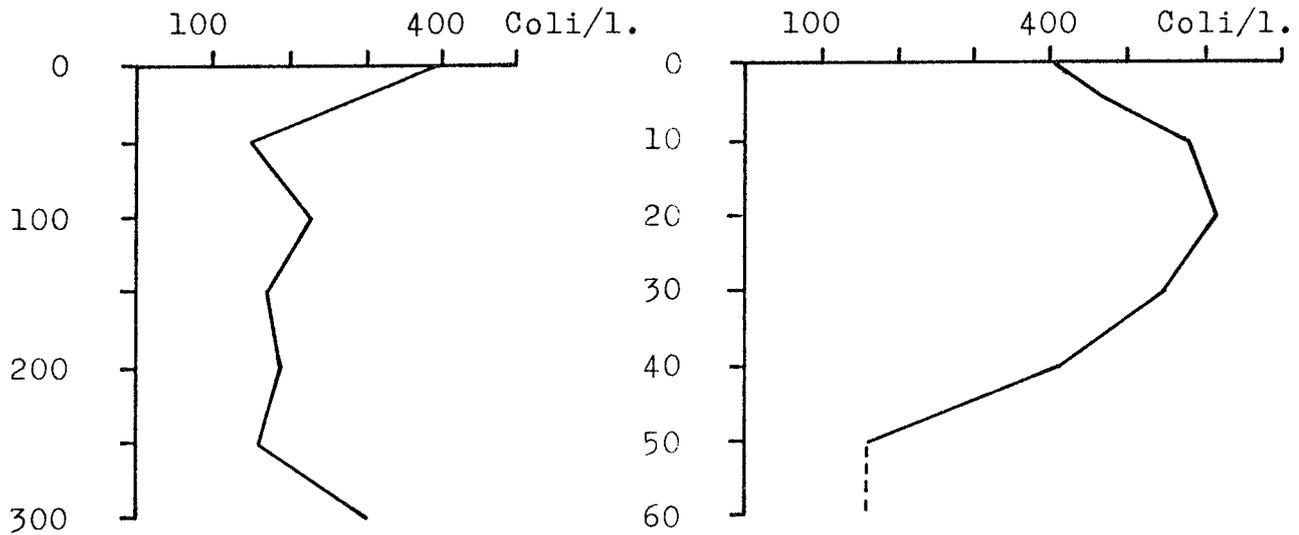


SHL 1 : 0-150 m.



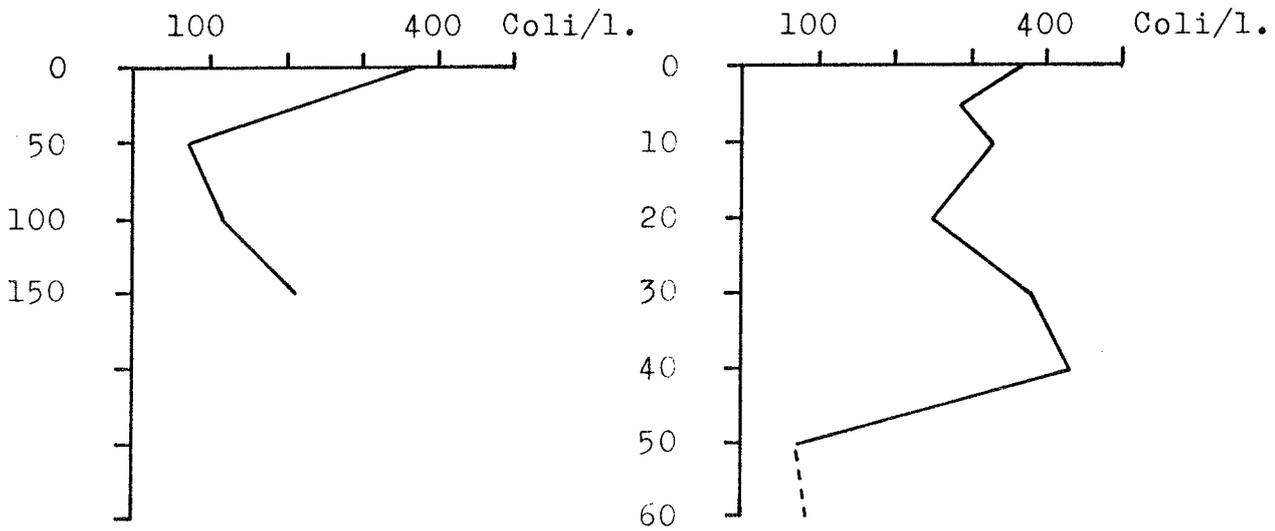
SHL 1 : 0-50 m.

Figure 5 Répartition des germes totaux suivant la
profondeur (moyennes mensuelles de 1970)
aux points SHL 1 et SHL 2 .



SHL 2 : 0-300 m.

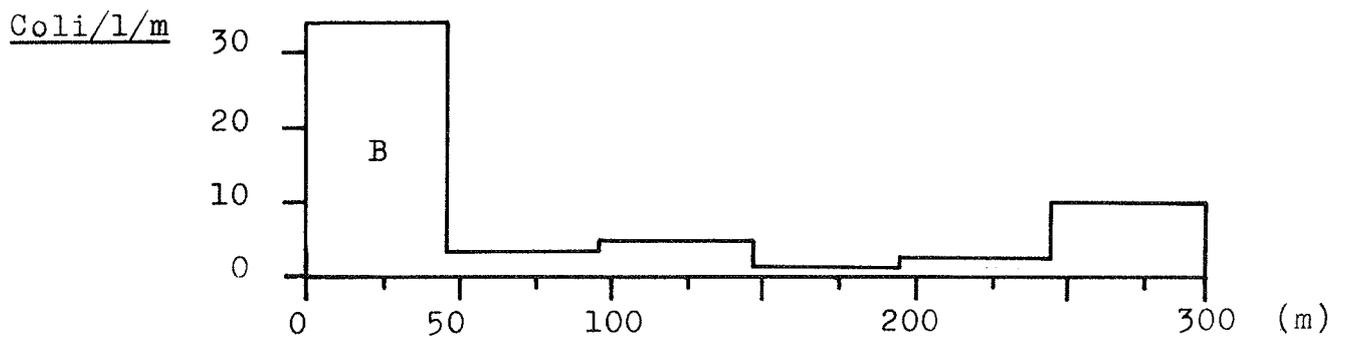
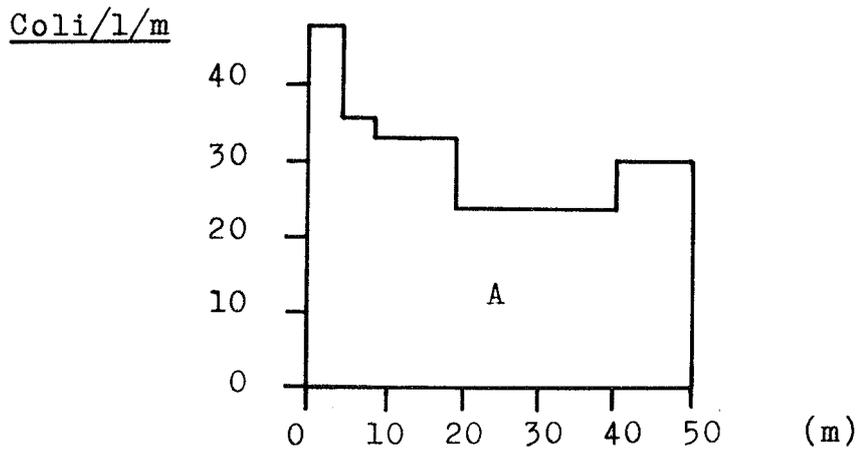
SHL 2 : 0-50 m.



SHL 1 : 0-150 m.

SHL 1 : 0-50 m.

Figure 6 Répartition des coliformes suivant la
profondeur (moyennes mensuelles de 1970)
aux points SHL 1 et SHL 2 .



Amplitudes moyennes des variations du nombre de coliformes/l. en fonction de la profondeur.

A : de 0 à 50 m. B : de 0 à 300 m.

figure No 7

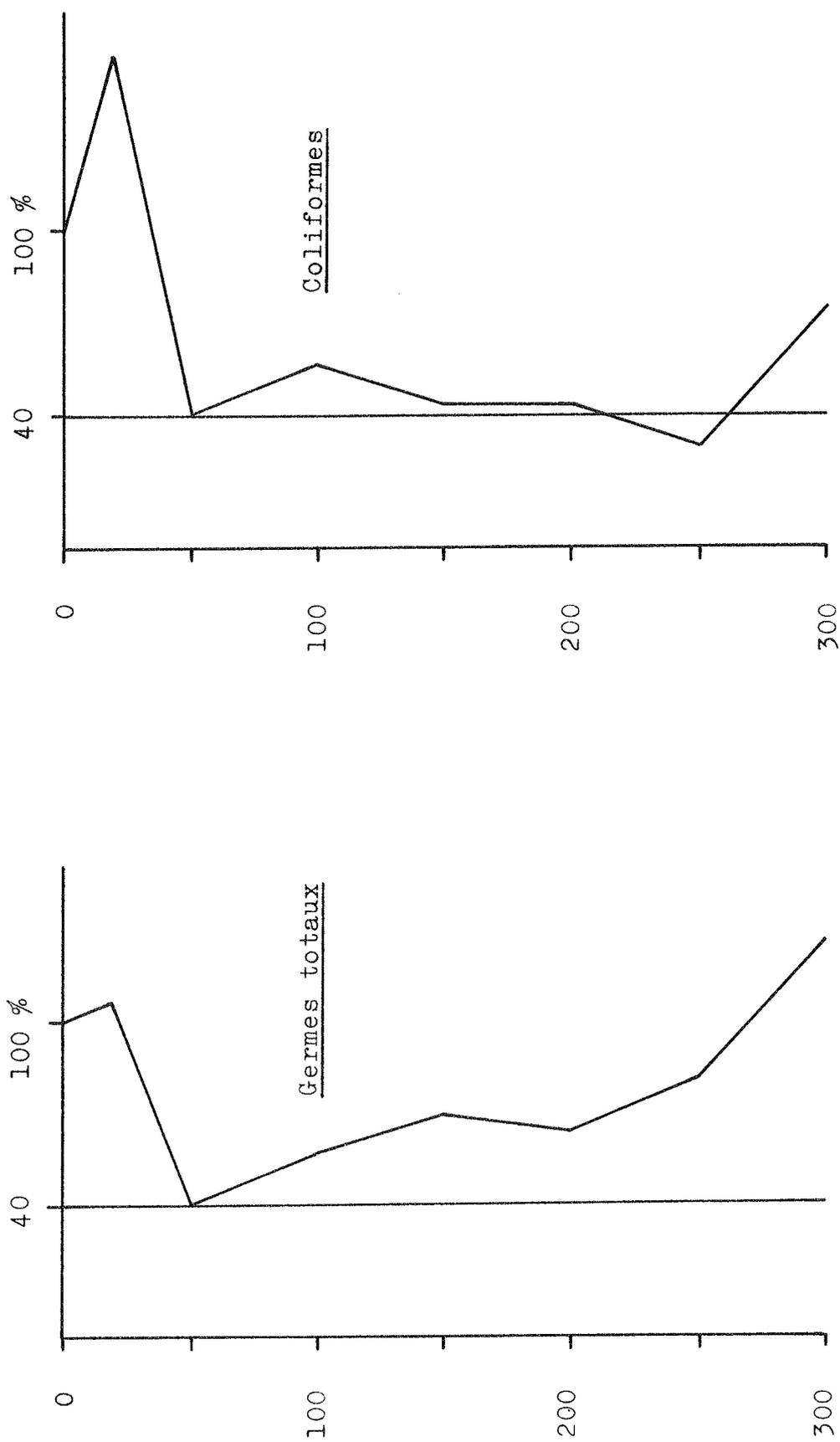


Figure 8 Variations du nombre de germes et de coliformes en fonction de la profondeur au point SHL 2 en pourcent de la concentration de surface .

ETUDE DU LAC LEMAN

