

En général, la flore arbustive ou sous-arbustive et herbacée est assez bien connue; il n'en est pas de même de la flore herbacée sous-lacustre pour laquelle beaucoup de données aux points de vue floristique et répartition géographique manquent encore.

L'aperçu que j'ai rassemblé ici n'est pas complet et présente des lacunes inévitables. Le lecteur voudra bien se référer aux travaux originaux des auteurs.

CHAPITRE IV.

LE MILIEU PHYSICO-CHIMIQUE ET ÉCOLOGIQUE.

Le présent travail englobe dix-neuf lacs principaux énumérés ci-après (Table 5), pour lesquels un certain nombre de renseignements ont été publiés au double point de vue écologique et physico-chimique.

Plusieurs auteurs, de même que des organisations officielles, ont eu l'occasion de faire quelques mesures ou des prélèvements, qui furent analysés ensuite dans des laboratoires en Afrique ou en Europe. Citons : F. HUNDESHAGEN (1909); L. STAPPERS (1915); T. PHILLIPS (1921); G. W. GRAHAM (1925); P. M. TOTTENHAM (1926); M. GRABHAM (1929); P. JENKIN (1929); E. B. WORTHINGTON (1930); L. C. BEADLE (1932); H. DAMAS (1937); C. K. RICARDO (1939); R. S. A. BEAUCHAMP (1939); G. BINI (1940); EAST-AFRICA HIGH COMMISSION (1952); enfin J. KUFFERATH, membre de la MISSION HYDROBIOLOGIQUE BELGE AU LAC TANGANIKA, qui a publié, dans le volume I des résultats de la Mission, les premières données au sujet de ses recherches (1952).

Malheureusement, les renseignements complets sont rares, car dans beaucoup de cas les récoltes et observations n'ont été qu'occasionnelles, la plupart du temps faites aux points de vue des pêcheries et de la productivité, et peu d'expéditions scientifiques spécialisées ont pu s'occuper de l'étude limnologique des lacs.

Les analyses chimiques sont le plus souvent incomplètes et se bornent à l'alcalinité, au pH, aux teneurs en silicates et phosphates, de sorte qu'il est pratiquement impossible, dans beaucoup de cas, d'établir une balance ionique et d'en déduire la classification chimique du lac en question; il est vrai que les déterminations analytiques sur le terrain en Afrique sont la plupart du temps particulièrement délicates à exécuter correctement, dans des conditions parfois pénibles, et les difficultés à surmonter sont quelquefois considérables.

Dans ces conditions il faut souvent se contenter des résultats tels qu'ils sont renseignés dans la littérature, si imparfaits qu'ils soient, en attendant que de nouvelles recherches sur le terrain puissent compléter nos connaissances relatives aux grands lacs Est-africains.

Les diverses eaux des lacs ont été définies comme eaux douces, eaux saumâtres ou eaux salées, sans qu'on sache exactement entre quelles limites il faut considérer ces appellations. A la fin de ce chapitre j'aurai l'occasion de revenir sur cette question.

Momentanément la classification demeure, par conséquent, assez délicate; aussi les lacs ont-ils été simplement classés par ordre alphabétique (Table 5); plus tard on essaiera de les intégrer dans un système de classification chimique et limnologique adéquat.

En ce qui concerne les lacs Albert, Édouard et Kivu, les balances et renseignements publiés ici devront plus que probablement subir certaines corrections lorsque les résultats de la nouvelle mission, travaillant actuellement dans ces régions, seront connus.

TABLE 5. — Les principaux lacs Est-africains.

1. — Albert.	11. — Moëro
2. — Bangweolo.	12. — Naivasha.
3. — Baringo.	13. — Ndalaga
4. — Bunyoni.	14. — Nyassa
5. — Chila.	15. — Rodolphe.
6. — Édouard.	16. — Rukwa.
7. — Elmenteita.	17. — Tana.
8. — George.	18. — Tanganika.
9. — Kioga.	19. — Victoria.
10. — Kivu.	

La plupart des renseignements ont été puisés dans les travaux originaux; mais, dans certains cas, les résultats analytiques ont été recalculés afin de les rendre comparables. C'est notamment le cas pour l'alcalinité qui a été présentée en cc³ HCl/N-litre et en CO₂ mg-litre.

1. — LE LAC ALBERT.

Le lac Albert reçoit la totalité des eaux drainées par le lac Édouard et la rivière Semliki et forme avec elles le système du Nil-Albert. Ses eaux se joignent à celles du Nil Victoria. La superficie de ces lacs a beaucoup diminué; en effet, durant la période historique, le niveau du lac Albert aurait été supérieur de trois cents mètres à son niveau actuel. On ne sait exactement expliquer les causes de cette diminution: on pourrait impliquer à la fois les facteurs tectoniques et climatiques en même temps que l'érosion provoquée par les rivières. A une époque géologique récente, la vallée située au Nord du lac Édouard, plus large à

cette époque qu'à présent, était bloquée; son déverrouillage a conduit non seulement à la réduction du lac, mais encore à la formation de la Semliki, qui a cherché sa route vers le lac Albert, situé plus au Nord, en contournant le massif du Ruwenzori par l'Ouest. La Semliki a graduellement érodé son lit et a provoqué de ce fait, un abaissement du lac.

Cette action continue, mais elle est freinée par l'existence d'une barrière rocheuse qui s'étend au travers de la Semliki. La rivière quitte le lac Édouard à son extrémité Nord-Ouest à 0°8'30" de latitude Nord et, après une course d'environ deux cent cinquante kilomètres, elle aboutit au lac Albert à 1°9' de latitude Nord. Dans ses cours inférieur et supérieur la rivière coule dans des plaines alluvionnaires élevées, dans lesquelles elle a creusé un chenal profond, ou traverse des régions marécageuses. Dans la section moyenne, qui a une longueur d'environ cent vingt-six kilomètres, la rivière coule dans une vallée très étroite et profonde couverte d'un manteau forestier très dense. A l'Ouest, cette vallée est limitée par les massifs congolais, formant la paroi du graben; à l'Est, par la puissante chaîne du Ruwenzori, dont les sommets élevés sont situés à quatre mille huit cents mètres au-dessus du niveau de la mer. Au cours de cette distance de cent vingt-six kilomètres, la rivière forme des cataractes et des rapides avec une dénivellation de plus de deux cents quarante mètres.

Pendant son cours, à pente moyenne de 1,2 m par 1,6 km, sauf en sa partie terminale, qui s'achève en delta, la Semliki reçoit les eaux du versant Ouest du Ruwenzori et des escarpements congolais du graben Ouest. Pouvant débiter jusqu'à huit cents mètres cubes par seconde, elle sert d'émissaire au lac Édouard, dont le niveau est à neuf cent quatorze mètres (soit deux cent vingt mètres plus bas que le lac Victoria et trois cents mètres plus haut que le lac Albert), la longueur de quatre-vingts kilomètres et la largeur de trente kilomètres et dont l'étendue, de deux mille deux cents kilomètres carrés, se trouve pour ses trois quarts en territoire belge.

Le lac Albert est menacé d'une destruction future : la Semliki, le Nil Victoria et d'autres rivières remplissent progressivement sa cuvette par les alluvions qu'elles entraînent. La Semliki reçoit directement ou indirectement tout le système de drainage du Ruwenzori, de même que celui du versant Est des montagnes congolaises et toutes les eaux du bassin du lac Édouard. Au moment où elle émerge de la région forestière et des cataractes, la Semliki ralentit son cours, sa pente devient minime et les matériaux entraînés par le courant peuvent se déposer. Ce phénomène a déjà produit une large plaine à la partie méridionale du lac Albert, qui a empiété ainsi sérieusement sur le lac; il en est de même à la partie septentrionale, où les sédiments apportés par le Nil Victoria ont donné lieu à une formation similaire.

Nyamsasi, qui était une île en 1886 sur la côte Sud-Ouest, est devenue une péninsule; les îles qui, en 1876, étaient situées le long de la côte orientale n'existent plus : elles font maintenant partie intégrante des rives. D'un autre côté, l'abaissement du niveau lacustre a causé l'apparition, en 1885, d'une île à un endroit où, en 1879, il n'y avait qu'une expansion lacustre peu profonde. Il ne

semble pas improbable qu'au cours d'une période géologique peu éloignée, le système du bassin du lac Albert puisse se transformer en une grande rivière, depuis les pentes septentrionales de la chaîne du Kivu, où la Rutshuru prend sa source, jusqu'au confluent du Nil et du lac Albert.

Dans la région comprenant les bassins du lac Édouard et du lac Albert, de la Semliki, les précipitations atmosphériques sont élevées : 1.016 à 1.524 mm et plus par an, et le volume de la Semliki en période de crues n'est pas moins de sept cents mètres cubes par seconde. De toute l'eau reçue annuellement par le lac Albert, cinquante à soixante pour cent sont enlevés par évaporation et plus de vingt-quatre milliards de mètres cubes sont évacués annuellement par le Bahr-el-Djebel, en ne comprenant pas dans les calculs les eaux du Nil Victoria.

Situé à 1°9' et 2°17' de latitude Sud et 30°30' à 31°35' de longitude Est, le lac Albert est une étendue d'eau située à environ six cent dix-neuf mètres au-dessus du niveau de la mer. Long de cent quarante-cinq kilomètres, large de quarante kilomètres, son axe longitudinal est dirigé vers le Nord-Est-Sud-Ouest et son centre situé environ à 1°30' de latitude Nord et à 31° de longitude Sud. Il a quarante-deux mètres pour plus grande profondeur et sa ligne médiane marque la frontière Congo-Uganda.

Sa superficie est de cinq mille six cents kilomètres carrés. Il s'étale entre deux escarpements distants de trente-cinq à quarante-six kilomètres. L'escarpement oriental s'élève à cinq cents mètres au-dessus du niveau du lac, tandis que celui de l'Ouest se dresse comme une énorme muraille de mille neuf cents mètres environ.

Cette ligne de fort relief constitue la bordure orientale, surélevée lors des mouvements tectoniques, du plateau qui descend à l'Ouest vers le bassin du Congo. La ligne de séparation des eaux entre le bassin du Nil et celui du Congo vient ainsi passer, dans cette région, à proximité immédiate de la bordure du lac Albert. Le même phénomène se reproduit, d'une manière moins accentuée cependant, tout le long du graben jusqu'au Kivu (M. ROBERT, 1942).

Les côtes du lac Albert sont escarpées de manière abrupte sur à peu près la moitié de son périmètre, et ce n'est qu'au Nord-Est, au Sud-Ouest et au voisinage de Kasenye et Keso que ses côtes sont basses; ceci d'une manière relative encore, car la contrée voisine est assez fortement située au-dessus du niveau des eaux. A l'exception des environs du débouché Nil-Victoria et du coin Sud-Ouest, il n'y a pratiquement pas de marais autour du lac.

Il s'étale sur le fond de la branche occidentale du graben. On rencontre des sources thermales à Kibiro et entre les Murchisson falls, sur le Nil Victoria, et Wadelai.

A l'extrémité méridionale du lac s'étend une large plaine traversée par la Semliki, qui se jette dans le lac au travers d'un marais à végétation très haute, principalement *Aeschynomene elaphroxylon* et *Papyrus*.

Sur les rives orientale et occidentale, les parois du graben se sont rapprochées des rives lacustres et, à beaucoup d'endroits, tombent à pic dans l'eau. Ailleurs, la berge étroite est densément boisée. Une série de paliers très escarpés donne

accès au haut plateau. A l'Est, les sommets de la montagne, coniques et pointus, montent parfois jusqu'à une hauteur de deux mille quatre cents mètres au-dessus du niveau du lac; à l'Ouest, les parois montent de trois cents à six cents mètres. De chaque côté du lac les parois à pic sont tailladées de ravins sauvages, très boisés. De splendides cascades tombent dans ces gorges et très souvent glissent à même le bord du plateau.

Vers le Nord, les collines reculent, depuis les rives, et font place à des étendues horizontales, sur des distances variant de huit à vingt-quatre kilomètres. Sur la rive orientale, à cent quarante-sept kilomètres de la rive méridionale du lac, le Nil Victoria se jette dans le lac, sur une largeur d'un peu moins de neuf kilomètres, au travers d'une végétation très drue, le delta du Nil, lui-même, s'étendant sur une largeur de six kilomètres.

L'estuaire du courant principal est obstrué par une barre; le courant y est lent à travers une masse de chenaux latéraux; l'apparence du lac ne donne d'ailleurs pas l'impression qu'une grande rivière le rejoint à cet endroit.

Sur une longueur de huit à neuf kilomètres au Nord du confluent du Nil Victoria et du lac Albert, celui-ci ne comporte pas de rétrécissement notable. Ensuite, au contraire, les deux berges se rapprochent et un courant, se dirigeant vers le Nord, devient perceptible. Le lac est devenu maintenant le Bahr-el-Djebel.

Le lac Albert est peu profond et la région méridionale, sur une distance considérable, ne mesure pas plus de neuf mètres. Les sondes les plus profondes dans cette région n'ont donné que quinze à seize mètres et la profondeur moyenne y est de neuf à douze mètres. Il y a cependant des endroits plus profonds, comme on le verra plus loin.

Des renseignements au sujet du lac Albert ont été publiés dans un récent travail de G. M. TH. MEESSEN (1951).

TABLE 6. — **Etiage du lac Albert à Butiaba**
(d'après C. E. P. BROOKS).

Années	Moyennes annuelles en cm au-dessus de 2	Années	Moyennes annuelles en cm au-dessus de 2
1904	72,5	1913	60,0
1905	45,0	1914	65,0
1906	65,0	1915	92,5
1907	55,0	1916	125,0
1908	2,5	1917	275,0
1909	22,5	1918	287,5
1910	—	1919	132,5
1911	22,5	1920	82,5
1912	52,5	1921	25,0

En 1926, E. J. WAYLAND a publié dans les mémoires du GEOLOGICAL SURVEY OF UGANDA quelques notes au sujet du lac Albert. Il signale notamment qu'on admet que chaque année le niveau du lac Albert est le plus bas en avril-juin et le plus haut en décembre. La plus grande différence atteint environ soixante centimètres, mais on connaît des variations anormales. La table 6, compilée par C. E. P. BROOKS, de l'OFFICE MÉTÉOROLOGIQUE DE LONDRES, est particulièrement intéressante.

La différence absolue est de vingt centimètres au-dessous du zéro en juillet 1908, à trois cent nonante centimètres au-dessus du zéro en novembre 1917, soit une différence de plus de quatre cent dix centimètres

C. E. P. BROOKS (1923) a montré des variations analogues au lac Victoria et a conclu à un parallélisme entre le niveau du lac et le nombre de taches solaires mensuelles; les courbes sont étonnamment semblables, alors qu'aucune corrélation n'existe entre le niveau du lac et les chutes de pluie dans la région considérée.

« Thus the Central African Lakes Victoria and Albert presents us one of the most remarkable known associations of the cosmic and terrestrial phenomena. The agreement between the sunspot curve and the lake-levels in the past thirty years (C. E. P. BROOKS écrit en 1923) has been so close that one can have little hesitation in prophesying that it will be maintained in the future and that having reached their lowest level for the time being in 1922 the lakes will rise again, slowly at first and then more rapidly, to another maximum about 1927 or 1928. »

Et, en effet, dit E. J. WAYLAND (1926), depuis la communication de C. E. P. BROOKS, le niveau du lac a nettement monté.

Dans une publication très récente, F. DIXEY (1953) conclut aussi à une corrélation entre les taches solaires et le niveau de certains lacs.

« It is concluded that over an interval of about fifty years the levels of lakes Albert, Victoria and Tanganika show periods of close correlation with sunspot numbers. The same appears true for lake Nyassa, but in this case the relationship is complicated by the interference of outflow consequent upon the formation and destruction of barriers in the bed of the Shire River. The correlation probably applies also to a number of other African lakes. It is suggested therefore that the climatic conditions of this considerable part of eastern Africa are dependent, at least in part, upon the effects of sunspot variations.

» From a study of the graphs it may easily be claimed that there is reasonable probability that for a given sunspot maximum these lake levels will stand relatively high, and that for a given minimum they will be relatively low. »

Nous trouvons dans le même mémoire de E. J. WAYLAND un tableau groupant quelques analyses de l'eau du lac Albert faites sur échantillons provenant de différents endroits (Table 7).

TABLE 7. — Analyses de l'eau du lac Albert.
(d'après E. J. WAYLAND).

Date	Localité	Profondeur de la prise de l'échantillon	Profondeur de la station	Résultats en mg/l				
				Sels totaux dissous	Cl	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	
19.I.1922	Nil Victoria Fajano	2	6	90	8	—	109	
		5,5	6	100	6	—	109	
7.I.1922	Lac Albert	5 km N.W. Butiaba	2	?	520	36	69	550
			10	?	520	36	58	558
		mi-chemin entre Butiaba et Panyamur	2	?	540	39	42	575
			10	?	540	39	79	537
		11 km E. de Panyamur	2	?	560	36	42	583
			10	?	540	41	42	592
6.I.1922	Jonction lac Albert et Nil Blanc près de Panyamur	2	3	240	19	traces	256	
6.I.1922	Nil Blanc à Mutir	2	4,5	190	12	—	218	
		4	4,5	170	13	—	210	
7.IV.1922	Nil Blanc à Nimula	3	4	140	7	—	176	

Dans une publication concernant la géologie de l'Uganda, publiée en 1949, nous trouvons une table donnant la composition de l'eau de divers lacs et de diverses rivières de l'Uganda. Les échantillons ont été récoltés au cours de diverses missions, entre autres celle de P. M. TOTTENHAM. J'en extrais ce qui a rapport au lac Albert, à la rivière Semliki, au Nil Victoria et au Nil Blanc (Table 8).

E. B. WORTHINGTON a étudié le lac Albert depuis le mois d'août 1927 au mois de février 1928 et les résultats de son exploration ont été publiés en 1930.

Ses sondages ont montré, vers la frontière du Congo belge, où l'escarpement abrupt tombe dans le lac, une profondeur de trente-cinq à quarante-cinq mètres, alors que vers les rives de l'Uganda elle est de vingt mètres, parfois un peu plus.

Le fond est composé de vase molle, sauf vers les rives sablonneuses. E. B. WORTHINGTON a exécuté une série de mesures thermométriques à diverses profondeurs. La température s'est avérée plus élevée que celle des eaux du lac Victoria. D'après l'auteur, ce fait était à prévoir, puisque le climat de la vallée est généralement plus chaud que celui du pays environnant.

TABLE 8. — Composition de l'eau du lac Albert
et de diverses eaux de la région.

Résultats en mg/litre.

Localité	Date	Sels totaux	Carbonates et Bicarbonates	Chlorures
Lac Albert, Nord	6.I.1922	240	256	31
Lac Albert, Nord	7.I.1922	560	625	60
Lac Albert, Butiaba	7.I.1922	520	619	60
Lac Albert, Butiaba	2.IV.1923	560	627	68
Lac Albert, milieu et Sud	27.III.1923	672	689	50
Lac Albert, milieu	27.III.1923	540	641	51
Lac Albert, milieu	7.V.1924	700	601	64
Lac Albert	XII.1948	106	42	10
Semliki	13.IV.1923	368	454	12
Semliki	2.IV.1924	444	512	44
Semliki (Ngamba)	25.XI.1948	685	365	46
Semliki (Ishango)	26.XI.1948	681	440	46
Semliki (Biveramule)	27.XI.1948	551	260	40
Nil Victoria supérieur	26.IV.1923	124	50	9
Nil Victoria inférieur	23.III.1923	72	102	12
Nil Victoria inférieur	7.IV.1923	92	101	10
Nil Victoria inférieur	19.I.1922	90	109	14
Nil Blanc près du lac	30.III.1923	172	210	20
Nil Blanc près du lac	30.III.1923	184	202	20
Nil Blanc à Muter	6.I.1922	190	218	20
Nil Blanc à Nimule	7.IV.1922	140	176	12

Le lac Albert est un lac allongé, relativement étroit, et les escarpements qui le bordent sur deux côtés tendent à forcer les vents à souffler sur toute la longueur. Les vents dominants proviennent de direction Sud-Ouest.

D'assez larges rivières débouchent dans le lac et il est probable qu'il existe un léger courant créé par elles et par les vents, depuis l'embouchure de la Semliki au Sud-Ouest jusqu'au Bahr-el-Djebel au Nord.

La figure publiée dans son travail par E. B. WORTHINGTON (1930) montre les résultats d'un sondage à 17 heures le 6 mai 1928 au large, à 1°56' Nord et 31°2' Est, à environ deux kilomètres de la rive congolaise du lac, où la profondeur totale était de quarante-deux mètres.

TABLE 9.

Date	Heure	Localité	Profondeur m	Transparence m
18.III.1928	11	Baie Butiaba	9,5	3,5
14.V.1928	8,30	1°27 1/4' N, 30°47' E	36,8	2,7
14.V.1928	9,15	1°29 1/4' N, 30°48 1/2' E	38,6	2,7

TABLE 10. — Constituants de l'eau du lac Albert
d'après P. M. TOTTENHAM (1926).

	Milligrammes par litre				
	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 10
Sels totaux dissous	672	540	548	544	560
Carbonate de sodium	non	32	34	42	58
Bicarbonates exprimés en Na ₂ CO ₃ ...	680	609	609	588	567
Chlore	30	31	32	32	41
Chlorure de sodium (équiv. Cl ⁻) ..	50	51	53	53	68
pH	7,8	9,0	9,0	9,2	9,2
N° 3. — 27.III.1923. Lac Albert, profondeur 6 m, le fond étant à 8 m, à un point situé à 150 m de la rive à Kibero.					
N° 4. — 27.III.1923. Lac Albert, profondeur 10 m. Presque au milieu entre Kaiso et Kasenyi.					
N° 5. — 27.III.1923. Profondeur 2 m. Même localité que n° 4.					
N° 6. — 27.III.1923. 2 m de profondeur, environ 5 km depuis la rive Ouest, à une distance de 20 km de Kasenyi.					
N° 10. — 2.IV.1923. Profondeur 50 cm, environ 100 m de distance de la rive, à l'intérieur de la pointe de Butiaba.					

La courbe thermique de E. B. WORTHINGTON montre une très légère stratification.

Le pH est réellement élevé pour une eau douce et a la même valeur à la surface qu'au fond. Il y a là un fait très important qui tend à montrer une circulation complète et continue depuis la surface jusqu'au fond.

Le 14 mai 1928, E. B. WORTHINGTON a eu l'occasion de faire une autre série de mesures le long de la côte opposée du lac à 1°30' Nord et 30°48½' Est, à peu près à douze kilomètres de la rive de l'Uganda, où la profondeur totale était d'un peu plus de trente-six mètres. Ici aussi on constate une circulation complète. La température en surface était de 26,6° C et au fond de 27,0° C, le pH était de 9,5 au fond et en surface.

TABLE 11. — Analyse de l'eau des sources chaudes de Kibero d'après P. M. TOTTENHAM (1926).

Résultats en mg/litre.

Sels totaux dissous	4.520
Carbonate de sodium	absent
Bicarbonates exprimés en Na ₂ CO ₃	315
Chlore	2,489
Équivalent en NaCl	4,100
Hydrogène sulfuré	13
Acide sulfurique	7
Magnésie	8

E. B. WORTHINGTON estime qu'il est improbable que le mélange des couches aquatiques se produirait par une circulation nocturne, compte tenu surtout de l'heure à laquelle l'observation a été faite. Il pense plutôt qu'elle est continue, probablement sous l'effet des courants et de l'agitation violente et fréquente occasionnée par les vents dominants.

Au sujet de la turbidité mesurée au disque de SECCHI, quelques chiffres ont été publiés par le même auteur (Table 9).

En ce qui concerne les sels dissous, cinq analyses ont été publiées par P. M. TOTTENHAM (1926); les résultats sont indiqués dans la table 10.

Il n'est pas surprenant, dit E. B. WORTHINGTON (1930), que le n° 3 contienne une quantité plus considérable de sels en solution que les autres échantillons, car à Kibero des sources chaudes déversent leurs eaux dans le lac. Il est probable que les sels du lac Albert doivent leur origine à ces sources et à d'autres, similaires, situées à Mahagi Port, sur la rive opposée.

P. M. TOTTENHAM a publié une analyse de l'eau des sources chaudes de Kibero (Table 11).

Récemment l'EAST AFRICAN HIGH COMMISSION a publié dans son rapport annuel de 1952 une série d'analyses des eaux du lac Albert, qui sont renseignées dans les tables 12 et 13.

En ce qui concerne les facteurs écologiques du lac Albert et leurs effets sur le plancton, ils sont peu connus et demandent à être étudiés de plus près.

TABLE 12. — Constituants de l'eau du lac Albert
(d'après l'EAST AFRICA HIGH COMMISSION).

Résultats en mg/litre.

A.

Profondeur	Surface	10 m	20 m	25 m	30 m
Température °C	28,0	27,4	27,3	27,25	27,1
Oxygène mg/l.	6,8	5,7	5,2	4,8	3,3
% saturation	87,0	72,0	65,0	60,0	41,0
Conductivité	700	700	700	700	700
pH	9,09	9,05	9,05	0,06	8,93
Alcalinité N × 10 ⁻⁴	690	680	690	690	680
Ca mg/l	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Nitrates	0	0	0	0	0,075
Nitrites	0	0	0	0	0
Ammoniaque	0	0	0	0	0
Phosphates	0,2	0,25	0,3	0,2	0,3
Silice	2,0	3,0	3,0	3,0	5,0
Fer	0	0	0	0	0
Chlorures	136	136	136	136	136
Sulfates	10	0	traces	traces	20
Diatomées par cc :					
<i>Nitzschia</i>	3.860	830	850	660	227
<i>Cyclotella</i>	320	86	100	122	75
Analyses des eaux, station 11, 2 km Nord Butiaba, 5-7.XI.1952.					

Constituants de l'eau du lac Albert

(d'après l'EAST AFRICAN FISHERIES RESEARCH ORGANISATION REPT. ANN. 1953).

(Échantillons prélevés le 23 juillet 1953 à 5 milles de Butiaba,
soumis à l'analyse le 18 septembre 1953.)

B.

Profondeur	Surface	43 m
Température °C	28	27
Conductivité	700	720
Alcalinité N $\times 10^{-4}$	70	74
Cl mg/l.	21	33
SO ₄	21,3	26,6
PO ₄	0,15	0,15
Ammoniaque	nd	0,20
NO ₃	nd	nd
Silicates	3	5
Ca	10	9,4
Fe	nd	nd

(Échantillons prélevés à 0°15' Sud — 29°35' Est, le 26 mars 1953,
soumis à l'analyse le 2 avril 1953.)

Profondeur	Surface	20 m	30 m	35 m	40 m	60 m	80 m
Température °C	26,1	25,5	25,4	25,25	25,2	25,0	24,95
Oxygène mg/l	6,86	4,4	3,95	4,63	nd	nd	nd
pH (laboratoire)	9,08	9,12	—	—	9,05	8,98	8,96
Conductivité	900	900	—	—	900	900	900
Alcalinité N $\times 10^{-4}$..	147	103,5	—	—	128	115	106
Cl mg/l.	23,2	23,2	—	—	23,2	23,2	23,2
PO ₄	0,05	0,038	—	—	0,1	0,2	0,3
Ammoniaque	0,14	0,14	—	—	0,2	0,48	0,92
NO ₂	nd	nd	—	—	0,008	nd	nd
NO ₃	nd	nd	—	—	nd	nd	nd
Silicates	5	5	—	—	8	12	16
Ca	14,0	13,4	—	—	13,4	13,2	13,0
Mg	31,8	37,6	—	—	28,2	26,8	32,4
Fe	nd	nd	—	—	nd	nd	nd

TABLE 13. — Analyse de l'eau du lac Albert et de l'entrée du Nil.

3-4 août 1951.

	Lac Albert		Entrée du Nil
	Surface	25 m	
Conductivité	710	710	100
Alcalinité N/l... ..	84,5	89,5	1,2
pH	8,4	9,0	7,0
SiO ₂	—	4	6
PO ₄	0,3	0,3	traces
NH ₄	0,04	0,04	0,14
NO ₃	—	0	0
Fe	0	0	1
Cl ₂	25	25	4
Ca	16	16	12
SO ₄	< 1 mg	< 1 mg	< 1 mg

TABLE 14. — Lac Albert et environs. Caractéristiques des eaux.

EAST AFRICAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION (1952).

Date	Butiaba 25.VI.1952	Bukuku 22.VI.1952	Ntoroko 21.VI.1952	Riv. Musisi 17.VI.1952	Delta Semliki 16.VI.1952
Conductivité	1.120	3.750	575	93	800
Alcalinité	107,5	320,0	53,2	9,38	71,6
Ca mg ⁰ / ₁₀₀	20,0	0,4	12,0	10,0	15,0
NO ₃	traces	0	0	traces	0
NO ₂	—	0	0	0,002	—
NH ₄	—	2,0	traces	0,4	—
Phosphates	0,025	1,3	0,175	0,125	0,425
Silicates	40,0	48,0	16,0	40,0	24,0
Chlorures	20,0	316,0	0	0	0
Sulfates	0	400	0	0	0

2. — LE LAC BANGWEOLO.

Le lac Bangweolo est situé à deux cent quarante et un kilomètres au Sud du lac Tanganika. Il occupe une dépression dans le haut plateau situé à onze cent vingt-sept mètres au-dessus du niveau de la mer; il a soixante-quatre kilomètres de long et l'on estime sa surface à trois mille kilomètres carrés environ, mais ses rives sont indécises, car il se transforme progressivement en marécage et il semble que la transformation définitive n'est pas éloignée (fig. 29).

Au Sud, le Luapula, un des multiples affluents du fleuve Congo, large d'environ un kilomètre et demi, entre dans le lac Bangweolo. La source de cette grande rivière est probablement le Zambèze, qui se perd dans l'enchevêtrement de marécages, lesquels s'étendent vers le Sud-Ouest sur une distance de soixante-quatre kilomètres ou plus. Ces marais faisaient autrefois partie du lac Bangweolo, qui englobait aussi le lac Kampolombo, long de trente-deux kilomètres et large de douze, non loin de la sortie du Luapula. Entre ces deux formations, les deux rivières bouchent progressivement le Bangweolo, le Zambèze remplissant les marais, alors que le Luapula draine les eaux peu profondes pour les transformer en marécages et finalement en savane. La cuvette très évasée du Bangweolo est encombrée d'un fouillis de végétation marécageuse. Les contours mal définis du lac, ou plutôt de l'immense marécage, peuvent être difficilement précisés et varient considérablement suivant les saisons. En période sèche, cette expansion lacustre a une superficie qui peut être évaluée à environ quatre mille cent cinquante kilomètres carrés (M. ROBERT, 1942).

P. WEATHERLY (1898) a trouvé la source du Zambèze dans une vaste mer de *Papyrus* et a été informé qu'en saison sèche cette grande rivière était si réduite

TABLE 15. — Analyse de l'eau du lac Bangweolo
(d'après C. K. RICARDO, 1939).

Résultats en mg/litre.

Poids spécifique	1,00004	Cl	0,8
Na	5,1	SO ₄ ...	2,3
K	2,2	NO ₃ ...	1,1
Li	—	NO ₂ ...	0,006
Ca	1,1	PO ₄ ...	0,05
Mg	0,1	SiO ₂ ...	16,9
Fe	0,1	CO ₃ ...	néant
Al	0,1	pH	7,0

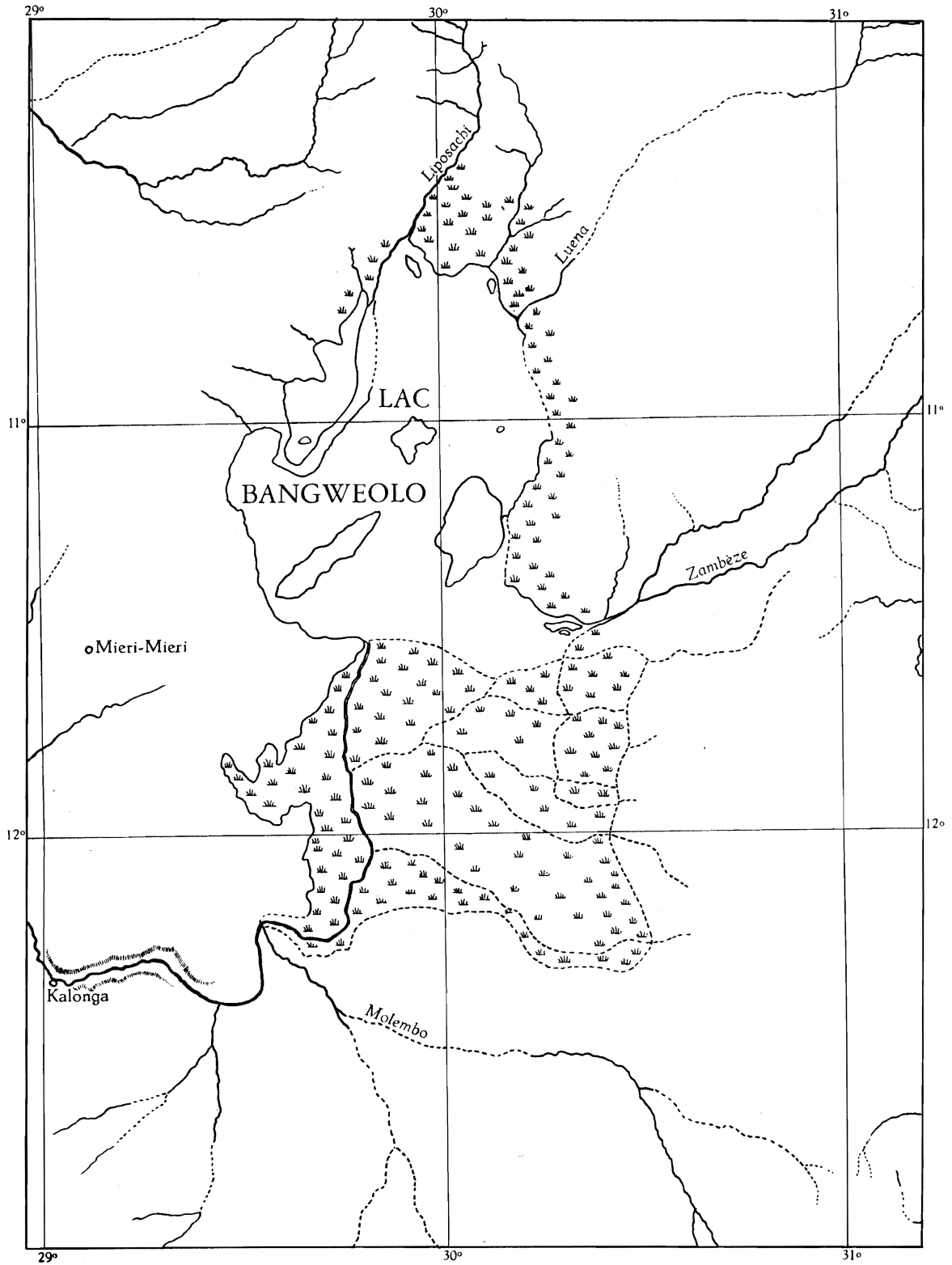


FIG. 29. — Le lac Bangweolo (P. WEATHERLEY, 1898).

que le chenal moyen savait à peine porter une pirogue. A la sortie du Luapula il a trouvé seulement un mètre vingt d'eau et des associations aquatiques de *Nymphaea*.

C. K. RICARDO a publié une analyse de l'eau du lac (1939) (Table 15).

3. — LE LAC BARINGO.

Le lac Baringo fut découvert en 1883 par J. THOMPSON. A deux reprises il fut visité par le comte TELEKI et L. VON HÖHNEL, au cours de leur voyage d'exploration au lac Rodolphe. En dehors des renseignements ichtyologiques récoltés en 1893 par J. W. GREGORY, en 1906 par H. H. JACKSON, entre 1911 et 1916 par F. J. JACKSON, le chimisme et le plancton furent étudiés par P. M. JENKIN, qui a visité l'extrémité Sud du lac. La CAMBRIDGE EXPEDITION y fit deux visites, au mois de décembre 1930 et aux mois de janvier-février de l'année 1931, d'une durée d'environ une semaine chaque fois, et en étudia l'écologie et les ressources ichtyologiques.

Très étroit, le lac Baringo est situé au Sud du lac Rodolphe à la latitude 0°46' Nord et à la longitude 36°15' Est. Le lac a environ dix-neuf kilomètres et demi de large. Il est situé à une altitude de neuf cent soixante mètres. Nulle part la profondeur ne semble dépasser sept mètres et demi. Le fond est horizontal à cette profondeur et ne se relève que vers la partie Nord. Il occupe une partie du fond de la branche orientale du graben et n'a pas d'exutoire. Au Nord il est limité par les montagnes Karosi, à l'Est par les terrasses de l'escarpement de Laikipia, alors que le côté Ouest de la ville est limité par les monts Kamasia.

L. C. BEADLE (1932) a publié un rapport au sujet de l'eau. Le lac est situé dans son propre bassin de drainage, sans émissaire notable. L'eau provient généralement de deux petites rivières situées à l'extrémité Sud et aussi de quelques sources chaudes situées sur l'île Olkokwa. Alors que l'eau des sources est très alcaline : 32 cc HCl N/litre, l'eau du lac est relativement douce : 5,7 cc HCl N/litre.

A cause de l'altitude le climat est plus tempéré que près du lac Rodolphe, mais il est chaud et sec si on le compare à celui de la vallée des graben aux environs du lac Naivasha. L'eau contient un phytoplancton très dense, ce qui la rend très peu transparente. La température de surface vers midi est parfois de 30° C, mais à partir de un mètre de profondeur jusque près du fond, la température est pratiquement uniforme : environ 23,6° C. La nuit, le refroidissement de la surface provoque une circulation et le mélange des eaux; ce dernier est aidé par les vents intermittents, de sorte que l'oxygène est toujours abondant à tous les niveaux.

L. C. BEADLE (1932) a donné un certain nombre de renseignements au sujet du comportement du lac Baringo. Je lui emprunte les détails suivants : Comme c'était à prévoir, dit L. C. BEADLE, le niveau doit avoir monté depuis la visite de P. JENKIN, car elle a mesuré une alcalinité de 10 cc HCl N/litre, alors qu'en décembre 1930 celle-ci est tombée à 5,5 cc HCl N/litre.

En juin 1929 la partie méridionale du lac était remplie d'une dense végétation aquatique (P. JENKIN; 1932), mais par suite des fortes pluies, il y avait une large région de marais au Sud du lac. Cette formation marécageuse comprenait de petites associations localisées de *Papyrus* et de *Paspalidium geminatum* (FORSK.) STAPP., de larges zones de *Pistia stratiotes*, *Azolla* et *Nymphaea*. Parmi ces dernières, *Utricularia* sp., *Ceratophyllum demersum* LINNÉ et *Najas minor* ALL. Sur les bords marécageux, de grandes quantités d'*Eschynomene elaphroxylon* (GUILL. et PERR.) TAUB.

A l'exception de la partie méridionale, le Sud-Est et le Sud-Ouest, les rives sont rocheuses et exemptes de végétation aquatique.

Les variations de la température depuis l'aube jusqu'à midi (station 121, 31.I.1931) ont été figurées dans des graphiques. Il se présente un gradient de température de 4° C dans le premier mètre à midi; à l'aube le gradient est renversé et n'est plus que de 0,1° C environ. Les deux gradients de midi et de l'aube sont continus de la surface jusqu'au fond, et à midi la température au fond était plus élevée de 0,01° C qu'à l'aube.

Ici, en dehors du peu de profondeur, le facteur important est probablement la circulation provoquée par les vents du bassin du Baringo.

Les mesures de température à la surface ont montré des valeurs de 30° C à midi, au cours d'une journée ensoleillée. La table 16 donne une analyse complète faite sur un échantillon de la station 121.

TABLE 16. — Analyse de l'eau du lac Baringo (7 décembre 1930).

Résultats en mg/litre.

Poids spécifique	1,00044	CO ₃	168,0
Na	126,0	Cl	36,0
K	15,0	SO ₄	40,0
Ca	22,0	NO ₂ et NO ₃	traces
Mg	2,0	Li	néant
Fe et Al	36,0		

Alcalinité. Depuis le 7 décembre 1930 au 26 janvier 1931, le niveau avait baissé de trente centimètres environ. Cet abaissement provoqua une augmentation de l'alcalinité des régions pélagiques de 5,5 cc HClN/litre à 5,7 cc HCl N/litre. On n'a pas pu démontrer des variations appréciables pour les différentes régions pélagiques, excepté aux environs immédiats des sources chaudes de l'île Kokwa (station 128) (32 cc HClN/litre, le 2.II.1931).

Les analyses faites à l'aube et à midi à différents niveaux (station 121) n'ont pas montré de différences notables dans l'alcalinité. Ceci est probablement dû au mélange violent produit par les vents réguliers d'après-midi.

pH et CO₂. Le graphique de l'auteur montre qu'au 31 janvier 1931 il y avait une variation diurne du pH de 8,67 à l'aube jusqu'à 8,79 à midi.

Il est difficile d'expliquer pourquoi l'augmentation méridienne du pH se fait aussi dans les couches inférieures; en effet, cela paraît impossible, eu égard aux expériences faites sur place, de production d'oxygène par le phytoplancton, qui montrent peu de photosynthèse au delà du premier mètre. Il y a un peu de diminution de l'oxygène avec la profondeur, ce qui indique une bonne circulation.

Oxygène. Deux graphiques ont été construits au moyen de déterminations faites deux jours de suite, à midi. Le premier jour, le ciel était couvert jusqu'à midi, le second avait un ciel bien dégagé. Ceci, toujours d'après L. C. BEADLE, est indiqué par l'augmentation de l'oxygène produit par la photosynthèse en surface; le second jour, où l'on a atteint une saturation de 105 %. Quoique peu de photosynthèse se fasse au-dessous du premier mètre, l'eau du fond contient environ 81 % de la saturation en oxygène. Ceci ne peut être attribué qu'au mélange provoqué par les vents forts diurnes.

TABLE 17. — Lac Baringo. Eaux de surface.

	VI.1929 (P. JENKIN)	4.XII.1930	30.I.1931
Alcalinité cc HCl N/l	10	5,5	5,7
SiO ₂ mg/l	traces	18,2	15,8
P ₂ O ₅	traces	1,37	1,25

Phosphates. Des estimations de phosphates à la station 121, le 6 décembre 1930 et le 31 janvier 1931, ont donné 1,37 et 1,28 mg-litre de P₂O₅. Les échantillons de surface et de fond pris le 31 janvier 1931 n'ont pas montré de différence appréciable dans la teneur en phosphates (1,28 mg-litre).

La teneur en phosphates de la région pélagique était plus élevée en décembre qu'en janvier. Il semble probable que la teneur augmente dans le courant de la saison des pluies et diminue au cours de la saison sèche.

Silice. Les échantillons de surface (station 121, 4.XII.1930) contenaient 18,2 mg, et le 31 janvier 1931, 15,8 mg SiO₂ par litre.

Comme dans le cas des phosphates, la teneur est identique à la surface et au fond (31.I.1931).

L. C. BEADLE a comparé les résultats de P. JENKIN aux siens et conclut : la diminution de l'alcalinité depuis la première visite et la légère augmentation entre les deux dernières dates (Table 17) sont certainement la conséquence des

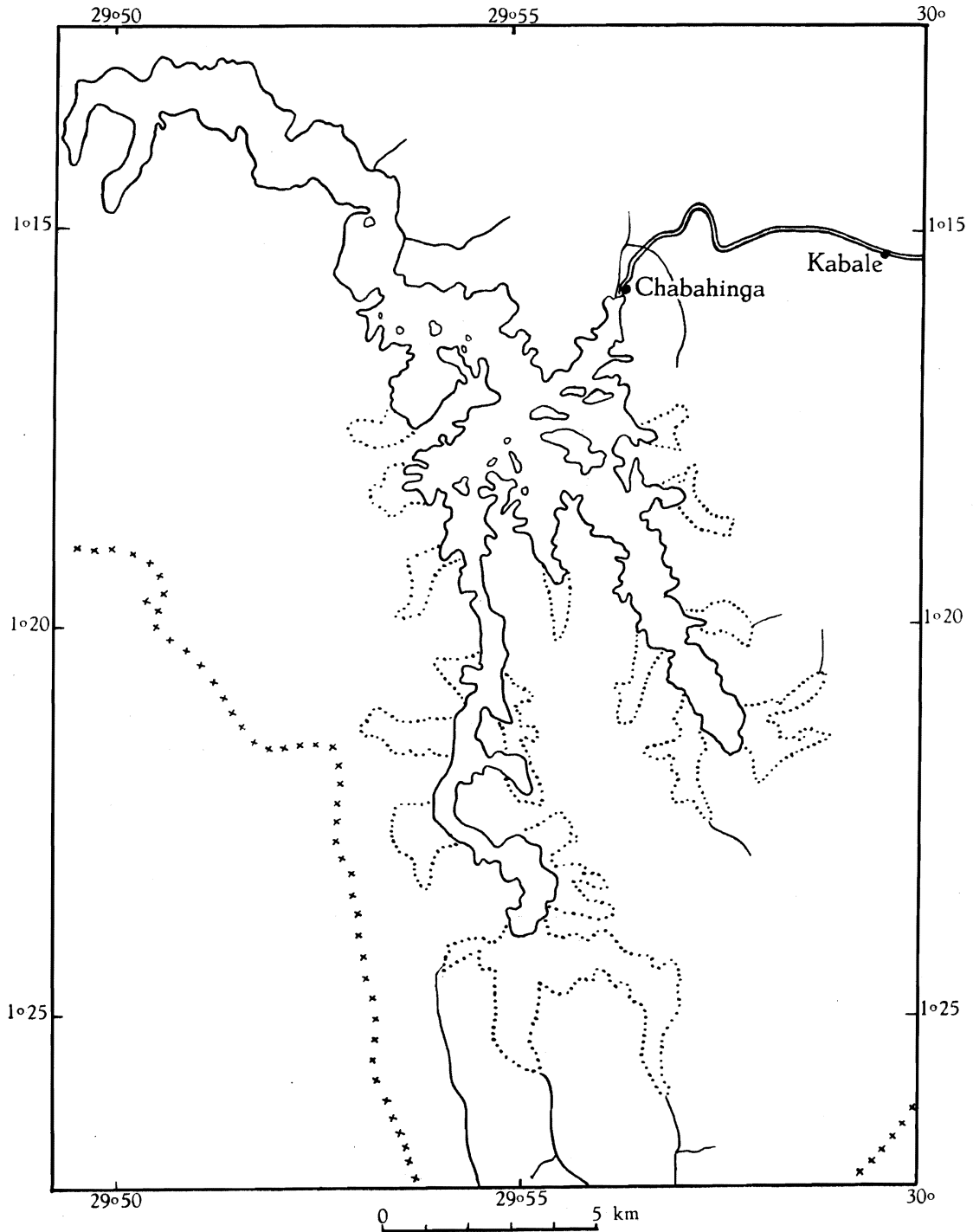


FIG. 30. — Le lac Bunyoni (E. B. WORTHINGTON, 1932).

périodes pluvieuses et des périodes sèches successives. La forte augmentation de la silice et sa diminution paraissent indiquer qu'elle est puisée dans le pays environnant au cours de la saison pluvieuse et diminue au cours de la saison sèche. Il en est probablement de même pour les phosphates.

4. — LE LAC BUNYONI.

La lac Bunyoni, situé à une altitude de mille neuf cent septante-trois mètres, a son centre approximatif situé à la longitude 29°55' Est et la latitude 1°17' Sud. Il a une longueur de vingt-cinq kilomètres, une largeur de huit cents mètres à quatre kilomètres huit cents mètres et sa superficie est d'environ trente-cinq kilomètres carrés (fig. 30).

Il est alimenté par plusieurs petites rivières venant du Sud et drainé par la rivière Ruenzaminda, tributaire de la Rutshuru, alimentant le lac Édouard.

TABLE 18. — Analyse de l'eau du lac Bunyoni.

13 octobre 1952.

Température °C	22,2	Fer	traces
pH	7,42	Chlorures	150
Conductivité	260	Ca	25
Alcalinité, cc ₃ HCl N/l	2,06	Nitrates	0
PO ₄ mg ‰	0,11	Nitrites	0
SiO ₂	8	Sulfates	0
Ammoniaque	0,44		

Composition de l'eau du lac Bunyoni

(d'après l'EAST AFRICAN FISHERIES RESEARCH ORGANISATION REPT. ANN. 1953).

26 juin 1953.

	Eau de surface
pH	7,05
Conductivité	99
Alcalinité N × 10 ⁻⁴	12
Cl mg/l.	6
SO ₄	nd
PO ₄	nd
NO ₃	nd
NO ₂	nd
Silice	2
Ca	11,3
Fe	nd

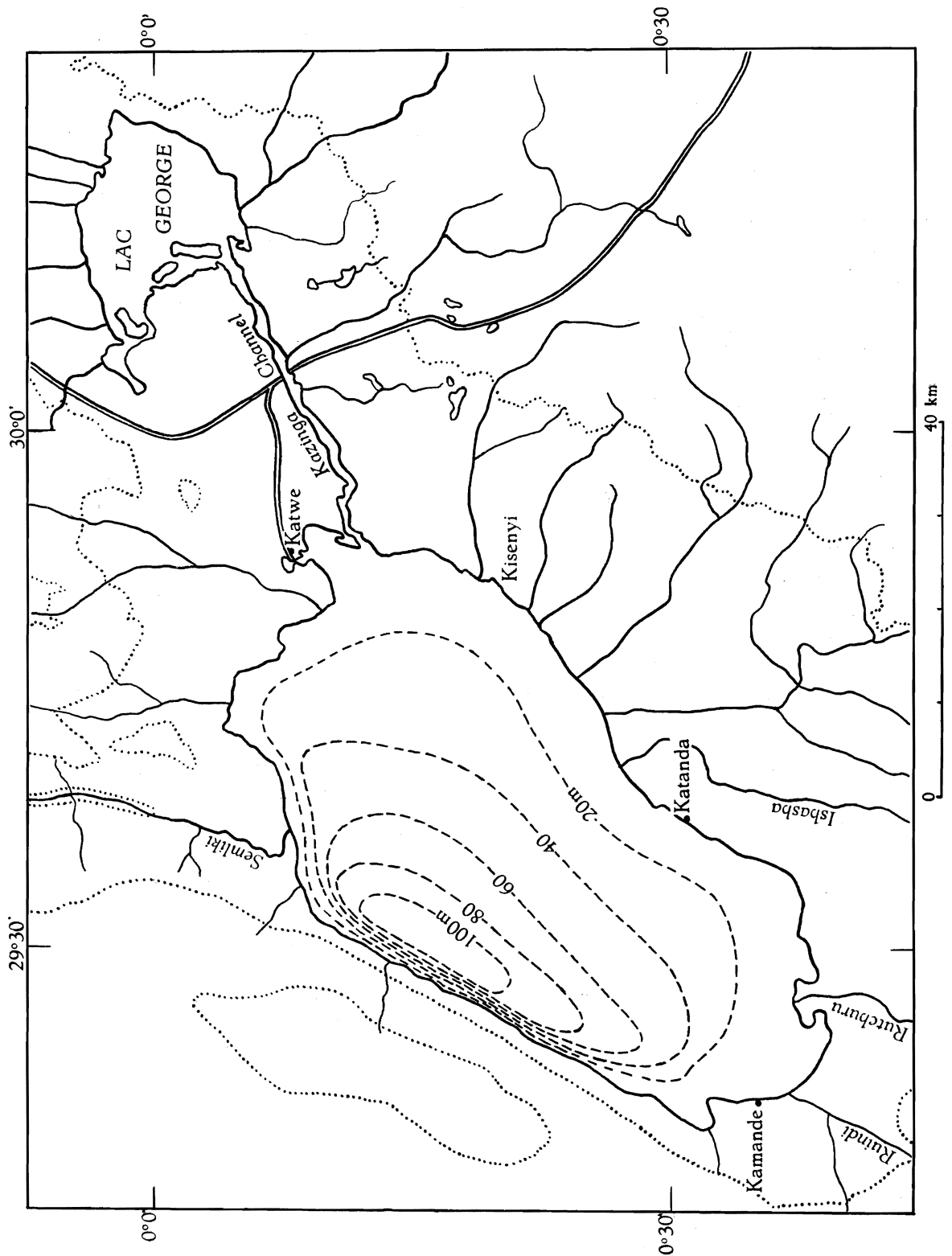


FIG. 31. — Les lacs Edouard et George (E. B. WORTHINGTON, 1932).

Les sondages qu'on a pu y faire ont accusé trente-neuf mètres à l'endroit le plus profond, mais la plus grande partie du lac ne semble pas accuser une profondeur supérieure à vingt mètres.

Le fond est couvert d'une vase molle noire, mélangée, vers les rives, à des pierres et du sable.

En août, la température de l'eau, au large, était de 19,7° C à 20,3° C. L'eau du lac est légèrement alcaline et le pH varie de 8,1 durant la journée à 7,9 durant la nuit. Depuis dix mètres jusqu'au fond il est pratiquement constant à pH=7,65. L'alcalinité est de 2,15 à 2,37 cc³ HCl N/litre. La transparence est de 2,9 m.

5. — LE LAC CHILA.

Le lac Chila est situé en Rhodésie du Nord, sur le haut plateau, non loin d'Abercorn.

TABLE 19. — Analyse de l'eau du lac Chila (d'après C. K. RICARDO, 1939).

Résultats en mg/l.

Poids spécifique	1,00002	Al	0,1
Na	3,0	Cl	1,4
K	2,4	SO ₄ ...	0,7
Li	—	NO ₃ ...	0,3
Ca	0,6	NO ₂ ...	0,003
Mg	0,3	SiO ₂ ...	13,3
Fe	0,1	PO ₄ ...	0,05
		CO ₃ ...	3,8

Ce lac a été visité par la MISSION HYDROBIOLOGIQUE BELGE AU LAC TANGANIKA, les 28-29 mars 1947. On y a prélevé de l'eau et du plancton.

6. — LE LAC ÉDOUARD.

A cent cinquante kilomètres au Nord du Kivu se trouve un autre grand lac : l'Edouard. Il a été étudié en 1935-1936, au point de vue hydrobiologique, par H. DAMAS.

« Pour qui l'aborde par la rive Sud, dit cet auteur dans sa description, il se présente comme un gigantesque marécage. Ses bords sont plats, fangeux, couverts de *Papyrus* et de petits épineux. Le lac est presque entièrement entouré de plaines et la limite entre la terre et l'eau est souvent fort vague. Seule la rive occidentale est assez abrupte. La chaîne des Mitumba constitue à cet endroit du lac quelques promontoires rocheux et escarpés (fig. 31).

» Le lac Édouard est situé à l'altitude de neuf cent seize mètres. Au Nord il touche presque l'équateur. La baie de Vitshumbi, sa pointe Sud extrême, atteint 0°45' de latitude Sud. Il est compris presque entièrement entre les méridiens de 29°34' et 30° longitude Est.

» C'est un vaste quadrilatère dont le grand axe est orienté Nord-Est-Sud-Ouest. Sa largeur moyenne est de trente kilomètres, sa longueur de septante-cinq kilomètres environ. Sa superficie est donc environ deux mille deux cent cinquante kilomètres carrés. Il reçoit les eaux de rivières importantes permanentes, telles que la Talia, la Ruindi, la Rutshuru, l'Ishasha, la Ntungwe, l'Ubilina, ainsi que d'un grand nombre de petits ruisseaux et de torrents à débit variable, qui descendent des montagnes de la rive occidentale. Il communique avec le lac George par le Kasinga Channel, large rivière, où aucun courant n'est perceptible. L'exutoire de l'Édouard est situé sur sa rive Nord. C'est la Semliki, dont les eaux, après une série de rapides, atteignent le lac Albert, et, après avoir traversé ce dernier, se jettent dans le Nil.

» La plaine marécageuse, traversée par la Rutshuru et d'autres rivières, qui s'étend au Sud du lac Édouard, était autrefois couverte par les eaux de ce dernier. Le long de la rive orientale la plaine s'étend jusqu'à Kamarangu, environ à mi-chemin entre le Sud et le Nord du lac, étendue considérable entre la paroi du graben et la nappe lacustre, où deux terrasses sont clairement définies. Les *Euphorbia*, de même que la végétation en général de la terrasse inférieure, sont petits et apparemment de date récente.

» A quelque distance du lac, la lisière de la forêt, au Nord de Kamarangu, la paroi rocheuse de la vallée s'approche de l'eau en une série de plans rocheux accores, de nonante à cent mètres de haut.

» A l'extrémité Nord-Est les montagnes reculent à nouveau, la plaine s'élargit et englobe la Dweru. Sur la rive Ouest du lac, la paroi rocheuse du graben suit étroitement la rive lacustre et à l'angle Nord-Ouest la montagne tombe à pic dans l'eau. Au Nord du lac une plaine alluvionnaire élevée s'étend jusqu'aux contreforts du Ruwenzori. Depuis le Ruwenzori, une autre chaîne, les Kipura, s'étend vers le Sud jusqu'à la rive du lac, où elle se termine en une montagne basse, arrondie. En général, la plaine est située au-dessus du niveau lacustre et limitée par des escarpements, une large bande marécageuse séparant ces derniers du lac.

» La Semliki, exutoire unique du lac, s'écoule à l'extrémité Nord-Ouest. Autour de la rive Nord-Est, il existe un certain nombre de lacs-cratères, souvent salés, dont le plus remarquable est celui de Katwe. Ce lac est situé à l'Ouest du Dweru Channel et est séparé du lac Édouard par une bande de terre d'une largeur ne dépassant pas quarante-huit mètres. Les parois de cette digue naturelle sont accores de chaque côté et tombent directement dans l'eau. L'eau du lac Katwe a une belle teinte rose devenant cramoisie à l'ombre.

» Le feeder principal du lac Édouard, la Rutshuru, prend sa source sur la pente Nord des volcans au Nord du lac Kivu. En atteignant la plaine à vingt-quatre kilomètres du lac, ses eaux deviennent un peu salées et la végétation ripicole est rabougrie.

» Le lac Dweru, dont les rives sont généralement élevées, est alimenté par des rivières provenant des pentes orientales du massif du Ruwenzori. L'une d'elles, le Mpango, est plus large que la Rutshuru.

» Une des caractéristiques du lac Édouard est une brume s'étendant au-dessus du lac en saison sèche, mais en saison des pluies le ciel est dégagé. L'eau du lac est claire, d'une couleur légèrement verdâtre et d'une saveur un peu salée.

» Le lac est sujet à de violentes tempêtes en saison des pluies.

» Devant les rives Nord, Est et Sud s'étendent des régions peu profondes, où l'isobathe de cinq mètres est reporté à des kilomètres de distance. Le fond du lac est incliné vers l'Ouest et les plus grandes profondeurs (cent dix-sept mètres) se trouvent au pied des rochers de la côte occidentale. »

H. DAMAS (1937) arrive à la conclusion que :

1° L'eau des baies du lac Édouard est stratifiée, mais la moindre agitation suffit pour la mélanger jusqu'au fond;

2° L'eau du centre du lac est divisée fort nettement en épilimnion, thermocline et hypolimnion.

Immédiatement sous les eaux tout à fait superficielles, fortement échauffées par le soleil (27,4° C à 0 m), vient une zone où la température est à peu près constante (25,89° C à 4 m; 25,55° C à 20 m). C'est l'épilimnion. Son homéothermie indique qu'il est soumis à un brassage journalier. Entre 20 et 35 m existe un thermocline, où la chute de la température n'est pas très importante (25,55° C à 20 m; 24,88° C à 35 m). Dans l'hypolimnion, la température diminue très lentement. Au-dessus du fond elle est de 24,64° C.

En résumé :

1° L'oxygène n'est présent que dans l'épilimnion;

2° L'hypolimnion contient un peu d'hydrogène sulfuré;

3° L'alcalinité de l'eau du lac Édouard varie de 9,75 à 10,1; mais cette variation ne semble pas en relation avec la position du thermocline.

Le pH est de 9,3 dans l'épilimnion, de 8,9 dans l'hypolimnion;

4° La conductibilité électrique indique une concentration de l'eau voisine de 0,75 g-litre dans l'épilimnion et de 0,85 g-litre dans l'hypolimnion;

5° L'épilimnion contient assez de nitrates (0,03 mg-litre) et de phosphates (0,003 mg-litre P). L'hypolimnion contient relativement peu d'ammoniaque (0,1 mg N-litre) et de phosphates (0,015 mg P-litre);

6° Les mesures de conductibilité électrique, les dosages de l'alcalinité, des phosphates et de l'ammoniaque indiquent que l'eau profonde du lac Édouard n'est pas une eau stagnante. La stratification du lac est donc du type tout à fait normal.

L. C. BEADLE (1932) a fait un grand nombre d'observations aux lacs Édouard et George. Les mesures météorologiques faites à Kazinga et à Kitoma, aux extrémités Est et Ouest du Kazinga Channel, respectivement en juin et juillet 1931, sont résumées dans la table 20.

TABLE 20.

	Kazinga Lac Édouard	Kitoma Lac George
Date	9-15.VI.1931	16-25.VII.1931
Températures à l'ombre :		
moyenne maximale	30,2 °C	29,5 °C
moyenne minimale	19,0 °C	17,0 °C
Humidité :		
moyenne à l'aube	92,4 %	97,2 %
moyenne à midi	60,5 %	60,1 %
Pression barométrique :		
moyenne à l'aube	664,4 mm	669,0 mm
moyenne à midi	661,6 mm	665,7 mm

La température moyenne de l'air dans le bassin du lac Édouard est relativement basse et l'humidité moyenne assez élevée. La proximité du massif du Ruwenzori a pour effet de provoquer la condensation continue de grosses quantités d'humidité. Toute la région dans un rayon de plusieurs kilomètres est, excepté à de rares occasions, enveloppée d'une brume légère.

Le lac Édouard reçoit deux rivières permanentes du Nord : la Nyangasani et le Chako, qui proviennent des basses régions du Ruwenzori; elles ont probablement une salinité très minime.

Le plus grand apport se fait par la rivière Rutshuru dans le Sud. En 1926, E. H. HURST trouva l'alcalinité de l'eau de la Rutshuru : 17,2 cc HCl N-litre, plus élevée que celle du lac Édouard : 13,8 cc HCl N-litre.

Le lac Édouard reçoit continuellement des sels de sodium des régions volcaniques situées dans le Sud, raison pour laquelle l'alcalinité et la salinité de l'eau sont plus élevées que celles du Kazinga Channel et du lac George.

Le lac possède un exutoire considérable : la rivière Semliki, qui se dirige vers le Nord et rejoint le lac Albert, en parcourant une distance d'environ quatre cents kilomètres.

Le Kazinga Channel contient une eau qui a approximativement la même composition que celle du lac George. A l'embouchure occidentale du Channel, la composition de l'eau change très vite sur une distance de quelques mètres et acquiert rapidement les propriétés de l'eau du lac Édouard (conductivité : 0,000884, alcalinité : 9,6 cc HCl N-litre). Durant une période de six jours, au mois de juin 1931, la position de la jonction entre les deux types d'eau, qui est plus particulièrement marquée par un changement soudain dans l'aspect du plancton, varie entre l'embouchure du Channel et environ un kilomètre et demi dans le lac Édouard. La conclusion qu'on peut tirer de ce phénomène est que

l'apport d'eau dans les lacs Édouard et George, l'exutoire du lac Édouard et l'évaporation des deux lacs sont si exactement équilibrés, que les deux lacs gardent le même niveau et qu'aucun courant d'eau permanent ne se fait sentir de l'un à l'autre. E. H. HURST (1927) est arrivé à la même conclusion en 1926. Les variations occasionnelles de la jonction sont probablement dues à des variations dans les précipitations au-dessus des bassins respectifs du lac Édouard et du lac George.

La différence entre la teneur en phytoplancton est si considérable entre le Kazinga Channel et le lac Édouard, et si marquée, que l'eau du premier est verte alors que celle du second est transparente.

Sur une distance de huit cents mètres il y a un accroissement de l'alcalinité de l'eau du Channel vers le lac Édouard de 3,3 à 9,6 HCl N-litre et une décroissance en silice de 17,7 à 5,4 mg-litre. La teneur en phosphates est relativement constante à la jonction, mais avant et après, il y a une augmentation considérable (Table 21).

TABLE 21.

Date	Heure		Distance de la base					
			0	0,2	0,4	0,55	1,25	2,25
8.VI.1931	16	Alcalinité cc HCl N/l	—	6,2	2,4	3,0	9,2	—
		⁶ SiO ₂ mg/l	—	14,4	12,5	11,9	8,0	—
		P ₂ O ₅ mg/l	—	0,123	0,098	0,083	0,248	—
			vert			incolore		
9.VI.1931	15	Alcalinité cc HCl N/l	—	2,2	2,2	6,5	9,6	—
				vert		incolore		
10.VI.1931	6	Alcalinité cc HCl N/l	—	7,5	8,2	8,3	9,5	—
		SiO ₂ mg/l	—	9,79	7,33	5,75	5,24	—
		P ₂ O ₅ mg/l	—	0,076	0,085	0,120	0,148	—
			vert			incolore		
11.VI.1931	11	Alcalinité cc HCl N/l	2,0	—	—	3,3	9,1	9,6
		SiO ₂ mg/l	19,5	—	—	17,4	5,5	3,95
		P ₂ O ₅ mg/l	0,132	—	—	0,178	0,171	0,225
			vert			incolore		

Des numérations de plancton ont montré que ces variations dans la composition de l'eau étaient accompagnées de changements soudains dans la nature et l'abondance du phytoplancton.

Il n'y a pas de doute qu'il y a un facteur limitant le développement de *Microcystis* dans le lac Édouard et celui des Diatomées dans le Channel. L. C. BEADLE indique qu'il n'est pas possible de voir par les chiffres analytiques quelle est la nature de ce facteur limitant.

Les résultats des sondages faits à l'époque par L. C. BEADLE (1932), le 26 juin 1931 et le 9 juillet 1931, montrent que l'augmentation de la température journalière de l'eau de surface se fait sentir jusqu'à une profondeur de dix mètres. De dix à quarante mètres se trouve une région d'une température généralement uniforme. Entre quarante et soixante mètres il y a un thermocline bien défini, dans lequel la température tombe à peu près de 1° C. Au-dessous, la température est à nouveau uniforme.

Le pH de l'eau au-dessous de cinquante mètres (hypolimnion) demeure uniforme à pH=8,7; l'épilimnion (vingt mètres) est plus élevé : pH=8,9. On n'a pas déterminé des variations diurnes des eaux de surface en ce qui concerne le comportement du facteur pH.

L'alcalinité s'accroît depuis la surface jusqu'entre cinquante et septante mètres. De septante à nonante mètres il n'y a pratiquement pas de changement dans l'alcalinité. La courbe de la conductivité d'échantillons prélevés de vingt à septante mètres montre qu'il y a une augmentation considérable de la salinité dans la région inférieure au thermocline. Comme on pouvait s'y attendre, la teneur en phosphates est plus élevée à septante mètres qu'à vingt mètres.

A partir de cinquante mètres de profondeur, l'hydrogène sulfuré se manifeste; à partir de cette même profondeur, l'oxygène est probablement complètement absent.

Les recherches de H. DAMAS (1937) en eau profonde sur le lac Édouard ont été effectuées au pied de l'escarpement occidental, à environ deux kilomètres au Sud-Est de la rivière Mosenda. A cet endroit la profondeur atteignait nonante mètres, la profondeur maximum observée jusqu'à présent dans l'Édouard étant 117 m.

Les stations hydrographiques ont été effectuées à six mois de distance. En mai 1935, la saison sèche commençait à se faire sentir. En novembre-décembre 1935, on se trouvait en saison des pluies.

Les mesures thermiques en eau profonde indiquent toutes que la chute de la température depuis la surface jusqu'au fond est loin d'être uniforme. Toutes les courbes qui traduisent les résultats de H. DAMAS (1937), comme il le dit d'ailleurs lui-même, présentent une inflexion entre vingt et cinquante mètres, inflexion dont le niveau exact varie avec la date de l'observation. Cette situation était particulièrement nette dans ses mesures du 16 mai. Immédiatement sous les eaux tout à fait superficielles, fortement échauffées par le soleil (27,4° C à 0 m), vient une zone où la température est à peu près constante (25,89° C à 4 m). C'est l'épilimnion. Son homothermie indique qu'il est soumis à un brassage journalier. Entre vingt et trente-six mètres existe un thermocline où la chute de la température n'est pas très importante (25,55° C à 20 m; 24,88° C à 35 m). Dans

l'hypolimnion, la température diminue très lentement. Au-dessus du fond elle est de 24,64° C.

Les observations de novembre et décembre ont donné des résultats analogues. La première série de mesures à cette époque (26.XI.1935) dessine une ligne extrêmement brisée, où il est cependant possible de trouver la trace de deux zones séparées au niveau de quarante mètres. La différence entre les deux couches est surtout marquée par la faiblesse de la chute de température dans l'hypolimnion (24,81° C à 40 m; 24,73° C à 85 m), qui contraste avec la forte diminution dans les couches supérieures. Le thermocline n'existe pas en tant que zone nettement définie. Dans l'épilimnion, la température diminue assez progressivement.

Le 2 décembre, le thermocline se trouvait entre quarante et cinquante-cinq mètres de profondeur (25,31° C à 40 m; 24,72° C à 55 m).

H. DAMAS termine ses considérations sur la thermique du lac Édouard par ces conclusions :

1° l'eau des baies du lac Édouard est stratifiée, mais la moindre agitation suffit pour la mélanger jusqu'au fond;

2° l'eau du centre du lac est divisée fort nettement en épilimnion, thermocline et hypolimnion;

3° au cours de ses mesures il a constaté le déplacement du thermocline à quarante-cinq mètres de profondeur, en cinq jours. Cette variation dans la position du thermocline l'empêche, affirme-t-il, d'admettre l'hypothèse de E. B. WORTHINGTON et L. C. BEADLE (1932), suivant laquelle l'eau du fond de l'Édouard formerait une couche toujours stagnante.

TABLE 22. — Concentration de l'oxygène dans le lac Édouard (d'après H. DAMAS).

Profondeur en m	Température °C	mg/l	cc/litre	% saturation
Bugazia, 15.V.1935.				
0	27,40	7,27	5,087	92,15
2	25,89	7,57	5,297	93,25
4	25,68	7,74	5,415	95,00
7,5	25,66	7,38	5,164	90,60
10	25,57	7,04	5,926	86,27
Bugazia, 26.XI.1935.				
0	26,35	6,93	—	85,98
5	25,63	6,54	—	80,14
10	25,50	5,26	—	64,23
17,5	25,42	5,58	—	68,02

Quant à l'oxygène, en mai 1935, l'épilimnion de zéro à vingt mètres contenait des quantités notables d'oxygène. La concentration en oxygène est maximale à quatre mètres et non à la surface (Table 22), situation qui, d'après H. DAMAS, indique que la photosynthèse atteint sa plus grande intensité à cette profondeur. L'hypolimnion est complètement dépourvu d'oxygène.

TABLE 23. — Analyses d'eau du lac Édouard faites par le Laboratoire gouvernemental à Londres.

Échantillons recueillis par T. PHILLIPS (1932).

	N° 258 23.III.1921 Lac Édouard Est		N° 268 23.III.1921 Lac Édouard Sud-Ouest		5.VII.1929 Lac Édouard Kigesi
	sur 600 cc	‰	sur 600 cc	‰	‰
Sels totaux mg/l	42,2	70,3	54,3	90,5	—
Ca	2,8	4,66	3,4	5,66	1,4
Mg	3,0	5,00	3,7	6,16	4,7
Na	9,9	16,5	13,2	22,0	10,3
CO ₃	16,8	28,00	22,8	38,0	31,9
Cl	1,1	1,83	1,0	1,66	—
SiO ₂ . . .	1,6	2,66	1,4	2,33	0,8
H ₂ S	0,49	0,81	0,68	1,13	0,82

En novembre 1935, les quantités d'oxygène dissous diminuent très régulièrement, mais elles le font parallèlement à la chute de la température. Même en surface, les quantités présentes n'atteignent pas le point de saturation.

Le 2 décembre l'épilimnion, qui a fortement augmenté, contient dans toute sa hauteur des quantités considérables d'oxygène. Au niveau du thermocline, l'oxygène disparaît brusquement et l'hypolimnion est dépourvu de ce gaz.

Si on les compare aux analyses de L. C. BEADLE (1932), dit H. DAMAS (1937), les mesures montrent une concordance parfaite. D'après les courbes qu'il publie, cet auteur a constaté environ 4 cc d'oxygène au litre, soit environ 6 mg depuis la surface jusqu'à vingt mètres. A cinquante mètres, l'eau du lac se trouvait, comme lors des mesures de H. DAMAS, pratiquement dépourvue d'oxygène.

L'alcalinité est très considérable. Elle varie très peu avec la profondeur. En surface l'alcalinité est plus faible qu'ailleurs : 9,01. A partir de quatre mètres de profondeur l'alcalinité est fixe dans l'épilimnion : 9,75. Elle augmente légère-

ment au niveau du thermocline : 9,81 à trente mètres; 9,89 à cinquante mètres. La courbe est à peu près identique à celle observée par L. C. BEADLE (1932). Ceci pour les mesures en mai.

Les mesures du 26 novembre 1935 dessinent une courbe différente. Sa caractéristique est de contenir des valeurs plus importantes dans tout l'épilimnion, valeurs qui se modifient très irrégulièrement avec la profondeur. Les irrégulari-

TABLE 24. — Composition de l'eau du lac Édouard Station 6
(d'après H. DAMAS).
Bugazia, le 15 mai 1935.

Transparence : 2 mètres (11 heures); couleur de l'eau : XIII.									
Pro- fondeur m	Tem- pérature °C	O ₂ mg/l	pH	Alcalinité cc HCl N/10 %	CO ₂ mg/l	$\omega_{18^\circ} \times 10_4$	NO ₂ mg N/l	NH ₃ mg N/l	PO ₄ mg P
0	27,4	7,27	9,3	9,01	-49,0	11,4	0	0	0,003
2	25,89	7,57	—	—	—	—	—	—	—
4	25,68	7,74	9,25	9,75	-44,6	10,8	0	0	0,003
7,5	25,66	7,38	9,25	9,75	-44,6	10,8	0	0	0,004
10	25,57	7,04	9,25	9,74	-46,0	10,8	0	traces	0,004
15	25,45	6,21	9,25	9,73	-45,8	10,8	0	»	0,005
20	25,55	5,92	9,25	9,73	-49,0	10,8	0	»	0,002
30	25,00	0,16	8,95	9,81	-37,6	11,6	0	»	0,003
35	24,88	0,06	8,9	9,89	-38,6	11,9	0,035	»	0,007
50	24,80	—	8,9	9,91	-29,8	11,8	0,002	0,02	0,007
85	24,64	0,00	9,9	10,08	-28,6	11,9	traces	0,10	0,015

tés de la courbe de l'alcalinité dans l'épilimnion se situent aux mêmes niveaux que les anomalies des courbes de température et d'oxygène dissous. Cette concordance exprime un phénomène réel. Ce dernier ne peut être produit, dit H. DAMAS, que par des courants verticaux de convection.

H. DAMAS n'a pas publié d'analyses au point de vue des alcalino-terreux; nous avons cependant les analyses de T. PHILLIPS (1932), sur lesquelles on peut très bien se baser (Table 23).

Il faut remarquer ici que le texte de H. DAMAS doit être légèrement modifié. Les résultats de T. PHILLIPS, tels qu'il les donne (p. 80), sont un peu faibles, puisque l'analyste a fait lui-même remarquer qu'ils sont exprimés sur six cents centimètres cubes, quantité d'eau totale dont il disposait pour faire la détermination. Dans la table du présent travail (Table 23) la correction au litre a été apportée.

Le lac Édouard contient donc une eau à taux de sels alcalins assez élevé. H. DAMAS voit en leur présence l'explication du déficit considérable et permanent que ces eaux présentent en acide carbonique.

TABLE 25. — Analyse de l'eau du lac Édouard.
26 novembre 1952, 2 décembre 1952. Position 29°30' E - 0°22' S.

Profondeur	Surface	10 m	20 m	30 m	33 m	36 m	37 m
Température °C	27,00	25,4	25,4	25,4	25,3	25,2	25,2
Oxygène mg/l.	5,5	5,2	5,1	4,2	5,4	—	4,9
% saturation	72	64	64	50	65	—	59
Conductivité	900	900	900	900	—	—	900
pH	9,02	9,02	9,03	9,00	—	—	8,98
Alcalinité cc HCl N/l... ..	10,6	10,5	10,5	10,5	—	—	10,4
Silice mg/l	5	7	6	5	—	—	8
Phosphates	0,05	0,05	0,05	0,05	—	—	0,025
Ammoniaque	0,2	0,2	0,4	0,4	—	—	0,4
Nitrites	—	—	—	0	—	—	0,022
Fe	0	traces	0	0	—	—	0
Ca	—	16,6	—	—	—	—	15,4
Chlorures	48	48	48	—	—	—	72
Sulfates	38	—	—	—	—	—	44
Diatomées par cc <i>Nitzschia</i> ...	4.000	4.000	—	2.000	—	—	600

EAST AFRICAN HIGH COMMISSION. Annual Report 1952.

Les courbes de pH montrent entre l'épilimnion et l'hypolimnion une différence assez nette. L'épilimnion a un pH à peu près constant à 9,3, l'hypolimnion de même à 8,9. En novembre la chute du pH à partir de la surface se fait dans une zone plus grande.

La réaction alcaline des eaux explique le déficit en acide carbonique des couches les plus profondes. Le pH étant, jusqu'au contact du fond, supérieur à 8,35, les eaux doivent contenir une proportion importante de carbonates.

La transparence de l'eau du lac Édouard est très faible. Dans l'eau des baies, peu profonde, surchargée de plancton, le disque de SECCHI disparaît déjà à un mètre vingt-cinq, un mètre quarante; au large, il demeurerait visible jusqu'à deux mètres de profondeur. Ces chiffres témoignent de la richesse en plancton des eaux de l'Édouard.

Les chiffres obtenus pour les nitrates, nitrites et phosphates par H. DAMAS sont minimales et indiquent, comme l'auteur le dit d'ailleurs lui-même, que l'eau ne s'enrichit guère en produits organiques (Table 24).

L'EAST AFRICAN HIGH COMMISSION, s'intéressant vivement au lac Édouard, en ce qui concerne les pêcheries, a fait exécuter une série d'analyses, dont les résultats sont consignés dans le Rapport Annuel de 1952 (Tables 25 et 26).

TABLE 26. — Lac Édouard. Station 1. 19 km au milieu du lac.

Heure : 14,00		
Profondeur	Surface	30 m
Température °C	26,7	24,9
Conductivité	878	890
Alcalinité cc HCl N/l	8,7	8,7
SO ₄ mg/l... ..	—	—
SiO ₂	5,0	8,0
Cl	30	20
Ca	16	14
<i>Pennatæ</i> par cc	28	cc
<i>Cyclotella</i> par cc	—	412

L. C. BEADLE a étudié, en outre, plusieurs formations marécageuses dans le Kazinga Channel, reliant le lac George au lac Édouard. Une première série à l'Est de Katunguru (0°10' longitude Est, 30°0' longitude Est). Les observations ont été faites en mai et juin 1931. La lecture des températures à l'ombre sur les rives du Kazinga Channel fut effectuée durant une période de six jours en juin et juillet 1931 et a montré une moyenne maximale de 30° C et une moyenne minimale de 18,8° C. On peut voir dans la table 27 qu'au début de l'après-midi dans les positions E et F il y avait un grand gradient de la température descendant depuis la surface et plus marqué près des *Papyrus* à F que dans l'air libre à E. Au début de la matinée ce gradient disparaît et la température est généralement la même en surface et au fond.

Une très légère inversion du gradient fut observée durant la matinée du 31 mai 1931, qui était plus froide que la matinée précédente.

Les mesures du pH indiquent que, par suite d'une plus grande intensité dans les processus de dégradation, l'eau de la station à *Papyrus* (F) était plus acide que celle de l'eau en E.

L'alcalinité de l'eau du marais en E et F (0,75 cc HCl N-litre) et celle de la rivière Chambura à G (0,94 cc HCl N-litre) était beaucoup moins élevée que l'eau du chenal moyen en H (1,96 cc HCl N-litre).

TABLE 27.

Date	Heure	Température °C					Oxygène		pH surface		Alcalinité	
		Air Ombre	E		F		E	F	E	F	E	F
			Surface	30 cm	Surface	30 cm						
29.V.1931	14,30	29,8	26,4	22,5	26,7	21,4	—	—	—	—	0,75	0,75
30.V.1931	7,00	20,1	20,3	20,3	20,6	20,7	traces	0	—	—	—	—
	14,15	29,8	27,5	23,5	26,7	21,6	»	traces	6,2	5,9	—	—
31.V.1931	7,00	18,9	19,8	20,1	20,5	20,6	»	»	6,1	5,9	—	—

La teneur en phosphates aux positions E=0,21 mg-litre, F=0,18 mg-litre et G=0,205 mg-litre était plus élevée que celle de l'eau du Channel : H=0,11 mg-litre.

TABLE 28.

Position	Alcalinité en HCl N/l	pH	O ₂ cc/l 25 mm sous la surface	P ₂ O ₅ mg/l	cc iode N/100 absorbé par 100 cc d'eau
J	2,07	9,2	8,6	0,15	0,388
K	2,07	8,6	5,0	—	0,495
L	7,16	6,7	0	0,19	1,000

Ces déterminations faites le même jour, 27 mai 1931, montrent encore une fois que l'eau de pluie provenant des terrains environnants apporte, par son ruissellement, une quantité relativement grande de phosphates, tout en diminuant l'alcalinité.

A Kitoma, environ 1,6 km de l'embouchure du Kazinga Channel dans le lac George, des mesures semblables furent effectuées dans un mince bras, long de 1,2 km environ et large de nonante mètres, complètement rempli de marais à *Papyrus*, excepté au confluent même.

La plus grande alcalinité en E peut être probablement expliquée par le fait de l'existence de deux lacs-cratères très alcalins à moins de trois kilomètres de distance (lac Bagusa 23° latitude Nord et lac Masecha 71° latitude Nord).

Malgré sa plus grande alcalinité, l'eau de L avait un pH plus acide que celle de J et K. Ceci montre quelles sont l'intensité de la dégradation dans le marais et la photosynthèse dans le Channel.

La différence entre les teneurs en oxygène aux trois positions est très marquée. A midi, à la position J, on a mesuré 154 % de la saturation, alors qu'en L aucune quantité mesurable d'oxygène n'était présente. La mesure de l'iode

TABLE 29. — Analyse des eaux du lac Édouard et de ses tributaires.
Résultats en mg/litre.

Localité	Date	Sels totaux	Carbonates et Bicarbonates	Chlorures
Lac George	15.III.1924	264	233	24
Kazinga Channel	18.III.1924	272	344	12
Lac Édouard	18.III.1924	372	437	22
Lac Édouard	18.III.1924	348	437	12
Kazinga Channel	24.XI.1948	182	75	7

TABLE 30. — Caractéristiques des eaux du lac Édouard et du Kazinga Channel.
Échantillons prélevés le 16 septembre 1951 par L. C. BEADLE.

Station	1		2		3		4		5	6	7	8
	14,00		15,30		12,30		15,45		16,00	16,15	16,45	17,45
Heure	32		2,3		3		4,6		4,7	5,3	—	—
Prof. totale en m	32		2,3		3		4,6		4,7	5,3	—	—
Prof. échant. en m	Surface	30	Surface	1,5	Surface	2	Surface	4	Surface	Surface	Surface	Surface
Température °C	26,7	24,9	27,3	26,7	26,4	26,2	27,5	26,5	—	—	—	—
Conductivité	878	890	878	865	851	851	840	840	805	385	164	154
Alcalinité	8,7	8,7	8,7	8,6	8,6	8,6	8,5	8,4	7,7	3,5	1,5	1,4
SO ₄ mg ⁰ / ₁₀₀	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—
SiO ₂ mg ⁰ / ₁₀₀	5	8	5	5	6	5	6	6	7	20	24	24
Cl ₂ mg ⁰ / ₁₀₀	30	20	20	20	15	20	15	15	10	5	2	traces
Ca mg ⁰ / ₁₀₀	16	14	16	12	16	16	12	12	14	14	20	14
<i>Melosira</i> , cellules par cc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	765	680	—
Diatomées cc	28	0	70	68	246	165	78	62	93	38	73	—
<i>Cyclotella</i> cc	—	412	67	100	0	0	68	52	64	31	0	—

absorbé a indiqué que la quantité de sulfures est plus élevée dans le marais qu'à l'extérieur (Table 28).

Le mémoire, déjà cité, de l'UGANDA PROTECTORATE (1949) au sujet du lac Albert, contient aussi quelques chiffres concernant l'eau du lac Édouard (Table 29).

Nous disposons, en outre, encore de plusieurs analyses sur échantillons récoltés dans le lac Édouard et le Kasinga Channel, les numéros 1, 2, 3 se trouvant devant l'entrée du Channel, les numéros 4, 5, 6, 7 et 8 provenant d'endroits situés de plus en plus avant dans le Channel (Table 30).

Sur une distance de moins d'un kilomètre et demi il y a donc des variations considérables dans la physico-chimie et la biologie du Channel.

Enfin, lorsque l'exutoire du lac Édouard, la rivière Semliki, quitte le lac, son eau a la composition suivante (Table 31) :

TABLE 31. — Composition de l'eau de la rivière Semliki après sa sortie du lac Édouard.

Analyses : East African Fisheries Research Organization.

Analyse spectrographique	Ca	Mg	K	Na	Sr
mg/l	10,5	35	84	88	0,47

7. — LE LAC ELMENTEITA.

Le lac Elmenteita est situé à une altitude de 1.775 m au-dessus du niveau de la mer, entre 0°25' latitude Sud et 36°15' longitude Est, et a une surface d'environ seize kilomètres carrés et une profondeur maximale de 1,9 m. P. M. JENKIN le visita les 18, 23 et 29 mai 1929 et y fit un certain nombre de mesures. La table 32 montre la variation de la température et du pH de l'eau au cours de l'avant-midi.

La transparence était de vingt centimètres au disque de SECCHI.

Quant aux analyses effectuées en mai 1929, la table 33 résume les résultats analytiques.

La réserve alcaline et les chlorures sont élevés, mais ne montrent pas de variations notables aux différentes profondeurs.

P. M. JENKIN a mesuré la température et le pH à partir de 7,30 h du matin jusqu'à midi, pendant que des sondages furent exécutés, à huit stations, en partant de l'extrémité Sud et situées sur deux transversales Nord-Ouest et Sud-Est.

A mesure que le soleil monte, la température de l'eau en surface s'accroît, correspondant à une augmentation de l'alcalinité, à 0,75 m, de pH=10,4 à pH=10,9, due à la régression de l'anhydride carbonique durant la photosynthèse par le phytoplancton abondant. Cette dernière a probablement débuté avant 7,45 h du matin.

TABLE 32. — Lac Elmenteita.
Variations de la température et du pH.

Station	Heure	°C	
		à — 0,25 m	à — 0,75 m
I	7,45	18,2	10,4
II	8,15	19,0	10,4
III a	8,45	19,55	—
IV a	9,15	19,7	—
V a	10,00	19,75	—
III b	10,30	20,35	10,82
IV b	10,55	20,65	10,9
V b	11,25	20,8	10,9
V b	12,50	21,55	—

TABLE 33. — Lac Elmenteita.
Résultats analytiques d'après M. JENKIN (mai 1929).

Heure et station	9 h 15 IV a			11 h 00 IV b		
	Profondeur en m	0,25	0,50	1,25	0,25	0,50
Température °C	19,7	19,2	18,9	20,65	20,2	20,0
Profondeur en m	0,75	1,0	1,75	0,75	1,00	1,75
pH	10,8	10,7	10,7	10,9	10,8	11,12
Alcalinité en normalité	0,2215	0,2245	0,2225	0,2265	0,2240	0,2260
Oxygène % de la saturation	72	58	44	105	72	65
Silicates N . 10 ⁻⁴	0,2	0,7	1,3	0,6	1,3	0,6
Chlorures N . 10 ⁻⁴	1,22	1,20	1,21	1,23	1,23	1,23

Le réchauffement tombe après 8,30 du matin et P. M. JENKIN note une brise forte du Sud-Ouest, se levant vers ce moment de la journée. Un effet correspondant, se remarquant dans le comportement du pH, indique un changement dans la photosynthèse qui sera probablement dû à l'effet de la température et à des troubles en surface réduisant la pénétration de la lumière.

A 9,15 h, les mesures montrent des gradients définis, mais petits, de la

température, moins d'oxygène, un pH un peu moins alcalin, plus d'anhydride carbonique et plus de silicates dans la couche de fond, c'est-à-dire une accumulation des produits de la respiration et de la dégradation vers le fond.

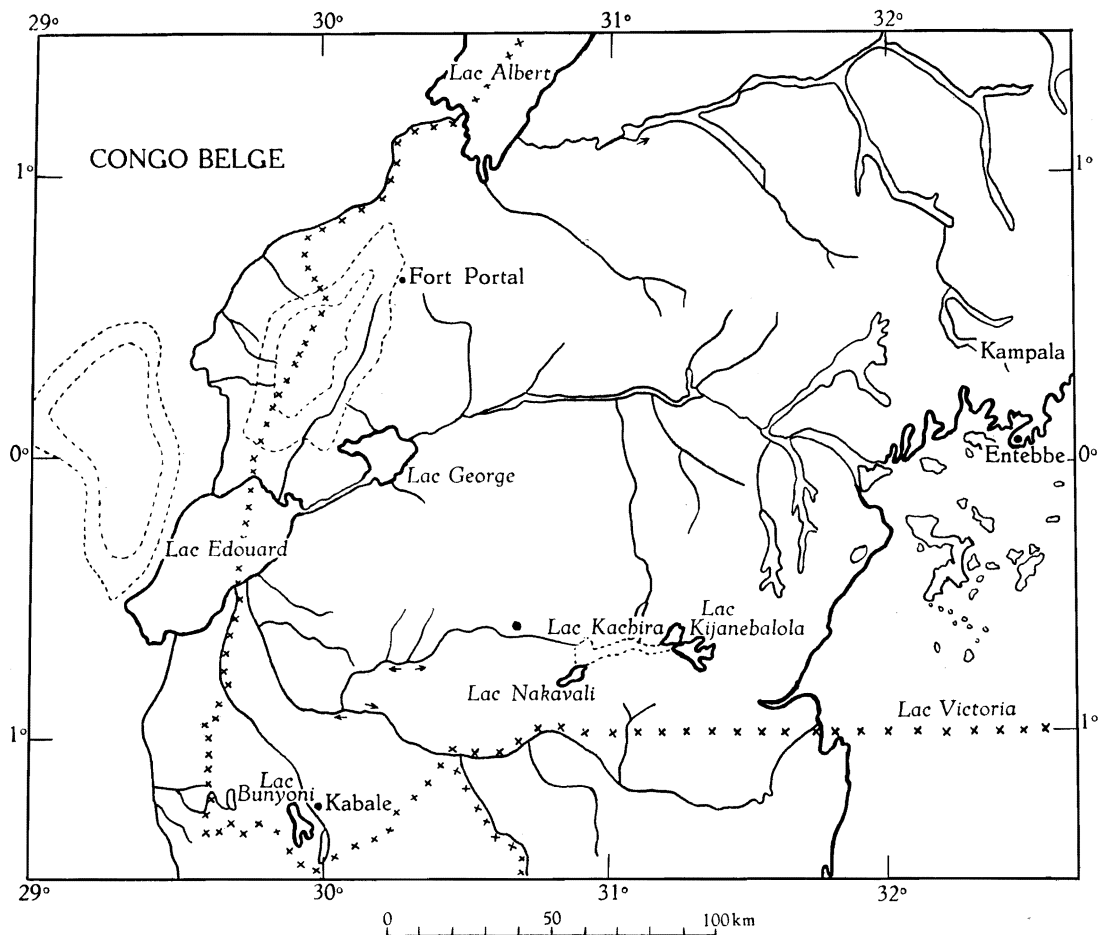


FIG. 32. — Situation géographique des lacs en Uganda.

Les phosphates demeurèrent indécélables, vu la couleur propre de l'eau, mais ont dû être présents, car le 30 juin la rivière Karianduzi déversait une teneur de 0,005 mg-litre de phosphates dans le lac.

A 11 h, après moins de deux heures de soleil brillant, l'oxygène et la température ont augmenté et le pH est devenu plus alcalin à toutes les profondeurs. Les irrégularités de la distribution verticale suggèrent qu'un brassage par l'action du vent avait déjà eu lieu.

8. — LE LAC GEORGE.

Le lac George, relié au lac Édouard par le Kazinga Channel, est situé dans une vallée latérale du graben et peu profond, possédant un fond plat à une profondeur de deux mètres et demi à trois mètres. Sa superficie est d'environ trois kilomètres carrés (fig. 32).

La turbidité mesurée au disque de SECCHI n'a donné que quarante centimètres. La température de surface semble varier de 26,6° C à 24,0° C. On ne possède que quelques valeurs analytiques au sujet de l'eau du lac George (E. B. WORTHINGTON, 1932, et E. H. HURST, 1925) et une série de mesures effectuées en 1951 et 1952 par l'EAST AFRICAN HIGH COMMISSION (Tables 34, 35 et 36).

TABLE 34. — Composition de l'eau du lac George.

Auteurs	HURST 1925	E. B. WORTHINGTON 22.VII.1931
Sels dissous	268	—
Chlorures	18	—
Alcalinité cc HCl N/l	—	2,1
pH	—	9,9
P ₂ O ₅ mg/l	—	0,154
SiO ₂ mg/l	—	18,3

TABLE 35. — Composition de l'eau du lac George.

Profondeur	Conductivité	pH	Alcalinité cc N/l	NH ₃	Ca mg/l	SiO ₂ mg/l	Cl ₂ mg/l
Surface	185	8,7	2,09	0,025	24	24	—
	185	8,5	2,16	0,025	24	—	4
	185	8,5	2,12	—	20	24	4
	190	8,5	2,11	0,025	24	—	—
	190	8,4	2,04	—	24	24	10
	188	8,5	2,07	0,025	24	—	5
	190	8,5	2,09	—	24	24	5
	190	8,4	2,11	0,025	24	—	—
	195	8,5	2,14	—	24	24	7
Fond	340	8,0	2,30	2,00	50	—	20

TABLE 36. — Composition de l'eau du lac George.

25 novembre 1952.

Profondeur	Surface	1 m	2 m	3 m	3,5 m
Température °C	23,45	23,45	23,45	24	26,5
Oxygène mg/l.	5,3	5,4	5,0	—	—
Oxygène % saturation	63	64	60	—	—
Conductivité	165	160	170	—	—
pH	9,24	9,1	8,97	—	—
Alcalinité cc HCl N/l	1,76	1,74	1,78	—	—
Silice mg/l	20	20	20	—	—
Phosphates mg/l	0,1	0,1	0,075	—	—
Ammoniaque mg/l.	traces	0	0	—	—
Nitrites mg/l	—	0	0	—	—
Nitrates mg/l	—	0	0	—	—
Fer total mg/l	1,6	0,4	1,0	—	—
Ca mg/l	20,8	—	—	—	—
Mg mg/l	5,47	—	—	—	—
Chlorures	6	6	6	—	—
Sulfates	—	non décelables		—	—

(d'après l'EAST AFRICAN FISHERIES RESEARCH ORGANISATION REPT. ANN. 1953).

(Échantillons prélevés le 24 mars 1953, soumis à l'analyse le 30 mars 1953.)

Profondeur	Surface	2 m
Température °C	26,8	24,95
Oxygène mg/l	1,2	3,2
pH (laboratoire)	8,93	8,58
Conductivité	175	185
Cl	3	5
SO ₄	nd	nd
PO ₄	nd	traces
NO ₂	nd	0,005
Ammoniaque	0,96	1,04
NO ₃	nd	nd
Silice	32	32
Ca	17,8	19,4
Mg	2,5	2,68
Si	nd	nd

L'eau du lac George (E. B. WORTHINGTON, 1932) et du Kazinga Channel est moins alcaline que celle du lac Édouard. Ceci cause une différence considérable dans la vie des plantes microscopiques de ces deux espèces d'eau, de sorte que celles du lac George et du Kazinga Channel sont vertes à cause de l'abondance du phytoplancton, alors que le lac Édouard contient de l'eau parfaitement claire.

Comme on l'a déjà dit plus haut, il existe une ligne de démarcation très nette entre ces deux types d'eau, ligne qui se déplace parfois de deux cents à trois cents mètres environ dans le lac Édouard et parfois de la même longueur à l'intérieur du Kazinga Channel, d'après le sens du vent vers le lac ou vers le Channel.

Au moyen de flotteurs, E. B. WORTHINGTON a démontré qu'au moins depuis juin à août 1931 il n'y avait pas de courant appréciable par le Kazinga Channel et que, par conséquent, il ne peut y avoir qu'une différence de quelques centimètres entre les niveaux des deux lacs Édouard et George.

Cependant le mouvement doit se faire généralement en direction du lac Édouard, car la ligne de démarcation entre les deux types d'eau se trouve à l'extrémité du Channel à son confluent avec le lac Édouard.

Le Kazinga Channel est très peu profond, de l'ordre de trois à quatre mètres et demi, et tout le lac George n'a que deux à six mètres, excepté un cratère situé à l'extrémité Sud et étroitement lié au lac, où E. B. WORTHINGTON trouva une profondeur de six mètres.

9. — LE LAC KIOGA.

Le lac Kioga occupe une partie basse limitée approximativement par 1° et 2° latitude Nord et 32°30' et 33°30' longitude Est (E. B. WORTHINGTON, 1929). Il est alimenté par le Nil Victoria, par la rivière Mpologonia et une série de rivières secondaires (fig. 33).

Le Nil Victoria est le drain d'une vaste région, dont la plus grande partie est constituée par des lacs et des marais; il accuse d'abord une faible pente durant vingt-cinq kilomètres environ, puis, sa vallée se bute un peu, en amont de Fajao, au rebord Est du graben, dans lequel, par les Murchison Falls et les autres chutes qui les suivent, dévalent, d'une hauteur de plus de quatre cents mètres, les eaux du plateau central africain. Au niveau du gradin Kioga, le Nil a un lit marqué et navigable depuis Atura jusqu'à Masindi, où il s'épanche dans la lagune du Kioga, à nombreuses ramifications, toutes couvertes de « sudd », au travers duquel ont été découpés des chenaux de navigation constamment nettoyés et dragués.

Le bassin du lac Kioga est mal défini. S'il est nettement alimenté par les eaux des torrents qui descendent du massif des monts Elgon, il n'est, par contre, alimenté que d'une manière imprécise par les vallées qui drainent les régions

de l'Ouest et dont le réseau supérieur, à une altitude d'une quarantaine de mètres au-dessus du Nil Victoria, s'interpénètre avec celui des vallées tributaires à l'Est du lac Albert.

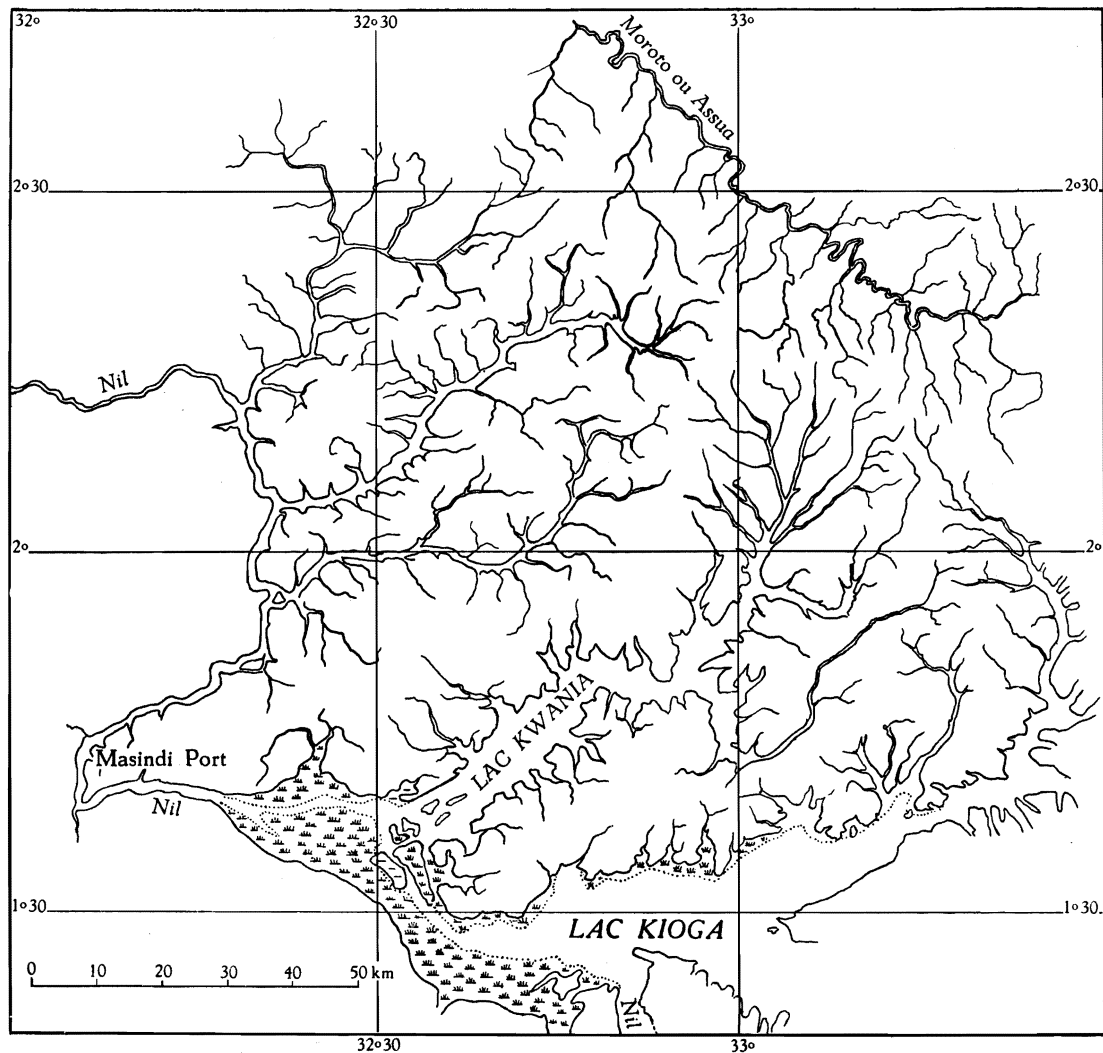


FIG. 33. — Le lac Kioga (J. H. DRIBERG, 1921).

Le caractère marécageux de ces vallées est cause d'une déperdition importante de leurs eaux par évaporation solaire et absorption par les plantes. Le niveau des passes navigables du Kioga ne varie guère, à cause non seulement de la variabilité relativement faible des apports pluviaux dans cette zone équatoriale, mais aussi à cause de l'immensité de sa superficie.

H. E. HURST (1925) donne trois à quatre mètres comme la plus grande profondeur, mais E. B. WORTHINGTON (1929) ne mesura que trois mètres au large et des places de cinq mètres sept, notamment aux environs de Bugondo.

Le fond est constitué par de la vase contenant une forte proportion de matière végétale en décomposition.

A quelques exceptions près, les rives sont couvertes d'une bande de *Papyrus* et d'autres espèces marécageuses. La largeur de cette bande varie de quelques mètres le long des rives les plus exposées, à plusieurs kilomètres aux endroits où les baies et les estuaires des rivières sont entièrement remplis de végétation flottante. Ceci conduit à une végétation flottante très abondante de *Papyrus* au large, lors de coups de vent, qui enlèvent cette végétation à la rive et la poussent vers le large. En outre les crues arrachent cette masse végétale à la terre ferme, de sorte que la distribution des îles flottantes est très variable.

De grandes superficies du lac, libres d'îles flottantes, sont occupées par les *Nymphæa*. La limite du *Nupharetum* est marquée par la profondeur de trois mètres. Ceci semble prouver que le *Nupharetum* peut s'établir partout où la profondeur n'excède pas cette valeur.

Dans le cas où le niveau moyen devait baisser un peu, l'eau libre cesserait d'exister.

La rétrogradation de ce lac a une allure très rapide : C. E. FISHBOURNE, dans son rapport au sujet du lac Kioga, 1907-1908, donne une carte du bras Sud du lac conduisant vers la rivière Mpologoma. Toute cette partie, eau libre à cette époque, est maintenant couverte d'un *Nupharetum*. Il en est de même pour la partie vers Kwania, à l'Est de Nabieso.

Le thalweg du Nil Victoria à travers le lac est plus profond que la profondeur moyenne du lac lui-même. Ce fait, mis en parallèle avec d'autres phénomènes d'érosion de la rivière aux Murchinson Falls et les rapides en amont des chutes, tend à démontrer qu'en l'absence de mouvements tectoniques ou de changements d'ordre climatique dans cette région, le niveau du lac Kioga baissera progressivement et le lac se trouvera par conséquent complètement couvert par le *Nupharetum* et cessera ensuite d'exister. Les phénomènes d'atterrissement dus à l'accumulation de matières végétales en décomposition sont appelés à jouer ici un rôle définitif.

M. WAYLAND, Directeur du Service Géologique de l'Uganda, a émis l'opinion que le lac Victoria a dû être autrefois beaucoup plus étendu qu'il ne l'est à présent et comprenait probablement aussi le Kioga, peut-être même le lac Albert.

E. B. WORTHINGTON, lui aussi, arrive à la même conclusion, et le Kioga avec les régions marécageuses environnantes constitueraient les restes d'un lac beaucoup plus considérable.

Composition de l'eau du lac Kioga.

(Échantillons prélevés à 1 mille de Bugondo le 26 juin 1953.)

Profondeur	Surface	5 pieds	8 pieds
pH	7,6	7,4	7,1
Température °C	28,0	25,7	25,6
Oxygène mg/l	3,51	1,48	0,28
% de la saturation	50	19	0,38
Conductivité	320	325	355
Alcalinité N $\times 10^{-4}$	32,1	31,6	31,4
Cl mg/l	1,5	1,5	2,7
SO ₄	nd	nd	nd
PO ₄	traces	traces	0,025
Ammoniaque	0,04	traces	traces
NO ₂	0,002	nd	nd
NO ₃	nd	nd	nd
Silicates	6	4	2
CO ₂ libre... ..	5,3	8,9	16,9
Ca	20,8	21,9	23,7
Mg	1,95	1,65	2,0
Fe	nd	nd	nd

10. — LE LAC KIVU.

H. DAMAS a exploré le lac Kivu en 1936. Je lui emprunterai donc les notes suivantes.

Quoique compté parmi les petits lacs africains, le Kivu est de taille respectable. De Bukavu, au Sud, jusqu'à Nyarutshiru, sur la rive Nord, la distance à vol d'oiseau est de cent deux kilomètres. La plus grande largeur du lac, de Shova à Kibuye, atteint cinquante kilomètres. Malgré les très nombreuses îles, qui obstruent ses eaux, la superficie du lac dépasse deux mille trois cents kilomètres carrés (fig. 34).

Le Kivu couvre près d'un degré de latitude. Saké, au Nord, se trouve à 1°34' de latitude Sud, tandis que Bukavu, au Sud est à 2°30' de latitude Sud. De l'Est à l'Ouest il s'étend entre 28°50' et 29°23' de longitude Est.

Le Kivu, lac de montagne, situé à une altitude élevée, mille quatre cent soixante-trois mètres, entre de très hauts sommets, voisin de l'équateur, se trouve

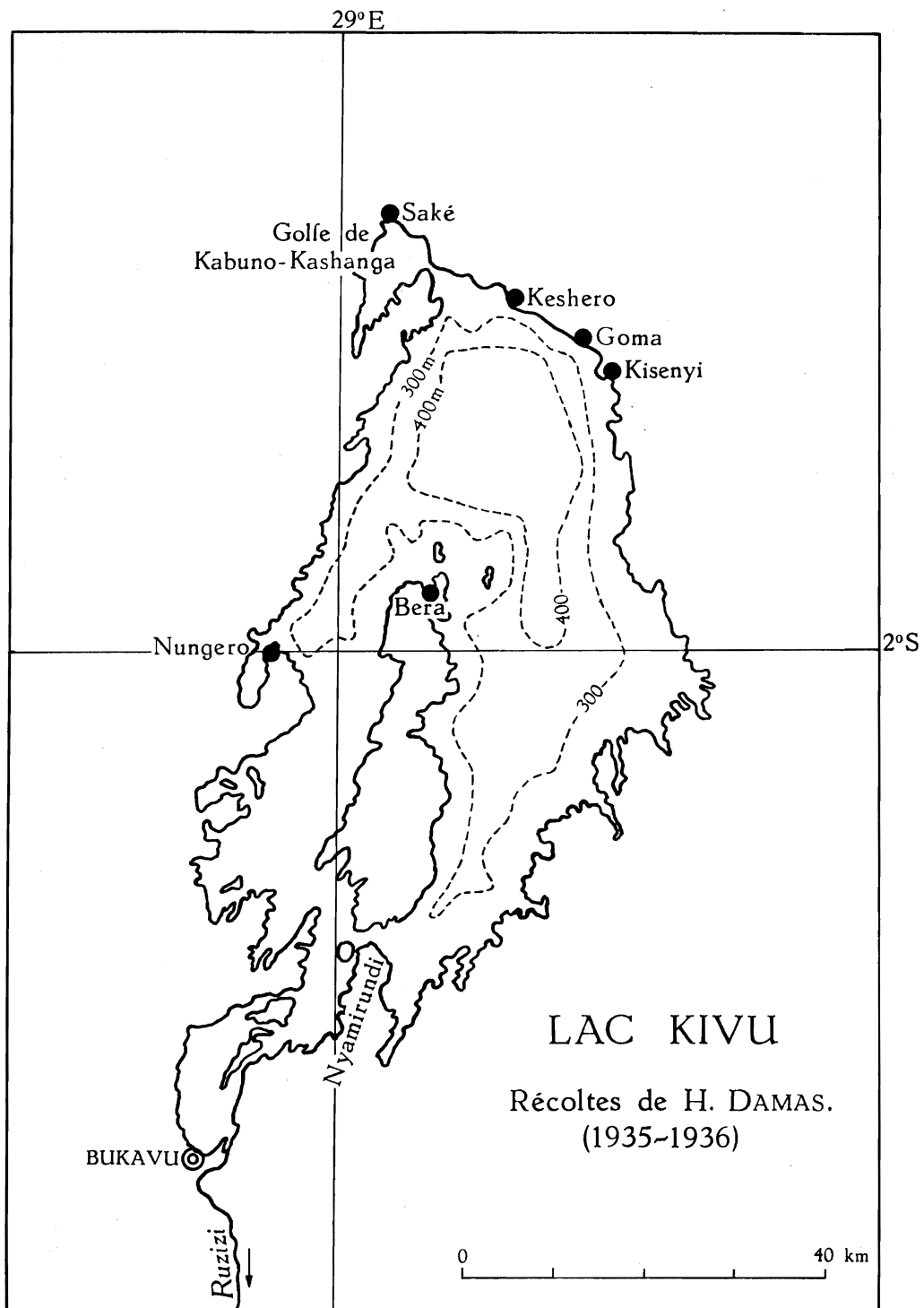


FIG. 34. — Le lac Kivu.

au centre d'une région très pluvieuse. Il ne présente pas de profondeurs véritablement abyssales. Le point le plus profond que H. DAMAS ait rencontré est à quatre cent septante-huit mètres sous le niveau actuel des eaux.

Les sondages montrent, au Nord d'Idjwi, une vaste plaine sous-lacustre, située à environ quatre cent soixante mètres sous l'eau et s'étendant sur près de quinze kilomètres de longueur et de largeur.

Cette plaine est prolongée, à l'Est et à l'Ouest d'Idjwi, par deux vallées noyées où la profondeur diminue au fur et à mesure qu'on avance vers le Sud. La pente du fond du Kivu est donc inverse au sens actuel de l'écoulement des eaux.

Au Nord, au pied de la plaine de lave, des profondeurs très considérables ont été enregistrées à peu de distance de la côte. Le profil de la berge à ces endroits est celui d'une muraille extraordinairement abrupte (64 %).

La « couche morte » du Kivu est absolument dépourvue d'oxygène. Dans la zone superficielle (0-65 m), la courbe de l'oxygène est parallèle à la courbe des températures. L'épilimnion est saturé d'oxygène. En période de stratification, l'hypolimnion en est privé. Il en contient un peu en saison sèche, période de circulation (Table 37).

TABLE 37. — Concentration de l'Oxygène dans les eaux du lac Kivu (d'après H. DAMAS).

	Dates	Profondeur en m	Température °C	Oxygène mg/l	% saturation
Station 1 Ngoma	8.IV.1935	20	23,87	7,41	87,88
	10.IV.1935	0	24,10	7,88	93,77
		2	24,04	8,37	99,44
		5	23,89	8,17	96,90
		10	23,83	9,03	106,91
		15	23,83	8,43	99,81
	13.IX.1935	0	23,70	7,94	93,85
		4	23,11	8,41	98,24
		10	22,83	7,40	88,01
15		22,99	7,94	92,60	
Bera	26.IX.1935	0	24,30	8,19	97,80
		2,5	23,94	8,20	97,25
		6	23,80	8,06	95,43
		10	23,31	8,01	93,88
		15	23,00	7,55	88,05
Ngoma	13.II.1936	0	24,95	7,32	88,54
		5	23,67	7,37	87,11
		10	23,64	7,03	82,95
		15	23,61	7,15	84,37
		20	23,63	6,93	81,77

L'hydrogène sulfuré se manifeste environ dix mètres au-dessous du niveau où disparaît l'oxygène. La quantité la plus forte dosée est de 7 mg-litre.

L'alcalinité des eaux varie de 16 en surface et de 66 à trois cent septante-cinq mètres. Cette augmentation n'est pas régulière. Elle se fait à deux niveaux principaux : entre soixante-cinq et cent mètres et entre deux cents et deux cent septante-cinq mètres.

La dureté réelle est égale aux trois cinquièmes de la dureté apparente. L'eau du Kivu contient donc beaucoup de sels alcalins.

Le pH est égal à 9,45 en surface, à 8,5 à soixante-cinq mètres. A cent mètres il est voisin de la neutralité. A partir de deux cents mètres il est légèrement acide, pH=6,75.

La conductibilité électrique indique une concentration saline d'environ 1 gr-litre, en surface; de 2,8 gr-litre à deux cent septante-cinq mètres.

Les nitrates n'existent que dans l'épilimnion. Il y a dans la « couche morte » des sels ammoniacaux en quantités formidables, jusqu'à 56 mg-litre. Les phosphates n'existent qu'en traces indosables dans l'épilimnion, sont un peu plus concentrés dans l'hypolimnion et atteignent dans la « couche morte » jusqu'à 3,5 mg-litre.

La transparence de l'eau a varié de 1,75 m-2,75 m en saison sèche, période de circulation, à 6,50 m en saison des pluies, période de stratification.

Au point de vue de la température, les recherches de H. DAMAS ont démontré :

1° Au Nord, au centre et au Sud du lac, les résultats sont identiques. Toute cette partie du lac constitue donc un seul ensemble. Jusqu'à septante mètres de profondeur, la température des eaux décroît; plus bas, elle augmente avec la profondeur. Cette masse se compose donc de deux couches nettement différentes.

2° La première zone (de zéro à septante mètres) contient les trois couches habituelles d'un lac : épilimnion, thermocline et hypolimnion. En saison des pluies, le thermocline est brusque, relativement important (1° C) et situé à vingt-cinq mètres de profondeur. En saison sèche, il est estompé. C'est le résultat d'un refroidissement nocturne plus intense qui a abaissé d'un degré C la température de l'épilimnion. La saison sèche est donc une période de circulation.

Chaque nuit la température de surface devient inférieure à celle de tout l'épilimnion. Il y a donc un brassage journalier et une homogénéisation journalière de cette zone.

Pendant l'année 1935-1936, la température de l'hypolimnion est restée fixe à 22,3° C, soit 1° C de plus que la température atmosphérique moyenne.

Je transcris ici dans les tables 38 et 39 les données obtenues à une station hydrographique et les observations en surface pour tout le lac.

TABLE 38. — Lac Kivu.
Station hydrographique 5. — Ngoma, le 17 septembre 1935. Sondage n° 5
(d'après H. DAMAS, 1937).

Ciel à demi couvert, soleil, longues vagues du S.S.E.
Transparence : 2.70 m. Couleur de l'eau : FOREL, XI.

Profondeur m	Température °C	pH	CO ₂ mg/l	Alcalinité cc HCl N/10 %	NO ₂	NO ₃	PO ₃ mg P/l	H ₂ S
					mg N/l			
0	23,15 10 h 30	9,45	-96,6	16,9	traces	0,01	traces	—
2	22,84	—	-95,6	—	—	—	—	—
5	22,81	9,45	-98,0	16,59	—	0,02	—	—
10	22,74	9,35	-88,0	16,33	—	0,02	—	—
17,5	22,53	9,3	-93,0	16,67	—	0,03	—	—
30	22,40	9,25	-76,0	16,45	—	0,01	0,004	—
50	22,27	9,05	-76,4	16,85	—	traces	0,005	—
75	22,34	8,2	24,2	21,69	0,1	0,00	0,475	—
100	22,53	7,2	182,2	28,59	0,00	0,00	0,725	—
205	22,85	6,85	445,0	32,57	0,00	0,00	1,750	—
275	24,39	6,85	823,0	55,91	0,00	0,00	3,500	—
285	Fond	—	—	—	—	—	—	—

TABLE 39. — Composition de l'eau de surface à diverses stations au lac Kivu
(d'après H. DAMAS, 1937).

Station hydrographique	Trans- parence m	Pro- fondeur m	Tempé- rature °C	ω 18° × 10 ⁴	pH	CO ₂ mg/l	Alcalinité cc HCl N/10 %	Dureté réelle cc Palmitate de KN/10 %	H ₂ S	O ₂ mg/l
2. Ngoma, 10.IV.1935	5,60	0	24,10	13,3	9,45	—	—	—	—	7,88
3. Ngoma, 15.IV.1935	—	0	25,10	—	—	- 98,8	16,01	—	—	—
4. Ngoma, 13.IX.1935	—	0	23,70	1,28	—	—	—	—	—	7,94
5. Ngoma, 17.IX.1935	2,70	0	23,15	—	9,45	- 96,6	16,19	—	—	—
6. Bera, 26.IX.1935	1,75	0	24,30	—	9,35	-103,0	14,03	—	—	8,19
7. Nyamirundi, 13.X.1935	1,75	0	23,40	—	9,35	—	—	—	—	—
8. Ngoma, 11.II.1936	4,75	0	24,75	—	9,3	- 92,4	16,23	9,9	—	—
9. Ngoma, 13.II.1936	4,55	0	24,95	—	—	—	—	—	—	7,32
10. Kabuno Kashanga, 22.II.1936 .	—	0	23,00	—	—	—	—	—	—	—

TABLE 40. — Lac Kivu
(d'après F. HUNDESHAGEN, 1909).

Par kg d'eau	I. — Lac Kivu		II. — Sources chaudes près du lac Kivu	
	g	mg équivalents	g	mg équivalents
Cations :				
K	0,0307	0,785	0,0542	1,385
Na	0,2028	8,800	0,5585	24,230
NH ₄	traces	—	traces	—
Ca	0,0081	0,404	0,0242	1,205
Mg	0,1220	10,020	0,0166	1,363
Fe	traces	—	0,00025	0,009
		20,009		28,192
Anions :				
SO ₄	0,0324	0,675	0,0310	0,645
Cl	0,0424	1,196	0,2300	6,488
HCO ₃	1,1084	18,170	1,2810	21,000
NO ₃ NO ₂	traces	—	—	—
		20,041		28,133
SiO ₂	0,0050	—	0,0600	—
CO ₃	—	—	0,0682	—
Résultats calculés en :				
		Mol.		Mol.
CaCO ₃	0,0202	100	0,0603	100
MgCO ₃	0,4226	2,480	0,0575	113
FeCO ₃	traces	—	0,0005	—
Na ₂ CO ₃	0,4110	—	0,9773	—
K ₂ CO ₃	—	—	—	—
NaCl	0,0620	—	0,2400	—
KCl	0,0105	—	0,0508	—
K ₂ SO ₄	0,0588	—	0,0565	—
SiO ₂	0,0050	—	0,0600	—
		—	0,0040	—
CO ₂ semi-combiné	0,4000	—	0,4620	—
CO ₂ libre	—	—	0,0682	—
Extrait à 140° C	1,0500	—	1,6460	—

La publication des résultats d'une des premières analyses complètes de l'eau du lac Kivu date de 1909.

Au cours d'un voyage en Afrique orientale, le Dr A. RÖMER de Stuttgart a eu l'occasion de ramener en 1907-1908 des échantillons du lac Kivu :

1° Lac Kivu, baie de Kisenyi, à une distance de cinq mètres de la rive;

2° Eau d'une source chaude sur une langue de terre au Sud de la baie de Kisenyi.

Les échantillons furent analysés au laboratoire des Drs F. HUNDESHAGEN et PHILLIP à Stuttgart.

Malgré le temps assez long qui s'est écoulé entre la prise d'échantillon et l'analyse, — cette dernière n'ayant pu se faire que vers la fin de l'année 1908, — pendant lequel l'eau a fatalement subi certains changements, l'analyse a pu montrer cependant avec assez d'exactitude la nature de l'eau du lac Kivu.

TABLE 41. — Analyse d'un Travertin du lac Kivu.

H ₂ O	—	2,75 %	—
CO ₂	—	44,20 %	—
CaO	—	36,00 %	—
MgO	—	15,00 %	—
Al ₂ O ₃ , F ₂ O ₃	—	0,45 %	—
SiO ₂	—	1,49 %	—
P ₂ O ₅	—	traces	—
		99,89 %	
Calculés comme :			Mol.
CaCO ₃	64,2 %	—	100
MgCO ₃	31,5 %	—	61
	95,7 %		

Les résultats analytiques montrent une teneur élevée en hydrocarbonates, dont une partie est liée au potassium et au sodium (Table 40).

Pour l'eau d'un bassin lacustre relativement grand, dit F. HUNDESHAGEN (1909), celle-ci montre des caractères très curieux : avec une teneur de 0,65 g/kg hydrocarbonate de soude (0,41 Na₂ CO₃) et 0,73 g/k hydrocarbonate de magnésium et peu de calcium.

Sans doute, dit-il, le lac possède-t-il des feeders alcalins du genre des sources chaudes. Le curieux rapport Ca : Mg est en relation avec la haute teneur en hydrocarbonates alcalins.

La décomposition de l'hydrocarbonate de Ca et de Mg, sous l'influence du ressac et de l'insolation, a pour résultat une précipitation du carbonate de calcium, sel le plus difficilement soluble, tandis que la combinaison magnésienne reste en solution et, après l'établissement d'un équilibre, occupe seule la place des alcalino-terreux.

F. HUNDESHAGEN s'appuie en outre sur l'analyse d'un travertin suivant la ligne des rives du lac et très visible par sa couleur blanche (Table 41). Ce travertin est réellement composé de carbonate de calcium et de carbonate de magnésium, avec prédominance de sel calcique. 100 mol CaCO_3 sont mélangés à 61 mol Mg_2CO_3 , alors que dans l'eau du lac Kivu le rapport $\text{CaCO}_3 : \text{MgCO}_3 = 100 : 2.480$. Par rapport au Ca il y avait dans le travertin quarante fois moins de Mg que dans l'eau du lac, dont le travertin provient.

F. HUNDESHAGEN fait ensuite une remarque très curieuse : tous ceux qui ont visité ce beau lac situé sous un climat si favorable ont été frappés par le fait que le lac n'offre qu'une vie difficile aussi bien au point de vue animal que végétal. D'après lui, c'est la présence de grandes quantités de carbonates alcalins, même sous forme d'hydrocarbonates, qui n'est pas favorable à la vie.

Toutefois, il faut s'attendre à une adaptation toute particulière chez les formes qui ont réussi à se maintenir dans un tel milieu.

H. DAMAS (1937) n'a pas publié d'analyses complètes de l'eau du lac Kivu. Nous trouvons toutefois des renseignements chez F. DELHAYE (1941).

L'échantillon a été prélevé à l'entrée de la passe donnant accès au lac à la baie de Kabuno-Kashanga, c'est-à-dire dans la partie la plus exposée aux exhalaisons volcaniques.

On remarque que l'eau est bicarbonatée sodique et magnésienne, relativement pauvre en calcium, malgré les travertins qu'on observe parfois sur les rives (Table 42).

H. SCAËTTA (1934) a eu l'occasion de mesurer la température des eaux superficielles du lac Kivu à différentes reprises, à quelques centimètres de profondeur, au-dessous de la surface. Aussi bien à proximité des rives qu'au large, la température observée varie entre $18,5^\circ \text{C}$ et 23°C au cours d'une journée sereine. La variation annuelle moyenne doit être pratiquement très faible.

Le lac Kivu, malgré sa forte altitude (1.463 m) et son étendue (2.300 km²), a une température plus élevée que l'isotherme des rives, qui est de $21,3^\circ \text{C}$. H. SCAËTTA ne sait expliquer ce fait, qui contraste avec celui des mers équatoriales, qu'en l'attribuant en premier lieu à la radiation solaire très active à cette latitude; en second lieu, à la position orographique, qui place le lac au fond d'un bassin entouré de hautes chaînes de montagnes.

Une cause secondaire d'apport de calorique pour le Kivu sont les eaux chaudes qui se déversent de certains points des rives et les sources certainement plus nombreuses qui jaillissent du fond à proximité des côtes.

Ces eaux ont des températures de l'ordre de 50°C . Les éruptions ont élevé fortement la température de l'eau par le débordement des laves incandescentes. L'énorme quantité de chaleur apportée et qui n'a certainement pas été compensée

TABLE 42. — Eau du lac Kivu, baie de Kabuno-Kashanga
(d'après F. DELHAYE, 1941).

Résultats en mg/litre.

Résidu fixe à 110°	975	Na	210
Résidu calciné	879	K	18
Dureté totale	43°	Cl	35
Dureté permanente	6°5	SO ₄	6
SiO ₂	71	CO ₃ combiné ou semi-combiné ...	750
Ca	37	CO ₃ des carbonates neutres alcalins	96
Mg	82		
Résultats en millivalences.			
CO ₃	17,15	Ca	1,85
SO ₄	0,13	Mg	6,83
Cl	0,99	Na	9,13
		K	0,46
	19,27		19,27

par l'évaporation doit avoir produit une augmentation de température non temporaire dans la masse des eaux. L'apport de calorique donné par les « moffettes » sublacustres, assez nombreuses dans certaines parties du lac, n'est peut-être pas négligeable. La température de certaines moffettes, mesurées à l'intérieur des grottes, est de 60 à 65° C.

Un dernier mot au sujet des vents dans la régions du lac Kivu. Ici encore c'est à H. SCAËTTA (1934) qu'il faut recourir.

« La brise de lac se caractérise par le fait qu'elle souffle en direction moyennement normale aux rives (comme partout ailleurs) et prend naissance au large, approximativement au milieu de la surface de l'eau. Pour le Kivu, orienté du Nord au Sud, nous avons quatre directions principales, pour les quatre points cardinaux. Dans les golfes importants, comme, par exemple, le golfe de Kabuno-Kashanga, ces directions sont modifiées par rapport à l'orientation des rives. Le fait est commun à tous les lacs du centre africain. H. SCAËTTA a, en plus, eu l'occasion de l'observer sur le lac Tanganika.

» La rose de fréquence des vents à Tshibinda montre comment les deux brises de lac et de montagne dominant toute l'année. A Tshibinda une variation diurne de la direction est difficile à rechercher dans ce cas, étant donnée la présence prédominante ou exclusive des brises quand le temps est calme à l'heure de leur

formation. Les courants d'inversion, dont l'existence est, par contre, liée étroitement à la naissance des perturbations orageuses, sont si variables qu'ils ne dégagent pas une direction pouvant être indiquée comme prépondérante.

» Les directions Sud, Nord et Sud-Est, que la rose de fréquence indique comme subsidiaires des bises, s'équivalent presque et elles dépendent, en quelque sorte, de la direction de marche des orages. Souvent les orages de l'Est, arrivant contre la chaîne dorsale, provoquent un vent d'Ouest qui s'ajoute à la fréquence de la brise vespérale de montagne et vice versa.

» La brise du lac est plus fréquente que la brise de montagne, parce qu'après le coucher du soleil, heure à laquelle cette dernière prend naissance, le ciel est plus fréquemment nuageux et s'apprête à la pluie. Au lever du soleil et pendant les heures matinales, quand l'échauffement rapide du sol anime les courants de convection, naît la brise du lac ou de vallée. Entre l'aube et 10 h, le ciel est le plus souvent serein en toute saison.

» La fréquence des courants locaux n'a aucune régularité, mais elle varie avec la position topographique de la station. A la suite de l'analogie topographique du versant oriental de la dorsale congolaise avec la station de Tshibinda, son régime par rapport aux brises doit être analogue au régime de cette station.

» Le versant occidental, qui s'abaisse rapidement vers la grande dépression du Congo, couverte par la forêt équatoriale, doit jouir d'un régime analogue, mais de direction inverse. L'énorme masse forestière, par rapport à la dilatation verticale de l'air et aux courants qui en dérivent, a une action analogue à celle de la surface d'un lac ou d'une expansion marécageuse. D'autre part, la brise de montagne prend son origine au-dessus des crêtes de passage et glisse d'un côté et de l'autre de la chaîne. La fréquence des brises accuse une certaine différence entre les quatre saisons. Elle est faible en toutes directions et par conséquent les calmes prédominent au cours de la courte saison sèche du solstice austral (février); elle est maxima pendant la saison de l'équinoxe boréal (septembre-décembre); elle est moins accusée pendant la saison de l'équinoxe austral (mars-mai) et diminue encore pendant la saison sèche du solstice boréal. A Tshibinda, la brise du lac prédomine par sa fréquence sur la brise de montagne, pendant toute l'année. Le nombre des accalmies approche de très près celui des brises diurnes; plus nombreuses à 8 h, elles se font plus rares vers le maximum thermique. Leur maximum de fréquence est atteint pendant l'équinoxe boréal. Un équilibre relatif entre les deux brises est atteint en l'absence de pluies, ce qui est conforme à la théorie. Elles sont arrêtées normalement par l'apparition des brouillards.

» A l'altitude de Tshibinda, la brise du lac devient sensible, d'ordinaire deux heures après le lever du soleil. Sur les rives mêmes du lac elle souffle avec anticipation. La brise de montagne commence, comme partout ailleurs, une ou deux heures après le coucher du soleil et atteint son maximum de vitesse vers minuit, pourvu que l'atmosphère ne soit pas troublée par des systèmes orageux.

Sa direction suit l'inclinaison des pentes de partage, s'il s'agit d'une chaîne, et s'écoule sur tous les versants s'il s'agit d'une montagne isolée. Cette brise n'est en effet, qu'un glissement d'air refroidi le long des surfaces inclinées.

» La vitesse des brises est de 1,02 m à la seconde. La brise du lac est plus forte que la brise de montagne et varie selon les endroits. Elle est plus forte sur les rives du lac, au-dessus desquelles elle parvient animée d'un mouvement à composante horizontale. Elle diminue au fur et à mesure qu'elle monte les pentes des montagnes. Sur les rives Nord du Kivu, en face desquelles le lac atteint la plus grande surface libre, la brise est ordinairement assez tendue pour donner lieu à un ressac. Elle atteint ici une vitesse maximum probable de trois mètres à la seconde. »

Il serait particulièrement intéressant d'étudier quels sont les effets des brises sur le comportement des eaux lacustres, au point de vue thermique notamment, la répartition de l'oxygène dissous et la distribution géographique de la matière vivante du lac.

11. — LE LAC MOËRO.

Le lac Moëro (L. STAPPERS, 1914) est situé à la frontière orientale du Katanga, entre 8°30' et 9°30' de latitude Sud. Il s'étend, en longitude, depuis 28°23'30" jusqu'à 29°8' Est. Son altitude est de neuf cent septante-deux mètres au-dessus du niveau de la mer.

L'affluent principal du Moëro est la rivière Luapula; un nombre considérable d'autres affluents se jettent encore dans le lac, mais, en dehors de la Kalungwisi, à la côte orientale, et de la Lukinda, à la côte septentrionale, ce ne sont que des ruisseaux plus ou moins importants (fig. 35).

L'émissaire du Moëro est la Luvua ou Lualaba oriental, qui quitte le lac dans son angle Nord-Ouest et va s'unir, à Ankoro, à la rivière Lualaba occidental, pour former le Lualaba-Congo.

Le lac Moëro fait donc partie du bassin du fleuve Congo; il n'est, en réalité, actuellement (L. STAPPERS écrit en 1914), qu'un élargissement de la rivière Luapula-Lualaba.

La rive occidentale du lac est bordée de montagnes, depuis son extrémité Nord jusqu'à Mobanga; à partir de cette localité, vers le Sud, la rive est basse et la bordure de montagnes recule vers l'Ouest, à l'intérieur des terres.

La rive Nord descend assez doucement vers le lac et présente quelques plages sableuses, peu étendues cependant.

La rive orientale est accore dans sa moitié septentrionale, sa partie méridionale est bordée de falaises basses.

La rive Sud du lac est plate et se continue vers l'intérieur des terres et des plaines marécageuses, que le lac inondait probablement jadis.

Le lac Moëro est un lac de faible profondeur. Sa moitié méridionale a été comblée par les alluvions du Luapula; elle présente une pente régulière, qui part de l'embouchure du Luapula, où la profondeur n'est que de cinquante centi-

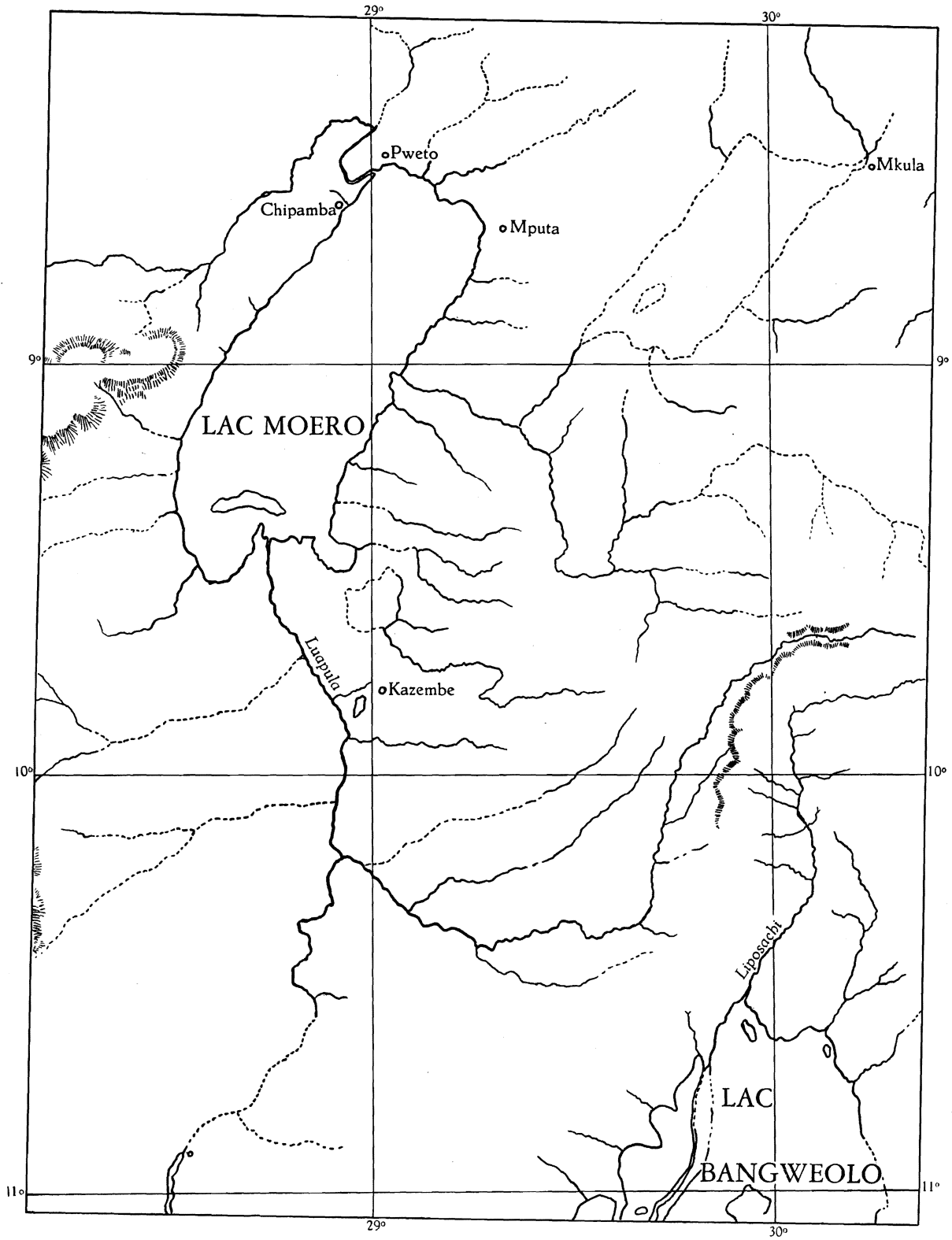


FIG. 35. — Le lac Moëro (P. WEATHERLEY, 1898).

mètres aux eaux basses et atteint la plaine septentrionale vers le milieu du lac. Cette plaine a une profondeur moyenne de dix mètres aux eaux basses. Elle est traversée en son milieu par une langue moins profonde, qui n'a que neuf mètres et qui correspond à la direction du courant du Luapula, se dirigeant vers son émissaire.

Le profil longitudinal passant par le milieu du lac, partant de l'angle Nord-Est de l'île de Kilwa pour aboutir au milieu de la rive Nord, montre la pente du fond dans la position méridionale et la plaine septentrionale. Le profil transversal, partant du Lukonzolwa vers le SE-S, indique une profondeur plus faible à la côte occidentale qu'à la côte orientale : cela s'explique par la direction du courant du Luapula, qui suit une route plus rapprochée de la côte Ouest, où il va rejoindre la sortie de la Luvua. Un triangle d'alluvion se dessine bien nettement au Nord de l'île de Kilwa.

Une partie de la plaine septentrionale située au large de Niemba-Kunda est d'un mètre plus profonde que les environs; près de la rive occidentale, par environ 9°9' Sud, il existe une dépression de quinze mètres. A la rive Nord, il y a une autre dépression de même profondeur, mais plus étendue.

Il s'est formé, dans le lac, une barre devant l'embouchure du Luapula; cet énorme banc de sable a été édifié par les substances alluviales amenées en suspension par les eaux de la rivière et qui se déposent lorsque son courant vient se perdre dans la grande masse d'eau du lac. La barre a moins d'un mètre de profondeur aux eaux basses.

La sortie de l'émissaire du Moëro est peu profonde et son plafond, formé de roches, est très irrégulier. Les profils de la côte du lac indiquent une pente régulière; la grève se continue insensiblement, sans transition brusque, avec le talus, contrairement à ce qui s'observe sur les côtés d'érosion, comme, par exemple, au lac Tanganika.

Le fond du lac Moëro est recouvert d'une épaisse couche de vase grise; un tube sondeur d'un mètre et demi de long, que L. STAPPERS a employé à travers tout le lac, s'est toujours enfoncé perpendiculairement dans le fond.

La zone de sable, dans le Sud du lac et sur les quelques rares plages sableuses, ne s'étend qu'à une profondeur très faible, dans une bande littorale.

L'eau de surface (L. STAPPERS, 1914) renferme donc très peu de sels dissous; elle est potable. Elle contient toujours une quantité assez notable de microorganismes et particulièrement des Myxophycées du genre *Anabaena*. Ces algues sont si abondantes que l'eau du lac en paraît jaune et que sa transparence n'est que de quarante centimètres (Table 43).

La température de l'eau de surface du lac oscille entre 24,5° C et 29,5° C.

M. ROBERT (1942) nous apporte encore quelques renseignements supplémentaires au sujet de la morphologie du lac Moëro. Le Moëro (cinq mille deux cents kilomètres carrés), qui s'étale à la cote + 920, immédiatement en amont des derniers barrages rocheux, est une expansion fluviale à peine profonde par endroits de dix à douze mètres. La rive occidentale est formée par une falaise, en général bien alignée, marquée d'échancrures peu profondes, où viennent se

TABLE 43. — Composition de l'eau du lac Moëro Sud-Est de Lukonzolwa
(d'après L. STAPPERS, 1915).

Température °C	26	Ca	13,7
Résidu mg/l	760	Mg	6
Résidu après calcination	691	Na	traces
CO ₃	24,0	K	traces
SO ₄	traces	SiO ₂	1,3
Cl	19,8	(Al + Fe) ₂ O ₃	4,3

déverser les petites rivières affluentes. Cette falaise bordière est surmontée par une plate-forme large d'un à quelques kilomètres, dessinée vers les cotes +1.025, +1.050 et bordée elle-même par une falaise conduisant au sommet du plateau de Lukonzolwa (+1.500). Cette plate-forme doit être une beine du lac, érodée à l'époque où ce dernier avait son niveau établi vers la cote +1.050, et s'étendait largement dans toutes les plaines d'amont et dans la dépression orientale du Moëro.

Le creusement de la gorge de la Luvua a provoqué l'abaissement des eaux du lac jusqu'au niveau actuel.

Le Luapula, qui alimente le Moëro, est actuellement le déversoir de la grande expansion marécageuse du Bangweolo (+1.148).

Cette rivière est bien régularisée jusqu'aux chutes Johnston, soit sur une longueur de deux cent septante-cinq kilomètres. Plus en amont, au coude que la rivière dessine après sa sortie du Bangweolo, apparaissent les chutes GRAND, où le fleuve, large de trois cents mètres environ, subit une dénivellation de quinze à seize mètres et présente un débit d'étiage de cinquante à soixante mètres cubes et un débit de crues de sept cents à huit cents mètres cubes.

12. — LE LAC NAIVASHA.

Le lac Naivasha (H. L. SIKES, 1935-1938) est situé à 36°20' de longitude Est et 0°45' de latitude Sud.

Le lac est approximativement circulaire, avec un diamètre d'environ vingt-trois mètres, et est situé à une altitude de mille huit cent quarante mètres au-dessus du niveau de la mer.

Ses deux feeders, les rivières Gilgal et Morendat, coulent dans des gorges très profondes. Il n'a pas d'exutoire connu. A certains endroits la rive est longée de *Papyrus*. Au Nord et au Nord-Ouest, le lac est entouré des montagnes volcaniques Buru; au Sud, du volcan éteint Longonot.

TABLE 44. — Caractéristiques de l'eau du lac Naivasha
(d'après G. B. WORTHINGTON, 1932).

Superficie approximative	18 km ₂
Profondeur maximale	20 m
Température de surface	20-24 °C
Alcalinité cc HCl N/l	3,0
pH	8,3-8,5

La plus grande profondeur a été mesurée au fond d'un cratère éteint, d'une superficie d'environ cent vingt-cinq hectares.

L'île Crescent et l'île voisine sont des parties des parois du cratère. La profondeur au centre du cratère a varié de vingt-quatre mètres en 1915 à dix-sept mètres en février 1936. A l'extérieur du cratère de Crescent island, la profondeur maximale du lac a varié d'environ treize mètres et demi en 1917 à six mètres six en février 1936 (fig. 36).

Le lac Naivasha occupe une dépression peu profonde dans la partie la plus basse de la section transversale du graben. A l'altitude du lac (1.865 m le 17 novembre 1917), la région de drainage monte à environ mille huit cents mètres plus haut vers l'Est et mille deux cents mètres à l'Ouest. Les roches volcaniques sont très répandues aux alentours : il y a des matières nettement définies, des zones de tuffs, des laves fraîches et des fumerolles.

Au point de vue météorologique, la zone de drainage est située partiellement dans la zone subaride et en partie dans la zone subhumide, la première étant dominante. L'isohyète de 1.016 mm traverse la région. Les précipitations diminuent rapidement depuis Aberdare Range et le Kinango Plateau vers l'Ouest en traversant le lac. La moyenne annuelle de la pluie est de 826 mm.

On se trouve souvent, au lac Naivasha, en présence de vents secs; la plus grande partie du lac étant peu profonde, la masse aquatique s'échauffe jusqu'à des températures élevées. Des régions considérables adjacentes aux rives du lac sont couvertes d'une végétation de *Papyrus* et d'autres Hélophytes. Ces circonstances causent une évaporation très importante.

Le lac Naivasha (P. M. JENKIN, 1929) est du type oligotrophe. Il contient des entomostracées planctoniques et des rotifères. Les pêches quantitatives ont montré que ces animaux se concentrent dans les régions profondes au cours de la journée. Le phytoplancton contient une espèce de *Microcystis* et des diatomées variées. Une abondante flore sous-lacustre s'est établie en zones successives sur une largeur de cinq cents mètres environ et recèle une faune abondante.

La réserve alcaline du lac Naivasha est de 4,0 cc HCl N-litre, mais, au lieu de calcium, la base est du sodium, provenant des laves alcalines. Les concentrations croissantes de l'alcalinité conduisent à une réduction quantitative marquée

de la flore et de la faune. Ce fait est illustré par les autres lacs alcalins, successivement lac Baringo : 10 cc HCl N-litre, Crater Lake : 110 cc HCl N-litre; lac Elmenteita : 220 cc HCl N-litre; lac Nakuru : 270 cc HCl N-litre. Cette augmentation de l'alcalinité a pour conséquence la croissance du pH, de pH=9,0 à

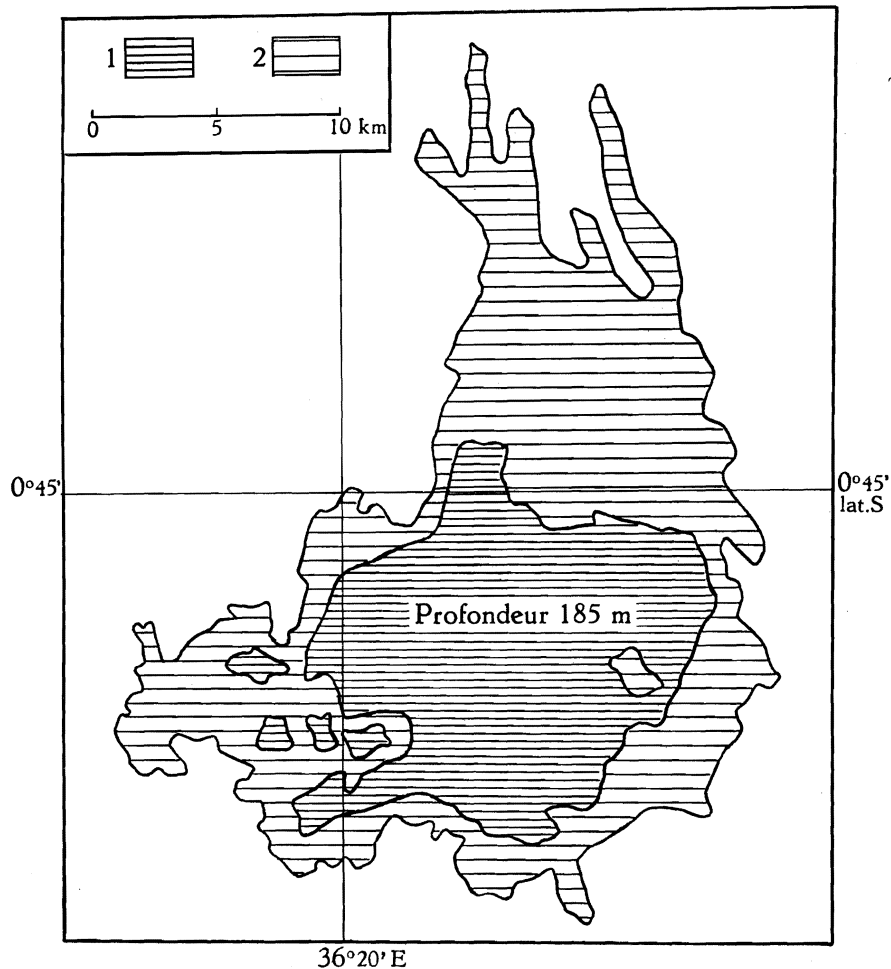


FIG. 36. — Le lac Naivasha. Étendue actuelle (1) et primitive (2). (F. MAURETTE, 1938).

pH=11,2 environ. Ces trois derniers lacs sont d'ailleurs caractérisés par l'absence de végétation ripicole; les rives sont vaseuses, mélangées aux excréments des flamings. Les fleurs d'eau semblent jouer un rôle important dans la biologie de ces lacs.

L. C. BEADLE (1932-1934) a visité le lac Naivasha en 1930-1931, respectivement durant les mois de novembre 1930, février, mars et mai 1931. En novembre 1930, il a mesuré une moyenne maximale de la température de l'air, à l'ombre, de 25,5° C et une moyenne minimale de 9,6° C. En mars 1931, le maximum était de 26,9° C et le minimum moyen 11,7° C. En 1930-1931, la plus grande partie des rives Est et Nord-Est étaient couvertes de marais à *Papyrus* de largeurs

variables. Aux endroits d'une profondeur de quinze centimètres environ, se développaient des *Nymphæa*, *Hydrocotyle* et *Potamogeton*, *Naias* et *Utricularia*.

Aux endroits libres d'hélophytes, n'excédant pas quatre mètres cinquante, le fond est couvert d'un tapis de *Ceratophyllum* et *Potamogeton*.

Les températures diurnes à la surface et au fond furent mesurées durant une période de cinq jours en novembre 1931 parmi les *Papyrus* et en eau libre (Table 45).

TABLE 45. — Mesures de température dans le lac Naivasha
(d'après L. C. BEADLE, 1930-1931).

	Maximum °C	Minimum °C
<i>Zone à Papyrus :</i>		
surface	25,0	17,2
fond (1,20 m)	20,8	19,0
<i>Zone libre :</i>		
surface	22,8	18,2
fond (3,60 m)	20,0	18,5
Température à l'ombre (20.XI.1930)	27,1	13,0

Les mesures de l'alcalinité, du pH, de l'oxygène et de la teneur en phosphates sont résumées dans la table 46. Les diverses positions indiquent respectivement :

A : au milieu du *Nymphætum*;

B : au milieu des *Papyrus*;

C : eau plus ou moins libre au delà de la zone à *Papyrus*; et enfin

D : l'eau libre.

TABLE 46. — Caractéristiques du lac Naivasha
(d'après L. C. BEADLE, 1930-1931).

Position	22.XI.1930 10 heures			25.II.1931 13 heures			4.V.1931 10 heures		
	Alcalinité	pH	P ₂ O ₅ mg/l	Alcalinité	pH	P ₂ O ₅ mg/l	Alcalinité	pH	P ₂ O ₅ mg/l
A	2,6	8,3	1,25	—	7,4	1,075	—	7,5	0,23
B	—	—	—	—	8,0	abs.	—	7,8	0,09
C	—	—	—	—	8,1	abs.	—	8,2	0,10
D	2,8	9,4	abs.	3,0	9,3	abs.	2,9	9,0	0,11

L'augmentation de l'alcalinité à D entre novembre et février et la décroissance en mai est probablement due à des variations dans les chutes de pluie.

La diminution du pH de l'eau libre en comparaison du pH de l'eau des rives marécageuses montre l'effet de l'intensité de la dégradation de la matière organique et de la plus grande photosynthèse due à la végétation submergée dans la région à eau libre.

TABLE 47. — Mesure de l'Oxygène diurne dans l'eau du lac Naivasha.

Position	Profondeur en m	Température °C	Oxygène cc/l	Saturation ‰
A	0,30	—	2,86	—
B	0,30	25,0	2,51	—
C	0,30	—	2,86	—
	5,40	—	1,56	—
D	0,30	22,8	5,60	—
	2,10	—	4,95	—

L'oxygène dissous est abondant à tous les endroits (Table 47).

En dehors de la région marécageuse, en D, le % de la saturation à midi atteint 94 %. A l'intérieur de la zone à marais, la concentration est sensiblement inférieure : 43 % de la saturation en B.

Les recherches de L. C. BEADLE ont montré que le plancton est plus abondant le long des rives qu'au milieu du lac, ceci probablement à cause de la teneur plus élevée en phosphates.

TABLE 48. — Lac Naivasha.
Analyses d'après P. M. JENKIN, 1936).

	Station VII. 5.VIII.1929 8 h 50 à 9 h 30						Station IX 7.VII.1929 12 h 20
Profondeur en mètres ...	0,0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	6,5
Température °C	19,5	19,5	19,5	19,35	19,05	18,98	19,0
pH	8,85	8,85	8,8	8,85	8,5	8,5	8,7
O ₂ % saturation	—	87,0	—	92,0	—	71,5	76,0
Alcalinité	—	—	—	—	—	—	3,97
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	0

13. — LE LAC NDALAGA (Mokoto).

A cinquante kilomètres au Nord-Ouest du lac Kivu, par-delà le volcan Nyam-lagira et la chaîne du Bwito, se trouve la région montagneuse du Mashari, succession d'énormes collines, très abruptes, séparées par des ravins profonds. Au creux des vallées se cachent un certain nombre de lacs, dont les plus connus sont les Mokoto. D'entre eux, le Ndalaga est une petite étendue d'eau, de forme sinueuse, toute en baies arrondies, en couloirs étroits. Ses rives abruptes sont ornées d'une frange de *Papyrus* et d'une ceinture de nénuphars.

Sa superficie ne dépasse pas trois cent vingt hectares, mais il est extraordinairement riche en vie. Il reçoit un certain nombre de petits ruisseaux, dont trois seulement sont assez importants pour avoir été repris sur la carte. A son

TABLE 49. — Concentration de l'Oxygène du lac Ndalaga (d'après H. DAMAS, 1937).

8.VIII.1935 m	Température °C	Oxygène mg/l	Oxygène % de la saturation
0	21,3	5,10	57,65
1,70	20,3	5,02	55,58
2,85	20,25	4,95	54,81
5,70	20,20	5,12	56,60

TABLE 50. — Lac Ndalaga (Mokoto).

Station hydrographique 1, le 8 septembre 1935 à 9 H 15.

Transparence de l'eau : 1,20 m (11 h 30); couleur = XVI.

Profondeur m	Température °C	O ₂ mg/l	pH	Alcalinité cc HCl N/l	CO ₂ mg/l	NO ₃ mg N/l	NO ₂ mg N/l	PO ₃ mg P/l
0	21,30	5,10	7,1	1,57	+ 5,8	0,08	0	traces
1,70	20,30	5,02	7,1	1,49	+ 5,8	0,07	traces	»
2,85	20,25	4,95	7,1	1,54	+ 6,6	0,05	»	»
5,70	20,20	5,12	7,1	1,53	+10,2	0,06	»	0,003
11,40	20,10	1,62	6,9	1,50	+10,4	0	»	0,007
17,10	20,00	0	6,85	1,57	+15,6	0	»	0,024
21,50	19,90	0	6,85	1,64	+20,2	0	0,006	0,046

extrémité Nord-Est se trouve son exutoire, qui, habituellement, se perd dans la plaine de lave et, en temps de crues se jette dans le lac Lukulu.

Les parois du lac sont remarquablement abruptes. En s'écartant des rives de quelques mètres, on obtient immédiatement une profondeur à peu près égale à la profondeur maximum de ce bras du lac. Le fond est fort plat. C'est l'ancien lit de la vallée actuellement barrée. Au centre du lac existe une région de vingt et un mètres de profondeur.

Au moment où H. DAMAS a exploré le Ndalaga (8 août 1935), la couche superficielle accusait une température de 21,30° C.

Et H. DAMAS conclut :

1° Au moment de nos mesures, les eaux du Ndalaga contenaient très peu d'oxygène : en surface 65 % du point de saturation.

2° L'eau du Ndalaga est très douce. Nous y avons constaté la présence, même en surface, d'acide carbonique agressif. Le pH est très voisin de 7 dans toute la masse de l'eau.

3° La conductibilité électrique est très faible, indiquant une concentration en sels très faible : environ 0,185 g-litre.

4° Les nitrates étaient abondants dans les cinq premiers mètres. Les phosphates, très peu abondants en surface, atteignaient dans le fond 0,046 mg P-litre.

5° L'eau est très peu transparente, de l'ordre de 1,20 m.

14. — LE LAC NYASSA.

Le lac est situé au Sud de l'équateur, dans la région des graben africains, environ à mi-chemin entre l'équateur et le tropique du Capricorne. Son axe longitudinal est dirigé du Nord au Sud (fig. 37).

Il se trouve au confluent de deux grands graben depuis 9°29' de latitude Sud à 14°25' de latitude Nord, à une altitude d'environ quatre cent nonante-cinq mètres au-dessus du niveau de la mer. Le long de son axe principal, faiblement incliné d'Ouest à Nord, il mesure exactement cinq cent soixante kilomètres; la largeur varie fort peu; le maximum est de septante-deux kilomètres vers le milieu. C'est, par l'étendue, vingt-six mille kilomètres carrés environ, le troisième des lacs africains, après le lac Victoria et le lac Tanganika. Le niveau de ses eaux se trouve à 477 m au-dessus du niveau de la mer et sa plus grande profondeur est d'environ 786 m.

A 14° de latitude Sud, il se divise en deux bras, dont l'un prolonge le lac, alors que le second décrit un léger angle vers le Sud-Ouest; ces deux bras ont chacun une largeur d'environ dix-neuf kilomètres.

Le graben continue vers le Sud parallèlement à la rivière Shire, qui est le seul exutoire du lac, et se jette dans le Zambèze.

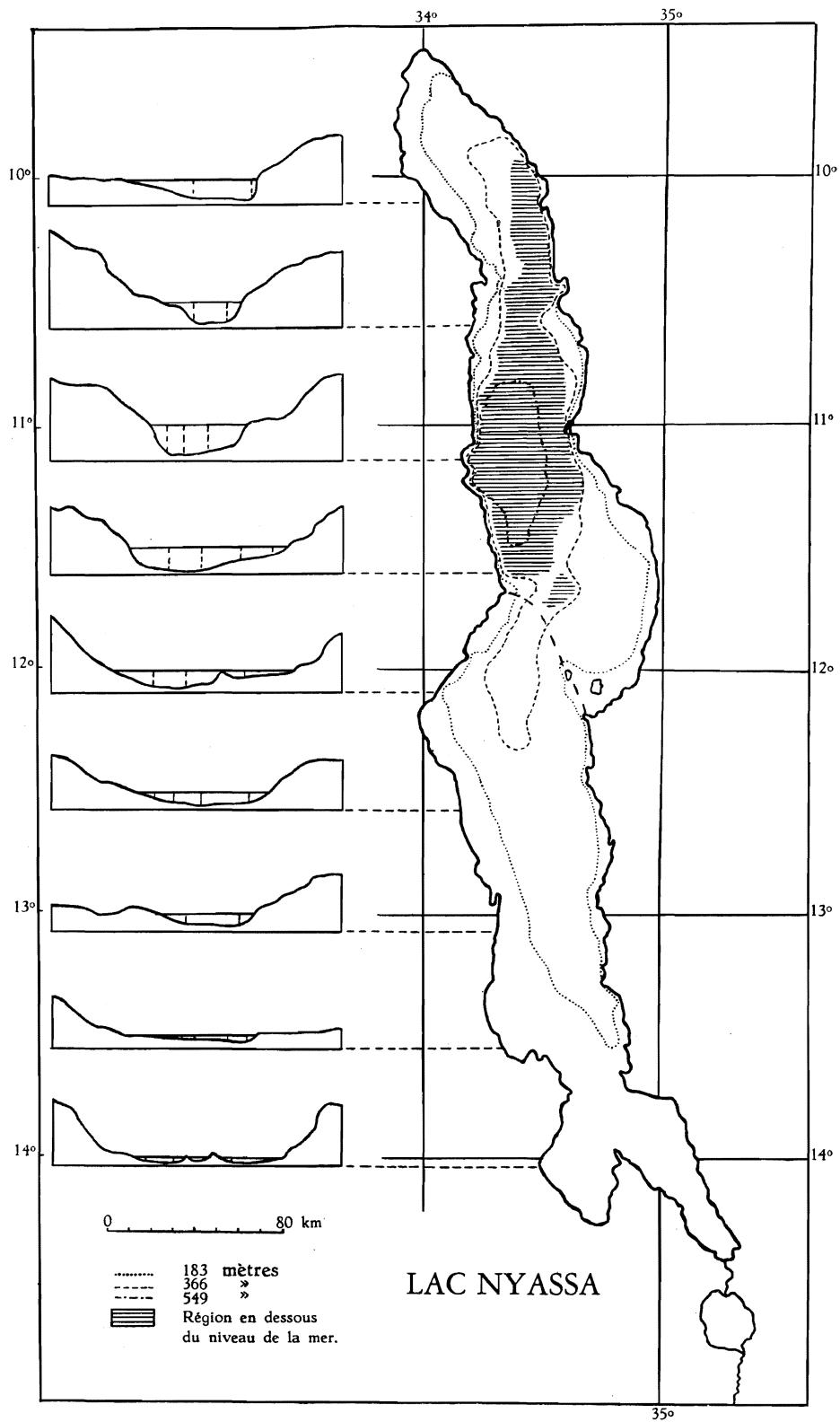


FIG. 37. — Le lac Nyassa (E. L. RHOADES et W. B. PHILLIPS, 1901).

Les parois de la vallée, dans laquelle est situé le Nyassa et qui sont un peu irrégulières vers l'extrémité méridionale, ont un caractère de faille parallèle bien décidé dans le tiers septentrional et continuent de la sorte jusqu'à l'extrême Nord du lac.

La profondeur du lac semble varier entre trois cents et six cents mètres en rapport avec la pente des rives.

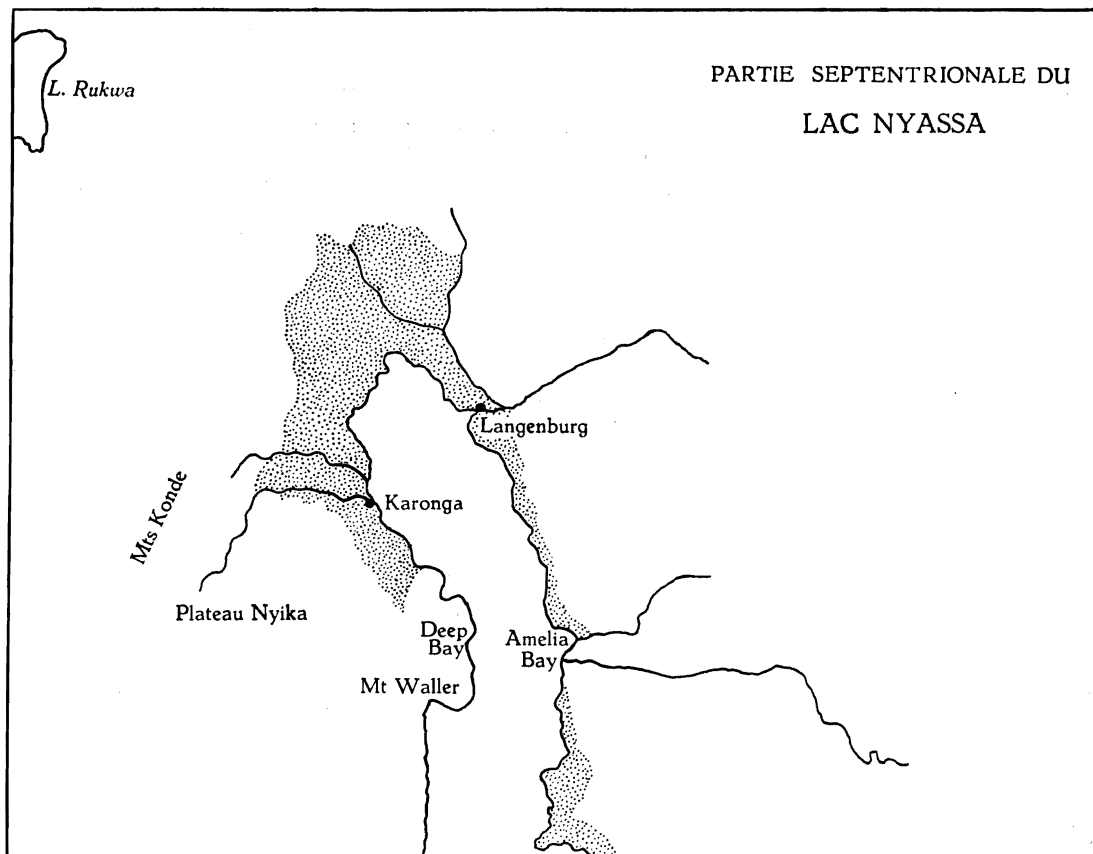


FIG. 38. — Le lac Nyassa, partie septentrionale (J. S. MOORE).

Le Nyassa reçoit ses eaux principalement des rivières dévalant des montagnes du Nord, toutes les autres devenant très minimes au cours de la saison sèche. Comme d'autres lacs de l'Afrique centrale, son niveau est sujet à des fluctuations, apparemment dues à la succession de séries d'années humides ou sèches (fig. 38).

Le Chiré constitue, vers le Sud, une ligne de navigation entre lui et le Zambèze; il est son déversoir vers le grand fleuve, mais non point continuellement : quand le niveau du lac est bas, l'écoulement s'arrête et ce sont, au contraire, les eaux du Zambèze moyen que le Chiré amène au grand lac, avec celles de ses propres affluents (F. MAURETTE, 1938) (fig. 39).

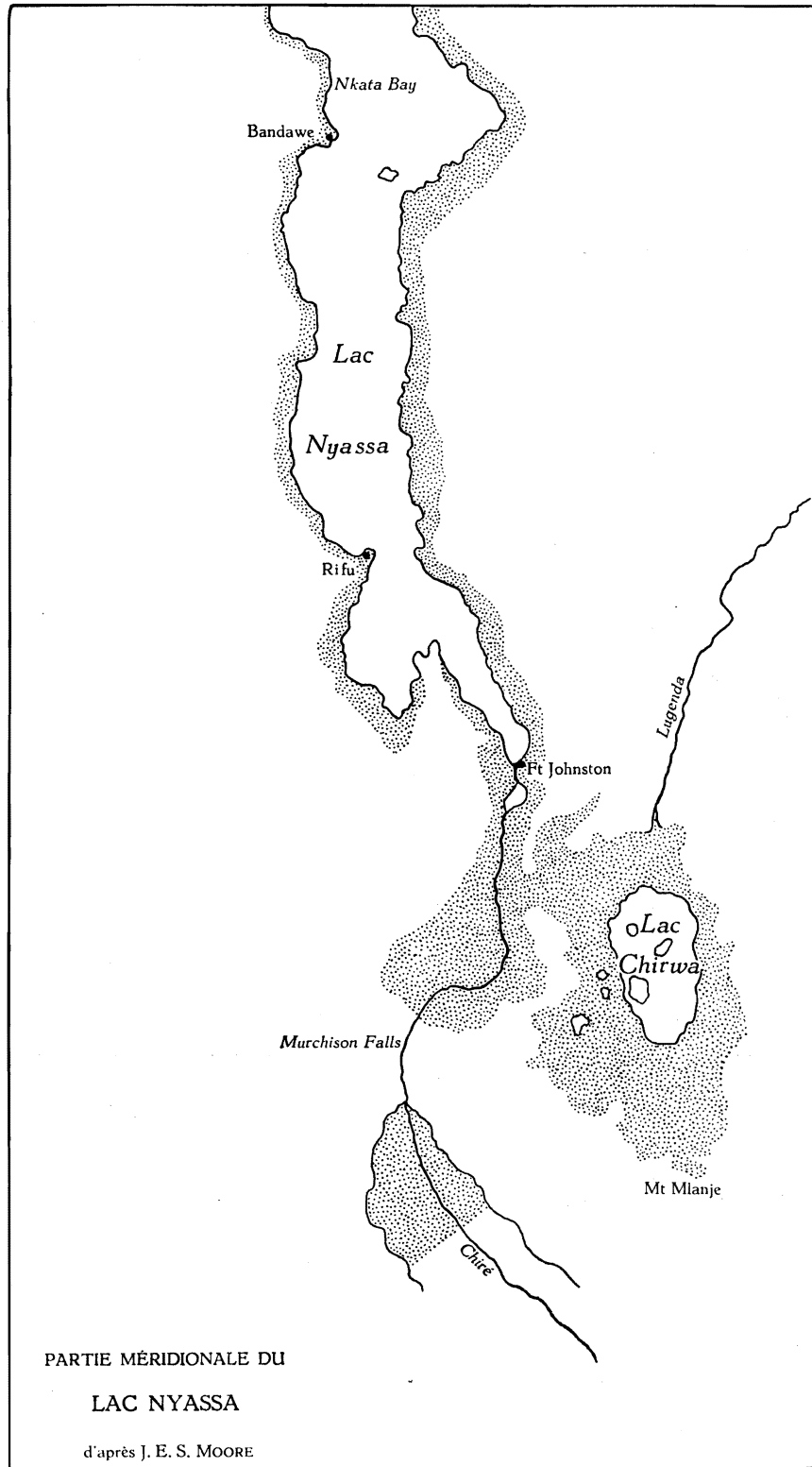


FIG. 39. — Le lac Nyassa, partie méridionale (J. S. MOORE).

Le lac est de temps en temps soumis à des vents violents du Nord et du Sud.

Dans les régions basses autour de la rivière Shire et le lac, le climat est chaud et pénible; la température peut monter jusqu'à 49° C à l'ombre et les précipitations annuelles sont inférieures à 889 mm. Le climat des plateaux est naturellement un peu plus froid et plus sain; il peut y avoir des gelées nocturnes en saison sèche, mais, même alors, la température diurne peut être considérable. Les saisons peuvent être subdivisées en saison des pluies et saison sèche; la première débute à la fin du mois de novembre et finit à la fin du mois de mars, les pluies les plus abondantes tombant durant les mois de janvier et de février; la seconde englobe les mois restants et les périodes froides de l'année; le temps est franchement chaud au début et à la fin de la saison des pluies. Il peut y avoir des gelées nocturnes en saison sèche. Les pluies varient considérablement et certaines des stations les plus élevées peuvent recevoir de 1.016 à 1.524 mm par an. La plupart des précipitations ont lieu sous forme d'ondées courtes, mais fortes.

A l'extrémité Nord-Ouest, il existe une plaine d'une grande fertilité, traversée par les rivières Kivira, Songwe et d'autres. La station de Karonga est située près du delta de la Rukuru. Vers le Sud, la plaine se rétrécit et l'escarpement gréseux du mont Waller s'élève à pic au-dessus de Florence Bay, alors que les hauts plateaux occidentaux descendent vers le lac en pente rapide.

Au cap Chirombo, à 11°40' de latitude Sud, la côte s'incline vers l'Ouest et bientôt les escarpements se retirent et sont alors séparés du lac, le long de la moitié inférieure, par une plaine onduleuse de largeur variable. Un peu au Nord de Kota-Kota, la rivière Bua, qui prend sa source sur les hauts plateaux, se jette dans le lac en formant un delta convexe. A Domira Bay la côte tourne vers l'Est, le lac est étroitement resserré près de Mahangira Point. Le lac continue alors vers le Sud en deux baies, comme il a été dit plus haut, séparées par une péninsule d'apparence granitique et se termine en une série d'îlots rocheux. La rivière Shire quitte le lac au fond de la baie orientale en direction du Zambèze.

Sur la côte Ouest, les escarpements sont très rapprochés du lac, laissant quelques plaines le long des rives. Au Nord-Est la côte est formée par la paroi ininterrompue de la chaîne Livingstone.

La vallée du Ruhuhu, le seul tributaire important sur la côte orientale, traverse la chaîne Livingstone, formée ici de grès du Karroo, correspondant à une formation analogue au mont Waller, situé sur la côte opposée. Vers le Sud, la paroi rocheuse recule un peu et cède la place à des formations variées, comme des falaises, des plaines marécageuses, des collines basses, qui sont suivies plus loin au Sud par une large baie en hémicycle très ouverte, généralement rocheuse, se terminant au Malo Point, au large duquel sont situées les plus grandes îles du lac : Likoma et Chisamulu. La côte est la plus élevée dans la moitié inférieure du lac, où les monts Mapangi s'élèvent jusqu'à neuf cents mètres d'altitude.

Le lac a été exploré pour la première fois en détail par E. L. RHOADES, en 1902. La carte établie par lui montre que, dans les très grandes lignes, la conformation du fond suit la forme générale du graben, les parties les plus profon-

des étant situées le long de la diagonale du lac. Ce qui est conforme à l'angle formé par les parois sous-lacustres et les parois rocheuses qui les prolongent, de sorte que les plus grandes profondeurs se trouvent dans la partie septentrionale du lac, où l'escarpement s'élève directement depuis ses rives.

En ce qui concerne la majeure partie de la région méridionale, entourée de plaines, elle est relativement peu profonde, moins de cent quatre-vingts mètres. La sonde la plus profonde obtenue par E. L. RHOADES (1902) était de 694,8 m à 11°10' de latitude Sud.

Au point de vue morphologique, les rives du lac peuvent être subdivisées en six zones.

a) **Le bras Sud-Ouest et la côte Ouest en direction Nord jusqu'à Nkata Bay.**

Cette partie de la ligne côtière est en grande partie régulièrement incurvée et possède une pente progressive; elle consiste en plages sableuses ou en plages vaseuses se prolongeant très loin dans le lac. Immédiatement après les plages s'étend une région de savanes boisées à végétation basse, située à un niveau un peu plus élevé que le lac, souvent submergée et marécageuse en saison des pluies. Cette savane est le plus souvent densément boisée par des arbres minces de trois à six mètres de hauteur. Aux endroits où la vallée marécageuse descend en serpentant vers le lac, la savane cède le pas à une végétation herbeuse et des *Phragmites*. La plus grande partie des rives et tous les estuaires sont encombrés de *Phragmites communis* TRIN., spécialement là où la conformation offre une protection contre les coups de vent du Sud. On peut trouver des *Phragmites* partout où l'eau n'est pas profonde et où les berges descendent progressivement. Ils se présentent parfois en groupes isolés dans l'eau et parfois comme une haie large d'un mètre à un mètre cinquante, couvrant la plage et défendant complètement l'accès du rivage. Parfois des baies larges de cette région, comme Domira Bay et Kota-Kota, sont obstruées par des « formations de Sudd », consistant en masses compactes de *Phragmites* enlevées à l'estuaire au cours des pluies. Ces masses flottent durant un certain temps sur le lac sous forme de petites îles, sont poussées par le vent dans ces baies abritées et y demeurent aussi longtemps qu'un changement de temps ne les repousse vers le large.

Il y a, toutefois, un grand nombre de plages lisses, dont les principales sont celles de Chipoka, Salima, Nkumbalesa et Kota-Kota. Des plages étroites se rencontrent, par intervalles, sur toute la côte Ouest jusque bien au Nord de Nkata Bay.

Au Nord de la rivière Dwambasi, des éperons de la chaîne des Vipya plongent directement dans le lac et les plages sont scindées par des affleurements rocheux et des plateaux. Dans cette section, les rivières les plus importantes sont : Listippe, Chirua, Bua, Dwangwa, Dwambasi et Luwega. Il y a beaucoup de rivières d'une importance secondaire.

b) La côte Ouest, depuis Nkata Bay, vers le Nord, jusqu'à Florence Bay.

Ici l'escarpement des Vipya et Nyika est très rapproché du lac, la ligne côtière est caractérisée par des plateaux rocheux, des couloirs petits et très étroits et des récifs sous-lacustres. Plusieurs de ces couloirs possèdent de petites plages situées tout au fond, mais les seules considérables sont celles d'Usisya Bay, Deep Bay et Florence Bay, et même celles-ci ne sont pas à comparer en étendue avec celles de la partie méridionale du lac.

c) L'angle Nord-Ouest du lac.

Ici l'escarpement des Nyika longe le lac à une certaine distance et il y a une plaine relativement large, traversée par les rivières Rukuru et Songwe. Dans cette région se montrent de nouveau des plages sablonneuses avec des massifs intermittents de *Phragmites*.

d) L'angle Nord-Est et la côte Est vers le Sud jusqu'à Mbampa Bay.

Dans cette section, les Kinga et leurs contreforts sont situés tout près du lac et la ligne côtière est similaire à celle entre Nkata Bay et Florence Bay, mais elle est plus escarpée.

Ce n'est que dans la partie abritée de Mbampa Bay elle-même et aux bords de la plaine, à l'embouchure de la rivière Ruhuhu, qu'il y a des plages considérables.

e) La partie centrale de la côte Est vers le Sud jusqu'à Fort Maguire.

La plus grande partie de cette côte est rocheuse, sans plages, mais il y a une grande étendue sableuse vers l'embouchure de la rivière Kobwe. Les îles Likoma et Chisamulo sont elles-mêmes rocheuses et escarpées et il y a quelques plages, excepté à l'entrée des couloirs étroits.

Au Sud de Malo Point, les plages deviennent plus larges et plus fréquentes en corrélation avec l'altitude de la montagne longeant le lac; cependant les rochers et les récifs sous-lacustres sont toujours présents.

f) L'angle Est.

Depuis Fort Maguire vers le Sud jusqu'à la barre de la rivière Shire, le lac est entouré de terres basses et il y a une grande étendue de plages courant autour de la branche Nord de la baie au-dessous de Fort Maguire. Un récif rocheux se développe parallèlement à cette plage à une distance de plus ou moins trois kilomètres de la rive. Il existe des plages dans la partie Sud du bras, mais elles ont une tendance à être obstruées par les *Phragmites*. Aux environs de Monkey Bay, à l'angle Nord-Est de la péninsule qui sépare le bras Sud-Ouest du bras Sud-Est, la montagne se rapproche de nouveau du lac avec absence de plages, excepté à l'entrée des baies.

L'hydrographie du lac Nyassa a été étudiée très sommairement par C. K. RICARDO BERTRAM, H. J. H. BORLEY et E. TREWAVAS (1942).

1. La transparence de l'eau est très variable. Au milieu du lac elle est très grande et le disque de SECCHI était encore visible à une profondeur de quatorze mètres.

2. La température de l'eau de surface varie entre 21,4° C et 28,1° C et la moyenne de soixante-sept mesures était de 24,9° C. Au cours des mois de mars et d'avril, toutes les lectures dépassaient 26° C, mais, dès le début du mois de mai les valeurs retombaient au-dessous de 25° C. Il y a une différence de température de 3° à 4° C entre l'eau de surface et l'eau de fond. Les graphiques obtenus suggèrent que les températures ne diminuent pas régulièrement avec l'augmentation de la profondeur, mais qu'il existe un thermocline.

3. Le pH de l'eau de surface varie entre pH=8,2 et pH=8,6; sa valeur diminue légèrement en eau profonde et l'on a obtenu un peu moins de pH=8,0 pour un échantillon provenant de trois cents mètres de profondeur.

4. La moyenne des valeurs obtenues par l'alcalinité est 2,5 cc HCl N-litre, ce qui correspond à l'alcalinité des lacs Naivasha et George (L. C. BEADLE, 1932). Les teneurs en phosphates varient considérablement aussi bien dans les différentes profondeurs. Les valeurs sont de l'ordre de 0,02 à 0,15 mg-litre.

La concentration moyenne de l'oxygène de l'eau de surface est 5,15 mg-litre. La teneur en oxygène diminue avec l'augmentation de la profondeur, et à trois cent deux mètres il n'y a pratiquement plus d'oxygène.

5. Le seul courant observé, en dehors de ceux attribuables de toute évidence à l'action des vents ou à l'embouchure des rivières, ou à l'entrée de l'estuaire, est un courant assez fort, portant vers le Sud dans le chenal entre l'île de Likoma et la terre ferme.

Le climat du Nyassaland est similaire à celui de l'Est africain central. Au lac Nyassa les pluies sont la plupart du temps les plus fortes au cours de la période de décembre à février et continuent légèrement plus longtemps dans la partie Nord du lac que dans la partie Sud. La moyenne annuelle dans la partie méridionale du lac, mesurée à Fort Johnston, est d'environ 708,4 mm, alors que la station de Kota Kota, située plus au Nord, Chinteché et Karonga ont enregistré respectivement 1.265, 1.771 et 1.012 mm. Les pluies tombent le plus souvent au cours de tempêtes d'une extrême violence, alternant avec des périodes de beau temps.

Les mois d'avril, mai, juin et juillet sont froids. Au cours des mois d'août et de septembre, la température monte graduellement et atteint un maximum en novembre et décembre, exactement avant le début de la saison des pluies; mais il y a toutefois des variations locales quant à l'époque des plus grandes chaleurs.

Janvier, février et mars montrent une diminution graduelle de la température. Les tables officielles résumant les observations durant cinq ans avant 1933 montrent des températures minimales de $\pm 18^\circ$, 18° et $18,5^\circ$ C respectivement pour Karonga, Kota Kota et Fort Johnston, alors que les moyennes maximales pour les mêmes stations étaient $\pm 31^\circ$, 36° et 29° C. Les maxima absolus étaient $\pm 37,5^\circ$, 41° et $40,5^\circ$ C.

D'août à décembre les vents sont le plus souvent légers d'Est ou de Nord-Est, quoique parfois forts d'Est. Le restant de l'année, de mars à août, est la saison venteuse principale. Au cours de ces mois, quoique des vents locaux du

TABLE 51. — Régime des vents sur le lac Nyassa
(d'après R. BERTRAM, C. K. BORLEY et G. TREWAVAS, 1941).

Période	Nombre de jours de vents moyens ou forts du Nord	Nombre de jours de vents moyens ou forts du Sud	Nombre de jours de calme ou de vents légèrement variables
24-31 janvier	—	—	8 (N à E)
1-24 février	7	1	16 (N à E)
7-31 mars	5	15	5 (E à S)
1-30 avril	1	16	13 (SE à SW)
1-12 mai	—	4	8 (SE à SW)
14-30 juin	—	10	5 (SE à SW)
1 et 8-23 juillet	—	10	7 (SE à SW)
24 janvier au 24 juillet : 131 jours ..	13	56	62

Nord ou d'Est puissent se faire sentir, les vents dominants viennent de direction Sud-Est ou Sud, soufflant souvent plusieurs jours de suite avec une vitesse d'environ cinquante-six kilomètres à l'heure, atteignant une force considérable en coups de vent. Un vent fort du Sud, après avoir soufflé trois ou quatre jours de suite, est généralement suivi d'accalmies, mais bientôt il recommence à souffler et atteint graduellement son climax. La pression continue de ces vents exercée sur le lac provoque une forte houle qui disparaît rarement au cours des périodes de calme. Lorsque le vent souffle très fort, il provoque de courtes lames, surtout dans les parties plus étroites du lac.

On a observé des brises du lac et des brises de terre matinales et vespérales, particulièrement sur la côte Est, qui est un peu abritée des coups de vent du Sud-Est.

La table 51 groupe quelques données au sujet des vents.

TABLE 52. — Variations de la température, de la concentration de l'oxygène, du pH et des phosphates (d'après R. BERTRAM, C. K. BORLEY et G. TREWAVAS, 1941).

Numéro de la station	Lieu	Profondeur en m	Température °C	pH	Oxygène mg/l	Phosphates mg/l
100	30.III Nkata Bay	0	26,88	8,6	—	0,1
		9	26,60	—	—	—
		18	26,61	—	—	—
		27	26,57	—	—	—
		37	26,53	8,6	—	—
		73	—	8,6	—	0,15
101	30.III	0	26,85	—	5,2	—
		37	26,52	—	5,1	—
		73	23,27	—	4,0	—
110	3.IV Florence Bay 2 milles au large	0	26,56	8,6	5,1	0,02
		37	26,84	8,6	5,1	—
		60	26,63	—	—	—
		73	26,64	8,6	5,0	—
		82	23,19	—	—	—
		91	22,78	8,2	3,1	—
132	12.IV Manda 9 milles Ouest, large	0	27,10	—	5,1	0,02
		37	26,02	8,4	5,1	0,02
		73	22,83	8,2	3,1	0,05
		91	22,56	8,2	2,2	—
		146	22,31	7,9	1,0	0,1
		302	22,12	7,9	0,5	0,1
143	18.IV Mbampa Bay, centre	0	26,14	—	—	0,02
		27	26,03	—	—	—
		37	26,03	—	—	—
		55	26,03	—	—	0,025
145	19.IV Mbampa Bay, extérieur	0	25,92	8,5	5,2	0,02
		46	25,94	8,5	5,0	0,025
		64	25,43	—	—	—
		91	25,52	8,1	4,0	0,055
149	20.IV Mguangwe island, large	9	25,95	8,6	5,0	—
		55	—	—	5,0	0,035
		91	25,13	8,5	4,7	0,05
		128	23,18	8,1	3,6	0,05
		210	22,48	8,0	2,0	0,05

Dans les mêmes publications, R. BERTRAM, C. K. BORLEY et E. TREWAVAS (1941) ont donné les résultats d'une série de sondages dans le Nyassa. Les valeurs obtenues aux points de vue températures, concentration de l'oxygène, pH et phosphates sont rassemblées dans la table 52.

Malgré le dépouillement de très nombreux articles de la littérature concernant le lac Nyassa, il n'a pas été possible de trouver une analyse complète de ses eaux.

Les recherches faites par R. S. A. BEAUCHAMP (1940-1953) ont montré qu'il faut attacher une importance considérable à la position géographique du lac, la forme et la grandeur du bassin lacustre, de la position de la station où les mesures ont été faites et de la situation météorologique principale. L'année peut être divisée en deux grandes périodes : la saison sèche plus froide (avril à septembre) caractérisée par des vents constants du Sud-Est, localement connus sous le nom de Mweru, et la saison chaude (saison des pluies, octobre à mars). Les pluies principales tombent au cours de la dernière partie de la saison chaude; en cette saison les vents sont irréguliers et les tempêtes fréquentes.

Il semble que les conditions physiques et chimiques varient continuellement et les résultats obtenus par R. S. A. BEAUCHAMP montrent que les mouvements de l'eau sont complexes et d'une amplitude peu commune.

Même à la fin de la saison sèche et sous l'action violente et continue des vents du Sud-Est, le lac n'a pas acquis une température uniforme; les températures de l'eau de surface et de l'eau de fond ne diffèrent que de 1,2° C, celle de surface étant la plus chaude, et il a été démontré que même ce gradient minime a pu développer un thermocline, situé à une profondeur considérable, comme on pouvait s'y attendre.

Ces conditions : des vents forts d'une direction constante agissant sur un épilimnion d'une grande épaisseur, surmontant un hypolimnion d'une épaisseur non moindre, favorisent la formation d'une large oscillation interne ou seiche de température.

L'existence de cette oscillation est prouvée par les recherches de R.S.A. BEAUCHAMP (1953). Les mesures ne sont pas encore suffisantes pour permettre l'estimation, avec un certain degré d'exactitude, de l'amplitude et de la période de cette oscillation; l'amplitude est d'environ cinquante mètres et la période de vingt jours.

Le déplacement vertical des couches doit être accompagné de mouvements latéraux et longitudinaux, donnant lieu à des courants horizontaux dans les couches stratifiées; des courants semblables peuvent donner lieu à un mélange de l'eau d'une couche avec l'autre. Chacun de ces mélanges provoque l'oxygénation des couches inférieures depuis la surface en même temps que le réchauffement de l'hypolimnion.

Cette forme de mélange se fait sans occasionner de trouble appréciable du thermocline et se produit, en outre, continuellement pendant une période de plusieurs mois.

Le fait que la concentration de l'oxygène dans l'hypolimnion demeure plus ou moins constante indique que cette couche reçoit continuellement de l'eau contenant de l'oxygène, car, sans cet effort continu, la consommation biologique normale de l'oxygène conduirait à un décroissement progressif de sa concentration.

Qu'un thermocline puisse être maintenu pendant que l'oxygène et la chaleur sont transférés à l'hypolimnion, peut être expliqué par la dynamique de tout le système.

Etant donnée une différence de température entre la surface et les eaux profondes, l'action du vent provoque la formation d'un thermocline; ceci conduit, sous l'action continuelle du vent, à l'accumulation d'eau chaude à une extrémité du lac et au développement d'une onde interne. Cette oscillation donne lieu à la formation de courants horizontaux, qui provoquent le mélange des eaux au thermocline.

Toutefois, l'action continue du vent et le réchauffement des eaux de surface du lac durant la période envisagée ont pour conséquence le maintien de la stratification thermique de l'eau.

Peu après que les vents réguliers du Sud-Est ont cessé leur action, l'onde interne continue à se mouvoir, comme on pouvait s'y attendre; mais le thermocline ne cesse pas d'exister, car c'est justement en cette saison que le lac reçoit le maximum de chaleur solaire; le thermocline se marque davantage et remonte plus près de la surface, mais les courants provoqués par l'onde interne continuent à transférer de l'oxygène et de la chaleur aux eaux profondes.

Vers la fin de la saison chaude, janvier à mars, des périodes de calme et de vents variables provoquent un thermocline moins bien défini et causent de plus, ainsi, un mélange entre l'épi- et l'hypolimnion.

Les chiffres obtenus par R. S. A. BEAUCHAMP montrent que les oscillations de l'eau se produisent toujours et l'effet combiné de ces deux facteurs conduit au transfert rapide, mais discontinu, de l'oxygène aux couches profondes. Il est intéressant de noter que durant cette période il y a une diminution progressive de la teneur totale de l'oxygène dissous. Ceci est dû à cause de l'action de plusieurs facteurs : l'accroissement des nuages interceptant les rayons lumineux et provoquant une réduction de la photosynthèse, la mort du phytoplancton, l'augmentation du zooplancton et le transfert plus effectif de l'eau contenant de l'oxygène vers l'eau déficitaire profonde. Cette dernière cause est bien la plus significative.

Il est vraisemblable que la diminution générale de l'oxygène dans les deux cents premiers mètres, au cours de la fin de la saison chaude, est principalement due au mélange se produisant dans les couches profondes et les eaux du fond absorbant de l'oxygène à un rythme plus grand que la production d'oxygène par la photosynthèse à la surface.

La profondeur de la région Sud du lac est de deux cent cinquante mètres, et la plus grande profondeur à laquelle l'oxygène a été décelé a été trouvée à Nkata Bay à deux cent cinquante mètres; il pourrait y avoir quelque corrélation significative entre ces deux faits, comme la région relativement peu profonde au Sud du lac peut influencer l'amplitude de l'onde interne et donc être importante dans l'établissement d'une couche abyssale.

R. S. A. BEAUCHAMP termine en attirant l'attention sur un problème très important : pourquoi les lacs tropicaux très profonds deviennent toujours homothermiques, cas dans lequel il y a une circulation complète comparable à celui qui se manifeste dans les lacs tempérés.

Les renseignements obtenus au lac Tanganika, dit R. S. A. BEAUCHAMP (1939), et ceux décrits en 1953 n'ont pas montré les mêmes conditions dans les lacs Nyassa et Tanganika; au lac Nyassa, cependant, cette condition est la plus fidèlement reproduite.

En juillet, la différence entre surface et fond était de 1,2° C seulement. Mais, comme il a été montré, durant la période d'août à janvier, l'eau profonde était très peu réchauffée. Le réchauffement de l'eau profonde d'un lac tropical peut être continu durant une période d'années jusqu'à l'obtention d'une température qui approche très près celle de la surface du lac durant la saison froide; le brassage provoque, ensuite, l'uniformisation de la température.

La fréquence de ce phénomène dépend de l'allure générale des températures obtenues durant une période de plusieurs années.

Il reste à voir si cette hypothèse est soutenable, dit R. S. A. BEAUCHAMP, mais les indications obtenues déjà montrent que la température des eaux profondes d'un lac tropical est une fonction de la dernière saison froide, exceptionnellement froide, et le temps écoulé depuis cette saison particulière.

En d'autres termes, certains lacs tropicaux peuvent avoir un cycle comparable au cycle annuel des lacs tempérés, mais étendu sur une période de plusieurs années.

Cette hypothèse de R. S. A. BEAUCHAMP est particulièrement intéressante et j'aurai l'occasion de revenir sur cette question dans la troisième partie de ce travail, consacrée à la biologie du plancton.

Elle est d'autant plus séduisante qu'elle permet d'interpréter des observations faites au Tanganika en ce qui concerne les diatomées constituant le plancton au moment où la MISSION HYDROBIOLOGIQUE BELGE travaillait sur le lac en 1946-1947 et leurs frustules trouvées dans des vases diverses ramenées du fond.

Dans un travail synoptique sur la spéciation des anciens lacs, J. L. BROOKS (1950) résume nos connaissances sur le régime thermique du lac Nyassa en ces termes : le régime thermique du lac Nyassa est suffisamment différent de celui du Tanganika pour être traité à part.

L'eau au-dessous de trois cents mètres est isothermique, mais plus froide d'un degré que le minimum du Tanganika. L'eau de surface atteint une température de 27° C, soit un degré plus chaud que le Tanganika.

Pendant la période de stratification, la chute de la température à la base de l'épilimnion est moins abrupte ici, mais le thermocline est bien marqué. Entre quarante et soixante-cinq mètres la température tombe de 26,3° C à 23,7° C, la chute est ensuite progressive pour atteindre un minimum à trois cents mètres. Durant la période de son maximum, la couche fraîchement brassée, isothermique à 23,3° C, a cent mètres d'épaisseur.

Le brassage plus large des eaux du lac Nyassa est attribué par R.S.A. BEAUCHAMP, dit encore J. L. BROOKS (1950), aux vents qui, non seulement sont plus forts qu'au Tanganika, mais aussi de direction plus variable. Cette dernière

circonstance a une signification considérable à cause du brassage turbulent accru de la couche supérieure de l'hypolimnion occasionné par les variations en force et en direction du courant créé à la base de l'épilimnion.

L'induction de ce brassage turbulent de l'eau entre soixante et deux cents mètres produit une distribution très différente de l'oxygène de celle du lac Tanganika. L'épilimnion contient environ 6 mg-litre d'oxygène à l'époque de la stratification estivale. Au-dessous de soixante mètres, la concentration décroît graduellement, pour devenir nulle à deux cents mètres. A une profondeur de cent cinquante mètres, l'eau contient 3,5 mg-litre d'oxygène dans ces conditions. A l'époque du brassage maximal, les cent mètres supérieurs ont une concentration supérieure à 6,5 mg-litre d'oxygène dissous, et à cent cinquante mètres la concentration est descendue à 5,5 mg-litre. Plus bas, toutefois, la concentration tombe rapidement à 1 mg-litre à deux cents mètres. On peut trouver des traces jusqu'à deux cent septante-cinq mètres. A une profondeur de cent quatre-vingts mètres, on trouve 2 mg-litre d'oxygène, au large, au cours de l'année. La profondeur à laquelle des organismes aérobies peuvent subsister est donc plus basse qu'au Tanganika.

15. — LE LAC RODOLPHE.

Le lac Rodolphe est un grand lac d'Afrique orientale équatoriale, formant le centre d'un système de drainage, occupant le Sud du haut plateau abyssin et une partie du grand plateau équatorial.

Le lac lui-même est situé vers le Nord du graben Est-africain entre 2°26' et 5° de latitude Nord, alors que le méridien 36° longitude Est le traverse. Il est situé partiellement en Uganda, au Kenya, en Abyssinie et dans le Soudan, à une altitude de trois cent septante-cinq mètres au-dessus du niveau de la mer. Sa longueur est de deux cent nonante-six kilomètres, sa largeur maximum de cinquante-neuf kilomètres environ. Profond vers le Sud, il est comparativement peu profond dans la partie Nord. Au milieu, entre l'île et la côte Ouest, on a sondé cinquante-huit mètres.

L'eau contient une grande proportion de carbonate de sodium, ce qui rend sa consommation très désagréable.

La région sur le pourtour du lac est composée presque partout de roches métamorphiques; elle est stérile et sinistre. L'extrémité méridionale est formée de hautes montagnes, escarpements d'une région hérissée de coulées laviques, qui offrent de multiples signes d'activité volcanique: en particulier le grand volcan Teleki, situé à l'extrémité Sud du lac. Le point le plus élevé de la côte Sud-Est du lac est le mont Kulab, d'une altitude de deux mille trois cent quarante-trois mètres, alors que la hauteur culminante dans le bassin du lac, le mont Sil, est de deux mille quatre cent quatre-vingt-quatre mètres, situé à trente-deux kilomètres environ au Sud de Lubburna. Plus loin, au Nord, sur la côte

Ouest, des plaines sableuses alternant avec des lignes de collines basses. Des lagunes séparées du lac constituent les refuges d'un grand nombre d'oiseaux aquatiques.

A $3^{\circ}8'$ de latitude Nord, le lit à sec de la rivière Turkwell se rapproche du lac. Vers l'extrémité Nord, les montagnes se rapprochent à nouveau des rives, le plus important étant le mont Lubur, mille cinq cent soixante mètres d'altitude, volcan éteint avec un cratère bien préservé. A l'extrême Nord-Ouest, une baie d'environ cinquante-six kilomètres de long (golfe Anderson) est séparée du lac par deux longues langues de terre.

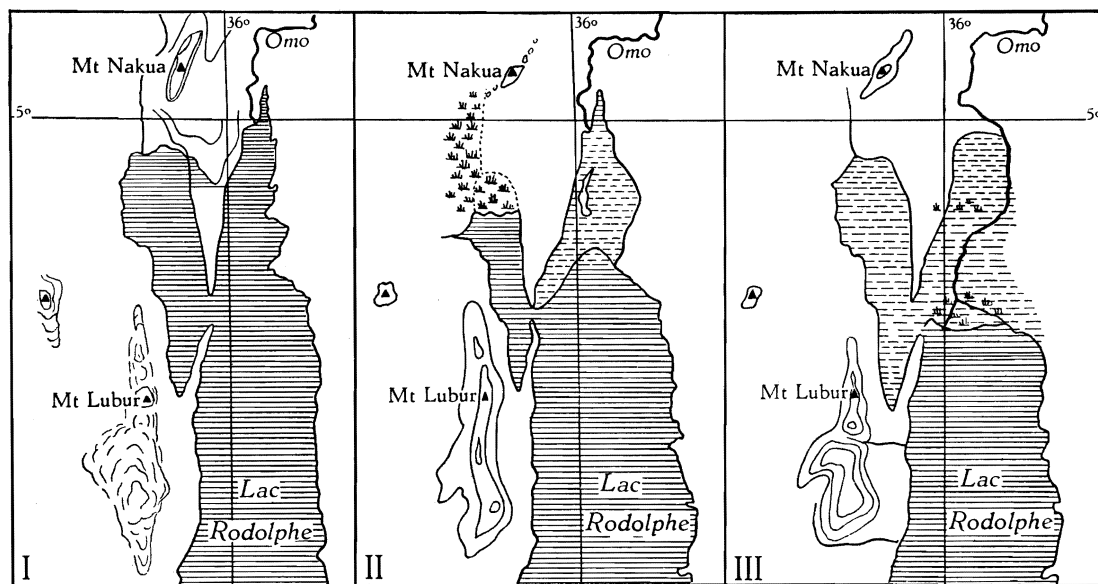


FIG. 40. — Le lac Rodolphe (C. ARAMBOURG, 1933).

La pointe Nord du lac Rodolphe. — I, en 1903-1907. — II, en 1925. — III, en 1933.
Les parties hachurées en traits interrompus indiquent les zones d'assèchement récent.

Sur la côte Est, des plaines ouvertes, arides, avec quelques arbres, occupent la plus grande partie de la contrée septentrionale. Une montagne à $3^{\circ}10'$ de latitude Nord a une hauteur de mille quarante et un mètres, et à l'extrémité Nord-Est il y a une région montagneuse, séparant le lac Rodolphe du lac Stéphanie; le point le plus élevé entre les lacs mesure mille soixante-sept mètres. Immédiatement au Nord de ces montagnes, la chaîne des Hummurr, avec un sommet dépassant deux mille cent mètres d'altitude.

Vers le Sud, l'île volcanique d'Elmolo, longue de seize kilomètres, et quelques petits îlots. Juste au Nord du 4° longitude Nord, une petite île volcanique avec un sommet de six cent trente mètres. A l'extrémité Nord du lac, une plaine marécageuse traversée par les divers bras du lac et par la rivière Omo.

C. ARAMBOURG (1933) a publié une note sur la bordure Nord du lac Rodolphe. Le lac Rodolphe, dit-il, s'étend dans un fossé d'effondrement qui prolonge au Nord le graben sur une longueur de près de trois cents kilomètres et sur trente à quarante kilomètres de large. Il est actuellement bordé sur sa rive Ouest par une plaine d'une dizaine de kilomètres, qui le sépare des chaînes volcaniques des monts Lubur, Murueris et Losodok, lesquels s'alignent successivement du Nord au Sud jusqu'à l'embouchure ensablée de Turkwell. Cette plaine se prolonge au Nord par une région basse que traverse le cours inférieur de l'Omo et qui porte des traces d'une extension très récente du lac vers le Nord (fig. 40).

A partir du poste frontière abyssin de Nanoropus, qui se trouve situé sur la rive Ouest du lac à environ un kilomètre de la pointe Nord de celui-ci, une zone de dunes peu élevées sépare à l'Ouest une grande surface absolument plane et dépourvue de végétation, qui correspond à l'ancien golfe de Sanderson, aujourd'hui complètement desséché. Le sol y est formé d'argile craquelée, assez résistante.

L'ancien débouché de ce golfe dans le Rodolphe est aujourd'hui obstrué par le cordon dunaire dont il a été question, mais ses deux limites au Nord et au Sud sont encore reconnaissables. Ce sont, d'une part, la plate-forme rocheuse surélevée de quelques mètres au-dessus du niveau du lac, sur laquelle est installé le poste de Nanoropus; d'autre part, à quatre kilomètres au NNO de ce point, l'extrémité Sud d'une ligne de collines courant parallèlement au cours de l'Omo dans une direction NNE-SSW.

La plaine dans laquelle coule l'Omo présente le même aspect et la même constitution que ceux du golfe de Sanderson. Le sol y est formé d'argile desséchée et de sable recouverts à profusion de coquilles lacustres subactuelles. La végétation y est rare et herbacée, sauf au voisinage de l'Omo, que borde un épais maquis arbustif coupé de clairières parfois cultivées par les indigènes Marillé. Cette plaine s'étend sur cinquante kilomètres environ au Nord de Nanoropus et, dans la direction de l'Est, sur au moins quinze kilomètres compris dans un grand méandre de l'Omo, dont la végétation riveraine masque les vues au delà. Quelques marécages y subsistent encore ainsi que plusieurs anciens bras de l'Omo plus ou moins asséchés. A partir d'une dizaine de kilomètres de son embouchure, le fleuve s'étale en un large delta dont la progression sur le lac est manifeste.

L'assèchement de toute cette région est très récent. Le golfe de Sanderson était, au dire des indigènes, encore partiellement inondé il y a une dizaine d'années. D'ailleurs, la carte anglaise au 1/1.000.000 du War office, feuille n° 78, Mongalla (1917), ainsi que la carte internationale au 1/2.000.000, feuille Abyssinie 1925, l'indiquent dans cet état. D'autre part, ces mêmes cartes, comparées avec les levés récents de C. ARAMBOURG (1933), montrent, comme on peut en juger par la figure 40, qu'il y a trente ans, le lac Rodolphe s'étendait à une cinquantaine de kilomètres au Nord de ses limites actuelles et qu'il n'a cessé, depuis cette époque, de reculer progressivement vers le Sud.

TABLE 53. — Caractéristiques de l'eau du lac Rodolphe
(d'après L. C. BEADLE, 1932-1934).
Résultats en mg/litre (13 janvier 1931).

Poids spécifique	1,00190	CO ₃	652,0
Na	770,0	Cl	429,0
K	23,0	SO ₄	56,0
Ca	5,0	NO ₂ et NO ₃	traces
Mg	4,0	Li	0
Fe et Al	3,0		

Caractéristiques de l'eau du lac Rodolphe
(d'après l'EAST AFRICAN FISHERIES RESEARCH ORGANISATION REPT. ANN. 1953).
Résultats en mg/l, 17 janvier 1953.
(Échantillons prélevés à 4 milles Nord-Est du golfe de Ferguson.)

Profondeur	Surface	10 m	20 m	30 m	35 m
pH	9,7	9,6	9,6	9,7	9,5
Température °C	29,6	27,8	27,7	27,3	26,9
Oxygène mg/l	7,1	7,1	6,6	6,2	6,2
% de la saturation	93	89	83	77	77
Alcalinité N × 10 ⁻⁴	216	215	215	215	218
Cl mg/l	320	320	320	320	256
SO ₄	57,6	56	nd	nd	nd
PO ₄	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Ammoniaque	nd	nd	nd	nd	nd
Nitrites	nd	nd	nd	0,004	nd
Nitrates	nd	nd	nd	nd	nd
Silicates	24	24	24	24	32
Ca (précipitation)	5,7	nd	nd	nd	6,7
Ca (titration)	5,8	5,85	4,8	5,6	5,6
Mg	nd	nd	nd	5,3	nd
Fe	nd	nd	nd	nd	traces

Le lac Rodolphe, termine C. ARAMBOURG, cuvette sans écoulement, tributaire d'un seul affluent important, l'Omo, doit être particulièrement sensible aux influences météorologiques qui s'exercent sur le plateau abyssin. D'autre

part, l'assèchement de sa partie Nord ne correspond qu'à une variation relativement faible, trois ou quatre mètres tout au plus, du niveau lacustre. Aussi semble-t-il que ce soit à une modification, peut-être temporaire, du régime pluviométrique du bassin du haut Omo qu'il faille devoir attribuer les changements géographiques constatés. C'est là un fait à rapprocher du phénomène assez général de dessèchement que l'on observe pour nombre d'autres lacs africains.

La première analyse que j'aie réussi à trouver date de 1931 (table 53), une seconde date de 1953. Il faut remarquer l'analogie frappante entre les teneurs en Ca et SO₄ dans ces deux analyses faites à vingt-deux années de distance.

L'eau de la région pélagique était très alcaline (25.XII.1930; 11.I.1931 et 20.III.1931 au 22.IV.1931), environ 20 cc HCl N-litre, et est désagréable à boire. Le comte TELEKI, qui fit la découverte du lac, en 1888, neutralisa l'eau au moyen d'acide tartrique. L. C. BEADLE utilisa l'acide citrique. En 1953, le pH = 9.7.

Les chutes de pluie aux environs immédiats du lac sont minimales, et sur une distance d'environ seize kilomètres, à partir de la rive Ouest du lac, le pays est un demi-désert sablonneux. Il existe une série de petites rivières, comme la rivière Kaliokwell, qui drainent les collines environnantes et ne coulent que quelques jours ou quelques heures seulement par an, pendant l'époque des pluies locales.

Mais il est probable qu'il y ait des pertes d'eau, depuis le lit sablonneux de ces rivières, vers le lac. Dans certains d'entre eux on peut obtenir de l'eau fraîche en creusant le sable jusqu'à une distance d'environ un kilomètre et demi du lac. Les puits ainsi obtenus semblent donner une eau beaucoup moins alcaline : 1,4 cc HCl N-litre, et qui est donc potable.

La rivière Omo est le principal tributaire du lac, situé à la pointe Nord du lac; c'est l'unique rivière qui coule continuellement. Elle draine une très large partie de la région montagneuse de l'Abyssinie méridionale et recueille un grand nombre de tributaires venant des hauteurs. Toutes les autres rivières coulent à travers des régions désertiques avant d'atteindre le lac. La rivière Kibish, dont le confluent avec le lac est situé à la pointe Nord-Est, coule probablement d'une manière régulière, sauf au cours de saisons exceptionnellement sèches, comme en 1911, lorsque l'eau était absorbée par le sable avant d'atteindre le lac.

La rivière Kerio, au Sud du lac, est probablement à sec, excepté au cours de précipitations considérables. La rivière Turkwell, qui draine la plus grande région, après l'Omo, a sa source sur le mont Elgon et ne coule jamais dans le lac, excepté au cours des saisons pluvieuses.

Plusieurs chercheurs, entre autres E. B. WORTHINGTON, ont pu montrer que le niveau actuel est beaucoup plus bas qu'autrefois, par l'observation de formations lacustres, situées à une altitude de quinze à vingt-quatre mètres de haut, mais dont le sommet doit avoir été situé à cent cinquante mètres environ au-dessus du lac. On possède, en outre, des indices montrant que les pluies ont été plus abondantes autrefois. Le lac est donc descendu de cent cinquante mètres environ. La contraction actuelle du volume doit avoir été beaucoup plus grande que celle qui s'est déclarée dans les bassins des lacs Naivisha, Nakuru et Baringo.

Il est donc assez surprenant que l'alcalinité de l'eau ne soit pas plus haute : 20 cc HCl N-litre. Mais J. W. GREGORY (1925) a montré que le graben au Nord du Kenya est entouré généralement de roches métamorphiques, qui contiennent moins d'alcalins que celles des régions méridionales de la vallée, qui sont généralement volcaniques. Pour autant qu'on le sache, il n'existe pas de sources chaudes dans le bassin du lac Rodolphe.

L. VON HÖHNEL (1894) a découvert en 1888 des traces de fluctuations récentes du niveau du lac.

Il semble qu'il n'y ait pas de végétation sous-lacustre. En deux endroits seulement L. C. BEADLE a trouvé des *Potamogeton*.

Les analyses de l'eau de la région pélagique montrent une concentration beaucoup plus forte en Cl qu'en CO₃. Ceci est probablement dû en partie à la précipitation de CaCO₃ et au pH élevé du lac Rodolphe. Il y a une progression considérable dans les dépôts calcaires, comme le montrent les couches sur le lit à sec de la rivière Kaliokwell, près du lac.

L. C. BEADLE (1932-1934) publia quelques déterminations faites en mars 1931 (Table 54).

TABLE 54. — Caractéristique de l'eau du lac Rodolphe
(d'après L. C. BEADLE).

Alcalinité	19,4-21,0 cc HCl N/l
pH	environ 9,5
P ₂ O ₅	1,60-1,65 mg/l
SiO ₂	4,0-5,0 mg/l

Comme on pouvait s'y attendre, il y a une augmentation de l'alcalinité de surface, depuis le centre jusque près des bords.

L. C. BEADLE a fait quelques observations à plusieurs profondeurs, le 2 et le 3 avril 1931.

Il y avait une forte brise de Sud-Est de 18,30 h à 3,30 h du matin et de 6 h à midi. Cette brise est probablement cause des irrégularités montrées par les courbes. Ces conditions étaient certainement typiques pour la durée de l'expédition et les courbes indiquent un grand degré de brassage même dans les eaux profondes.

La diminution de plus de 2° C de l'eau profonde entre le soir et le midi du jour suivant peut être uniquement expliquée par les mouvements de courants profonds.

Il en est de même pour la teneur relativement élevée en oxygène, qui montre aussi un brassage important.

TABLE 55. — Caractéristiques de l'eau du lac Rodolphe
d'après L. C. BEADLE, 1932-1934).

	Eau profonde Station 263	Golfe Ferguson Nord Station 250	Golfe Ferguson Sud Station 247
Date	2.IV.1931	28.III.1931	28.III.1931
Alcalinité cc HCl N/l	19,4	21,1	23,0
pH	9,5	9,7	10,0
CO ₂ cc/l	5,6	7,2	—
P ₂ O ₅ mg/l.	1,64	2,0	2,3
SiO ₂ mg/l.	5,0	7,5	traces

L'eau de ces stations est, d'après L. C. BEADLE, de l'eau lacustre à différents stades d'évaporation. Il n'y a pas de raisons de supposer qu'il y ait de l'eau ou des sels provenant d'autres sources.

16. — LE LAC RUKWA.

Le lac Rukwa (C. K. RICARDO) est un lac peu profond situé dans la partie occidentale du graben entre les lacs Tanganika et Nyassa, à une altitude de huit cent vingt mètres. Le fond de vallée se dirige vers l'Est, de sorte que le lac se trouve directement contre l'escarpement oriental du graben, qui s'élève à environ soixante mètres en une paroi à pic. A l'Ouest, toutefois, s'étend une plaine alluviale s'élevant graduellement, large de huit à trente-six kilomètres entre la rive du lac et l'escarpement occidental. Le lac n'a pas d'exutoire, de sorte qu'il est isolé dans son propre bassin de drainage. Les affluents principaux sont les rivières Sira et Songwe dans le Sud, la rivière Momba à l'Ouest, la Kawu au Nord, et cette dernière est probablement la seule qui coule toute l'année. Il y a aussi un nombre de petits cours d'eau provenant, sur chaque rive, des hauts plateaux, mais ils sont généralement à sec en saison sèche et ne coulent qu'en saison des pluies (fig. 41).

Le lac lui-même a une longueur d'environ cent quarante-quatre kilomètres et est subdivisé en deux parties; l'une au Sud, environ quarante-huit sur vingt-quatre kilomètres, qui est franchement permanente; l'autre, une extension large, peu profonde, vers le Nord, environ nonante-six sur quarante-six kilomètres, qui varie beaucoup en étendue et s'assèche complètement périodiquement. Les deux régions sont séparées par une barre étroite, la plupart du temps couverte d'une dense végétation marécageuse, mais il se produit occasionnellement des chenaux mettant en relation les deux parties. Tout le lac est très peu profond et la plus grande profondeur reconnue par C. K. RICARDO à la fin de la saison sèche

était trois mètres et demi à une distance d'environ trois kilomètres de la rive orientale; mais il n'y a probablement pas plus de cinq ou six mètres au milieu à d'autres époques de l'année. Au Nord le lac est beaucoup moins profond et, à plusieurs kilomètres des rives, la profondeur était de deux à trois mètres, alors qu'il y avait moins d'un mètre au-dessus de la barre.

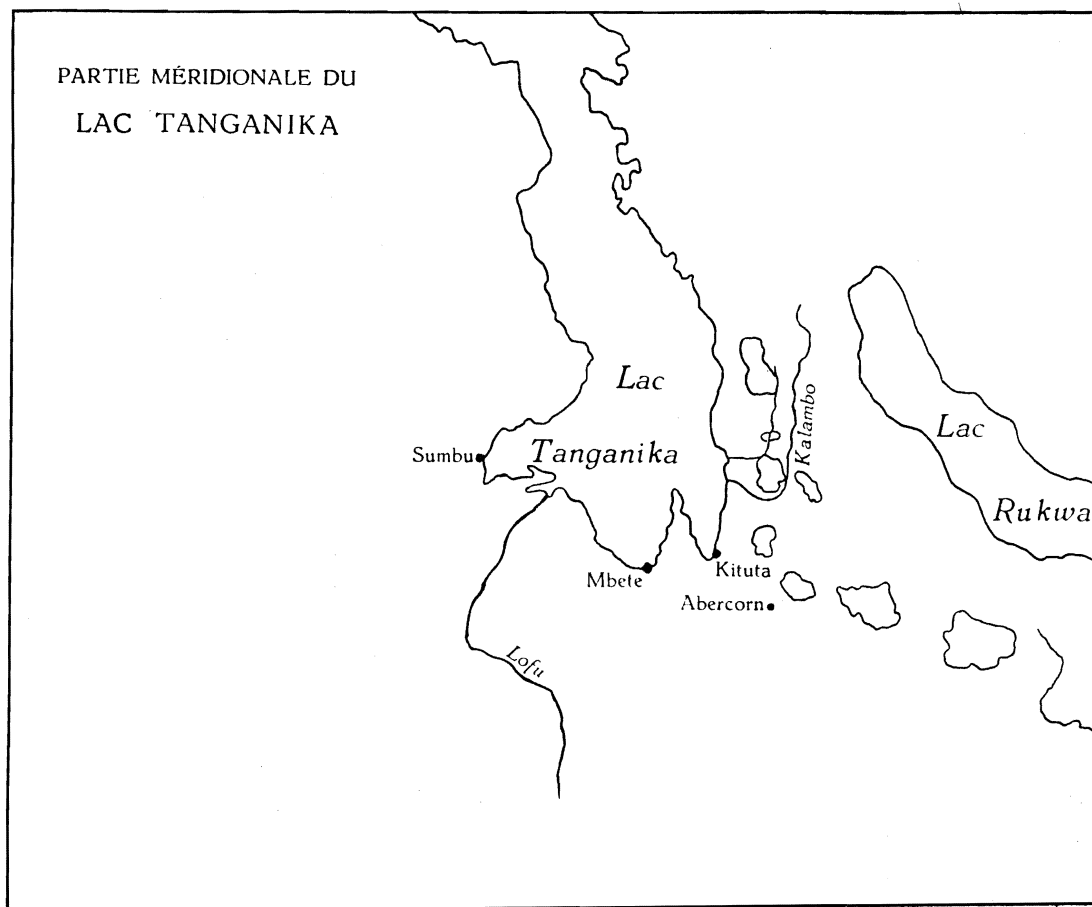


FIG. 41. — Partie méridionale du lac Tanganika et lac Rukwa.

Il semble qu'il y ait de grandes fluctuations du niveau du lac en différentes saisons et en différentes années. Au cours de la saison des pluies, le niveau monte considérablement et les deux lacs, surtout celui au Nord, s'étendent beaucoup et inondent la plaine, au Nord, à l'Ouest et au Sud. Malheureusement il n'existe pas de mesures détaillées au sujet des fluctuations au cours des dernières années, mais il semble que le lac au Nord s'est complètement desséché à trois ou quatre occasions au cours des dernières cinquante années et que le niveau du lac Sud était plus élevé durant l'automne de 1937 qu'au cours de l'automne de 1936.

Il y a des preuves géologiques que, dans le passé, le lac Rukwa doit avoir été un vaste lac, plus profond et plus étendu que maintenant, réduit à ses dimensions actuelles par dessiccation et accumulation de boue.

L'eau du lac Rukwa a ceci de particulier qu'elle a une couleur grisâtre et une opacité telle que le disque de SECCHI n'est plus visible à sept centimètres et demi au-dessous de la surface. Ceci est dû à la profondeur minime, de sorte que la vase est continuellement remuée par l'action du vent.

L'eau est très alcaline à cause de quantités considérables de carbonate de soude. La température mesurée en surface était de l'ordre de 22,4° C à 8 h avant midi, à 27,5° C à 16,30 h après-midi, alors que la température de l'air variait de 17° C à 5,30 h avant-midi, à 37,5° C à 16,30 h après-midi.

Les rives offrent fort peu de variations et les plages descendent graduellement dans le lac. Celui-ci est presque partout entouré d'une bande de végétation constituée en général par des Graminées et des Cypéracées, qui s'avancent dans l'eau jusqu'à une profondeur d'environ un mètre. Au pied de la côte Est, où celle-ci est relativement accore, la rive est plutôt étroite, mais sur les côtes Sud et Ouest, particulièrement aux environs des estuaires, elle peut atteindre une largeur d'environ deux kilomètres. A quelques endroits, la rive est libre de végétation et en d'autres parties de la rive Ouest il y a des plages sableuses. Parmi les Graminées et les Cypéracées on trouve une certaine quantité de plantes aquatiques, mais au delà il n'y a plus de végétation aquatique et le fond est couvert d'une vase fine grisâtre qui semble ne renfermer aucune vie, à l'exception de larves de Chironomides.

Il est surprenant de constater que la végétation est si rare dans le lac Rukwa, alors qu'il y a une large faune qui doit dépendre en définitive de la nourriture offerte par les plantes. Non seulement il y a très peu de plantes supérieures, mais même le phytoplancton semble être très rare.

Le zooplancton, au contraire, est très abondant et obstrue rapidement les mailles des filets en soie.

On a relevé les plantes aquatiques suivantes : *Æschynomene Pfundii* SCHUM. ; *Utricularia Thonningii* LINNÉ ; *Ceratophyllum demersum* LINNÉ ; *Cyperus articulatus* LINNÉ ; *Vossia cuspidata* GRIFF.

Durant la saison des pluies, cette nappe s'étend à soixante-quatre kilomètres plus vers le Nord et tout le Nord de la plaine est alors recouvert d'une nappe aquatique d'une épaisseur d'un mètre vingt. Ce qui reste de la plaine est une étendue nue, surchauffée durant la saison sèche, formant un liséré de vase le long des rives du lac.

Le lac est alimenté par deux tributaires, l'un de l'Ouest, le Saisi ou Momba, prenant sa course à 8°50' latitude Sud, 31°30' longitude Est; il traverse une vallée sinueuse, formée dans le haut plateau entre les lacs Nyassa et Tanganika. L'autre tributaire, le Songwe, prend sa source à 9°8' latitude Sud et 33°30' de longitude Est, sur le même plateau que le Saisi, et coule vers le Nord-Ouest. Le Songwe a le Rupa comme tributaire.

La profondeur maximale du lac Rukwa est d'environ trois mètres. Son eau est très saumâtre et d'une teinte laiteuse, à cause des suspensions argileuses occasionnées par le vent.

On connaît fort peu de détails sur l'écologie du lac Rukwa et une seule analyse en a été publiée (Table 56).

TABLE 56. — Caractéristiques de l'eau du lac Rukwa
(d'après C. K. RICARDO, 1939).

Résultats en mg/litre.

Poids spécifique	1,00055	Cl	25,8
Na	149,4	SO ₄ ...	2,9
K	19,4	NO ₃ ...	0,3
Li	—	NO ₂ ...	0,0003
Ca	12,2	PO ₄ ...	0,3
Mg	4,6	SiO ₂ ...	76,7
Fe	0,8	CO ₃ ...	212,8
Al	1,5	pH	8,5

17. — LE LAC TANA.

Le lac Tana, réservoir principal du Nil Bleu, d'une superficie de trois mille soixante kilomètres carrés, est situé à une altitude d'un peu plus de mille huit cents mètres au-dessus du niveau de la mer, entre 11°30' et 12°16' de latitude Nord et 37°2' et 37°40' de longitude Est, dans la partie septentrionale du plateau abyssin. Sa plus grande longueur est d'environ septante-cinq kilomètres, sa plus grande largeur comporte à peu près septante kilomètres. Les rives sont bien marquées : elles sont généralement horizontales, mais, à certains endroits, la montagne tombe plus ou moins à pic dans l'eau. A d'autres endroits, la région est légèrement ondulée, excepté aux embouchures des larges tributaires, où ces derniers forment une plaine alluvionnaire considérable. A l'extrémité Sud-Est est située une baie d'une longueur d'environ dix-sept kilomètres et d'une largeur variant de quatre à douze kilomètres. La rivière Abbai se forme au fond de cette baie. Toute la ligne côtière est fortement dentelée et de multiples promontoires étroits s'avancent dans le lac.

L'île de Dek est située dans la région Sud-Ouest. A proximité se trouve l'île de Deza. De nombreux îlots longent la ligne côtière.

Le principal tributaire est la petite Abbai, qui se jette dans le lac à l'angle Sud-Ouest. Cette rivière, de même que l'Abbai elle-même, ou Nil Bleu, qui est un exutoire du lac, est considérée comme une seule et même rivière; on peut, d'ailleurs, observer un courant dans le lac depuis l'entrée jusqu'à la sortie. En ordre d'importance viennent ensuite deux autres tributaires : le Reb et le Gumara, qui ont un cours parallèle et se jettent dans le lac sur sa rive orientale. L'exutoire du lac est marqué par des ouvertures dans la paroi rocheuse, où l'eau se projette par

TABLE 57. — Lac Tana.
Composition chimique de l'eau
(d'après GRABHAM).
Résultats en mg/litre.

	25.II.1921	20.V.1921
Résidu solide	162	174
Cl	8	5,5
SO ₃	traces	traces
CaO	38,0	32,0
MgO	16,6	8,5

TABLE 58. — Caractéristiques chimiques de l'eau du lac Tana
(d'après G. BINI, 1940).
Résultats en grammes par litre.

Résidu	0,1515
SiO ₂	0,022
Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃	0,0098
CaO	0,02620
MgO	0,01538
Na, K (en chlorures)	0,035
Cl	0,008
SO ₄	traces
NO ₂ , NO ₃	non dosables
PO ₄	0,00019
Alcalinité totale exprimée en CaCO ₃ %	0,0085
Substances organiques en grammes O ₂ ⁰ / ₀₀	0,00240

deux ou trois chenaux, par une succession de rapides, pour s'unifier en une seule rivière après une course de deux à trois kilomètres, appelée Abbai, d'une largeur de deux cents mètres environ.

La précipitation moyenne annuelle dans la région du lac Tana est estimée à neuf cent septante-cinq millimètres. La variation saisonnière de l'étiage du lac n'excède pas, semble-t-il, un mètre et demi.

Jusqu'à l'époque de l'expédition italienne au lac Tana, l'unique analyse de l'eau du lac que l'on connaissait était celle de la Mission GRABHAM, du 25 février 1921 et du 20 mai 1921 (Table 57).

Fort incomplète, cette analyse est loin de donner une idée exacte des caractéristiques chimiques du lac Tana.

Au cours de l'expédition italienne (G. BINI, 1940), une analyse complète a pu être effectuée. Elle permet de faire la classification du lac (Table 58).

Les résultats doivent être recalculés avant de pouvoir servir à la classification (Table 59).

TABLE 59. — Caractéristiques chimiques du lac Tana
(d'après G. BINI, 1940).

Résultats recalculés en gr par litre.

Ca	0,01872
Mg	0,00927
Cl	0,008
SO ₄	traces
Alcalinité HCl N ‰	1,698
Alcalinité CO ₃	0,05095

En ce qui concerne le comportement du lac Tana au cours de l'expédition de 1937, voici ce qu'on peut conclure des travaux de G. BINI (1940) :

Les valeurs du pH trouvées au lac Tana sont toutes comprises entre pH=7,4 et pH=8,1, montrant une allure plus régulière et sans variations appréciables vers le fond. Une telle allure ne peut être attribuée au pouvoir tampon de l'eau du lac Tana, qui par la basse teneur en sels dissous (0,12 g par litre environ) est une nouvelle preuve de l'oligotrophie du lac et montre combien l'intensité des phénomènes vitaux, avant tous les échanges gazeux dus aux actions photosynthétiques et respiratoires, est ainsi si peu apparente par rapport au volume de l'eau, qu'elle ne réussit pas à influencer l'allure essentiellement physico-chimique de la concentration en ions hydrogène. C'est d'ailleurs une conséquence de la carence en plancton observée dans tout le bassin lacustre.

Considérant la solubilité de l'oxygène dans les lacs en général, on sait qu'elle est dépendante de trois facteurs : la température, la pression et la concentration saline de l'eau en question.

Dans le lac Tana il n'existe pas de stratification de l'oxygène, comme il n'y a du reste de stratification ni thermique ni saline. Il faut noter généralement une légère chute de l'oxygène vers le fond, à attribuer probablement à l'abaissement du fond du lac, puisqu'on ne peut certainement pas incriminer ici les fermentations organiques.

TABLE 60. — Résultats de deux sondages dans le lac Tana
(d'après G. BINI, 1940).

Profondeur m	Température °C	Oxygène			pH	P mg/l	SiO ₂ mg/l
		cc ‰	mg ‰	Satur. %			
Station VIII.							
0	22	5,195	7,752	104.80	7,8	0,06	14,04
2	20,75	4,973	7,420	97,82	7,8	0,06	14,04
5	20,6	5,122	7,642	100.45	7,8	0,06	14,04
8	20,6	5,123	7,644	100.45	7,8	0,07	14,04
10	20,6	4,867	7,261	95,43	7,8	0,07	14,04
12	20,6	4,903	7,316	96,15	7,8	0,07	16,38
Station III.							
0	21,2	3,902	5,822	77.45	8	—	—
1	21.1	1,772	7,120	94.53	8	—	—
3	20,6	4,724	7,048	90.52	8	—	—
5	20,2	4,744	7,079	92.27	8	—	—
7	20,2	4,708	7,025	91.57	7,9	—	—
9	20,2	4,682	6,985	91.05	7,9	—	—
11	20,1	4,614	6,884	89.54	7,9	—	—
12	20,0	4,190	6,398	83.05	7,75	—	—

Dans une seule station, la station V, on note un abaissement notable de la concentration de l'oxygène près du fond, qui est d'ailleurs la valeur minimale observée au lac Tana : 2.714 cc ou 4,05 mg-litre.

En résumé, les valeurs trouvées pour l'oxygène font conclure que le lac Tana est un lac typiquement oligotrophe.

Les seules variations sont uniquement attribuables à des facteurs physiques et météorologiques. L'ampleur notable du bassin du lac Tana, en relation avec sa profondeur minime, le fait ressembler à un film aquatique d'une grande homogénéité chimique dans lequel il n'est pas possible de parler de thermocline ni de distinguer épilimnion ou hypolimnion.

La table 60 groupe deux sondages faits respectivement aux stations III et VIII.