

CHAPITRE III.

LES FACTEURS ÉCOLOGIQUES.

Les quelques mois passés dans le Parc National de l'Upemba, au cours desquels j'ai pu visiter le lac assez régulièrement, ne sont qu'un trop court laps de temps pour permettre de dresser le tableau complet du métabolisme du lac. Des recherches plus poussées devraient être entreprises, afin de pouvoir caractériser le cycle des variations de la température et du chimisme au cours de périodes plus longues et de jeter ainsi des bases sérieuses permettant de définir exactement les propriétés limnologiques du lac Upemba.

Néanmoins, les résultats des recherches que j'ai pu faire laissent déjà entrevoir un certain nombre de conclusions et je m'efforcerai, dans les pages qui suivent, de comparer ces données avec des observations faites sur des lacs analogues, pour autant qu'on les ait explorés, pour aboutir à la connaissance d'un certain nombre de faits qui pourront être à la base de recherches futures.

Ce travail a été d'autant plus délicat, que les points de comparaison manquent. On possède assez bien de renseignements généraux, une ou plusieurs analyses chimiques de l'eau de certains lacs africains, mais au point de vue des cycles biologiques complets, on est encore très éloigné d'une connaissance approfondie des divers problèmes posés par ces formations lacustres d'un type très particulier.

A cela s'ajoute que, pour les raisons énoncées dans le début de ce travail, il ne m'a pas toujours été possible de visiter toutes les stations chaque mois et à trente jours d'intervalle et qu'il reste ainsi des hiatus parfois assez importants, surtout les mois de septembre et d'octobre, pour lesquels je ne possède aucune donnée. La construction de certains graphiques a, par conséquent, été conçue de manière à rendre les résultats indépendants les uns des autres, puisqu'il existe des solutions de continuité. Les chiffres ont été groupés par mois et l'on peut facilement observer les déplacements globaux des valeurs au cours de l'année. En face des valeurs lues en abscisse on trouvera les numéros des stations où elles ont été observées, les mois se trouvant en ordonnées.

Comme facteurs écologiques importants ont été envisagés les facteurs physiques : observations météorologiques au-dessus du lac au cours des traversées et des sondages avec les données de la littérature, température de l'eau; les facteurs chimiques avec en ordre principal : l'oxygène, le pH, l'acide carbonique libre, l'alcalinité, les alcalino-terreux et les alcalins, les nitrates, phosphates et silicates.

a) **FACTEURS PHYSIQUES.**

1. — OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES.

COURT APERÇU SUR LES MESURES FAITES DANS LA RÉGION
DE L'UPEMBA.

On possède peu de données au sujet de la météorologie de la vallée du Kamolondo. Quelques chiffres seulement ont été recueillis à Bukama et à Mwanza, situés respectivement au Sud-Ouest et au Nord-Ouest du lac. En dehors des mesures pluviométriques faites dans ces deux localités, je n'ai pu trouver que les mesures thermométriques faites à Mwanza durant l'année 1951.

A l'intention de ceux qui voudraient essayer d'établir une esquisse climatique de la vallée du Kamolondo, j'ai donc rassemblé les chiffres déjà publiés ou encore inédits au sujet de la température et des chutes de pluie. Malheureusement ces données ne sont pas complètes, le poste de Bukama ayant été supprimé. Je ne puis ainsi comparer que les années 1934 à 1938 de Mwanza et Bukama et noter les données de Mwanza pour les années 1940 à 1949.

Comme on admet qu'avec 50 mm de pluie un mois peut être considéré comme sec, on peut observer que Bukama et Mwanza sont situés dans la zone à cinq mois de saison sèche.

a) LA TEMPÉRATURE.

Si, avec A. VANDENPLAS (1947), nous considérons la répartition annuelle des températures moyennes réduites au niveau de la mer, nous voyons que l'isotherme de 29,0° C traverse la partie Sud du lac Upemba.

En ce qui concerne la répartition des températures maxima et minima absolues (températures réelles non réduites au niveau de la mer), le lac est traversé par les isothermes des maxima de 36,0° C et 35,0° C et de l'isotherme des minima de 6,0° C au cours de la période 1930-1939.

A Mwanza (alt. 750 m), le maximum (année 1951) a été enregistré au mois de décembre avec 38,1° C, au milieu de la saison des pluies; le minimum absolu de 13,3° C en saison sèche (Table 4).

Au point de vue de la température, dans le Nord du Katanga, la différence entre la grande saison pluvieuse et la grande saison sèche est très peu marquée. La fréquence des journées de fortes chaleurs est presque aussi élevée pendant la grande saison sèche qu'au cours de la grande saison humide. Pour certaines stations, au cours de la petite saison sèche, les journées de forte chaleur sont moins fréquentes qu'au cours des autres périodes de l'année. La température maximale reste presque constamment

supérieure à 25,0° C. Pendant la saison sèche, les nuits sont relativement fraîches, les températures minimales sont généralement inférieures à 20,0° C (A. VANDENPLAS).

TABLE 4.

| Mwanza (État). | | | | | |
|----------------------------------------------------------|------|------|-------------------|----------------|----------------|
| Moyennes mensuelles de la température pour l'année 1951. | | | | | |
| Mois | M | m | $\frac{M + m}{2}$ | Maximum absolu | Minimum absolu |
| Janvier | 33,4 | 17,2 | 25,3 | 37,3 | 15,2 |
| Février | 32,4 | 17,4 | 24,9 | 33,5 | 16,2 |
| Mars | 33,7 | 19,0 | 26,4 | 35,1 | 17,3 |
| Avril | 33,3 | 18,2 | 26,1 | 34,1 | 16,8 |
| Mai | 34,1 | 18,1 | 26,1 | 35,1 | 16,5 |
| Juin | 33,8 | 15,6 | 24,6 | 34,7 | 13,8 |
| Juillet | 35,0 | 15,2 | 25,4 | 37,6 | 13,3 |
| Août | 35,8 | 16,5 | 26,1 | 36,5 | 15,0 |
| Septembre | 36,4 | 17,0 | 26,7 | 37,4 | 14,9 |
| Octobre | 36,3 | 18,2 | 27,2 | 38,0 | 15,2 |
| Novembre | 35,4 | 17,6 | 26,5 | 37,8 | 16,2 |
| Décembre | 36,1 | 16,8 | 26,4 | 38,1 | 15,3 |

Observations faites à 8 heures du matin.

Quant à la variation diurne de la température, je possède quelques thermogrammes pour la période durant laquelle l'Expédition séjourna constamment aux bords du lac (novembre, décembre 1948, janvier 1949), c'est-à-dire en saison de pluies. Il est à remarquer toutefois que le thermohygrographe n'a pu être installé que dans un hangar en bois et herbe séchée, bien aéré, à côté d'une grande plage sablonneuse où le camp était établi. Cela ne donne évidemment aux mesures qu'une valeur toute relative.

Le thermogramme concernant la semaine du 29.XI au 5.XII.1948, par exemple, montre que les maxima diurnes se placent dans l'après-midi entre 16 et 18 heures, les minima entre 4 et 8 heures du matin. Quant aux valeurs absolues de la température, dans les conditions de l'expérience, elles furent de 34,0° C comme maximum et 19,0° comme minimum.

b) L'HUMIDITE.

En se reportant aux thermohygrogrammes, on remarque un maximum de 90 à 100 % entre 2 et 8 heures du matin et un minimum assez général de 70 à 75 % pouvant cependant descendre jusqu'à 55 % (journée d'un maximum de 34,0° C).

Je ne puis malheureusement fournir plus de détails à ce sujet.

c) LA PRESSION BAROMETRIQUE.

En ce qui concerne la pression barométrique, l'Expédition était munie d'un barographe. L'appareil n'ayant pu être étalonné, les seules conclusions pour ces trois mois de fonctionnement au bord du lac se résument à l'existence d'une marée barométrique normale de nuit et de jour avec une amplitude de l'ordre de 4 millibars.

TABLE 5.

| Précipitations journalières à Mabwe. | | |
|--------------------------------------|-------------|---------------------|
| Date | Pluie en mm | Total du mois en mm |
| 17.XI.1948 | 39,5 | |
| 21 » | 16,0 | |
| 23 » | 4,6 | |
| 29 » | 6,0 | |
| 30 » | 4,7 | 70,8 |
| 4.XII.1948 | 15,0 | |
| 5 » | 12,5 | |
| 7 » | 0,25 | |
| 8 » | 5,5 | |
| 21 » | 64,0 | |
| 23 » | 20,0 | |
| 27 » | 4,5 | |
| 28 » | 4,6 | |
| 29 » | 1,1 | 127,45 |
| 6.I.1949 | 45,0 | |
| 17 » | 14,5 | |
| 19 » | 15,2 | |
| 26 » | 2,7 | |
| 29-30 » | 98,0 | 135,4 |

d) LES PRÉCIPITATIONS ATMOSPHERIQUES.

Quant aux précipitations atmosphériques, le séjour de trois mois que nous fîmes à Mabwe nous a permis de relever deux mois complets. A Lusinga, l'Institut disposait d'un pluviomètre fixe qui était relevé journellement. Un tableau comparatif donne les quantités mesurées à Lusinga et à Mabwe. Mabwe se trouve à une altitude de 585 m, Lusinga vers 1.800 m.

TABLE 6.

| Précipitations mensuelles à Lusinga et à Mabwe. | | |
|-------------------------------------------------|---------------|--------------------|
| Mois | Lusinga mm | Mabwe mm |
| IX.1948 | 80 | — |
| X » | 100 | — |
| XI » | 172 | 70,8 (du 17-30.XI) |
| XII » | 63 | 127,45 |
| I » | 114 | 135,4 |
| II » | 214 | — |
| III » | 161 | — |
| IV » | 84 | — |
| V » | 8 | — |

La distribution de la pluie à Mabwe semble être un peu irrégulière. Nous avons pu noter toutefois que la grande majorité des pluies tombe dans l'après-midi.

F. BULTOT (1950), en se basant sur les classes de climats de KÖPPEN, a proposé des subdivisions climatiques du Congo, d'après le nombre de mois de saison sèche. La région englobant le lac Upemba est indiquée sur sa carte par l'indice $(A_{w_s})S$, ce qui signifie donc que nous y avons un climat du type A_w (ou A_s) auquel appartiennent les régions dont la cote udométrique mensuelle du mois le plus sec descend au-dessous de 60 mm. L'indice w (ou s) signifie que la saison sèche (mois sec égale mois au cours duquel il tombe moins de 50 mm de pluie) a lieu pendant l'hiver (ou l'été) de l'hémisphère dans lequel la région est située. L'indice 5 indique le nombre de mois de saison sèche. L'indice S indique l'hémisphère.

La zone $(A_{w_s})S$ a une orientation Sud-Ouest/Nord-Est perpendiculaire aux vents dominants qui soufflent du Sud-Est dans cette région (alizé Sud-Est). F. BULTOT signale, d'autre part, que la limite septentrionale de la zone $(A_{w_s})S$ coïncide grosso-modo avec l'isohypse de 1.000 m.

TABLE 7.

| Bukama (État). Moyennes mensuelles des précipitations en mm et nombre de jours de pluie. | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Années Mois | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Total |
| 1934 | 229,7 23 | 181,9 17 | 134,7 13 | 31,4 8 | 0,0 -, | 0,0 -, | 0,0 -, | 0,0 -, | 0,0 -, | 107,0 12 | 300,1 20 | 268,9 23 | 1253,7 116 |
| 1935 | 133,3 17 | 221,4 20 | 97,3 9 | 67,8 4 | 63,5 3 | 0,0 -, | 0,0 -, | 0,7 1 | 14,1 4 | 45,7 7 | 106,6 17 | 220,8 22 | 971,2 104 |
| 1936 | 164,9 18 | 201,9 20 | 250,5 14 | 57,2 5 | 0,0 -, | 0,0 -, | 0,0 -, | 10,0 2 | 7,3 2 | 47,0 4 | 85,8 9 | 237,0 19 | 1061,6 93 |
| 1937 | 310,7 18 | 207,7 12 | 216,1 9 | 219,8 9 | 1,5 1 | 0,0 -, | 0,0 -, | 0,0 -, | 4,5 4 | 77,5 10 | 264,8 15 | 273,8 18 | 1576,4 96 |
| 1938 | 113,6 10 | 202,6 13 | 239,1 10 | 67,3 8 | 0,0 -, | 0,0 -, | 0,0 -, | 0,2 1 | 0,2 1 | 132,8 12 | 100,8 8 | 164,8 23 | 1021,4 86 |
| Poste supprimé depuis. | | | | | | | | | | | | | |

Malgré mon plus vif désir de rassembler un grand nombre d'observations qui auraient permis de contribuer utilement à la connaissance des variations climatiques dans la vallée du Kamolondo, je n'ai réussi qu'à faire quelques mesures sporadiques. Par beau temps, en naviguant sur le lac, cela n'était guère difficile, mais lors des quelques grains assez importants que j'eus à essayer, étant mon propre capitaine, je ne pus malheureusement relever ni la vitesse, ni la direction du vent, ni la température. Je donne donc ci-après, dans un simple but documentaire, un tableau mentionnant les dates et heures des observations : la température de l'air, l'humidité relative, la vitesse du vent en mètres-minute et quelques observations sur l'état du ciel.

TABLE 8.

| Mwanza (État). | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Coordonnées : 26°41' Est, 7°51' Sud. Altitude : 750 m. | | | | | | | | | | | | | |
| Moyennes mensuelles des précipitations en mm et nombre de jours de pluie. | | | | | | | | | | | | | |
| Années Mois | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Total |
| 1934 | 141,2 17 | 213,3 15 | 65,6 8 | 75,2 11 | 0,0 -- | 0,0 -- | 0,0 -- | 3,4 1 | 6,0 2 | 79,8 9 | 103,3 11 | 300,5 22 | 988,3 96 |
| 1935 | 117,6 11 | 219,9 18 | 137,0 9 | 140,0 9 | 50,0 3 | 0,0 -- | 0,0 -- | 1,8 1 | 52,3 4 | 74,2 6 | 106,6 14 | 248,9 17 | 1148,3 92 |
| 1936 | 150,3 17 | 177,2 14 | 117,8 11 | 114,5 9 | 4,7 2 | 2,0 1 | 0,0 -- | 12,7 5 | 53,6 9 | 100,0 14 | 219,1 18 | 222,2 17 | 1174,1 117 |
| 1937 | 231,7 18 | 253,5 17 | 242,5 14 | 127,0 12 | 16,5 2 | 0,0 -- | 0,0 -- | 0,0 -- | 51,0 5 | 47,5 7 | 164,0 11 | 205,5 15 | 1339,2 101 |
| 1938 | 192,5 11 | 215,0 14 | 152,5 14 | 85,0 6 | 0,0 -- | 0,0 -- | 0,0 -- | 6,0 1 | 71,6 5 | 157,0 9 | 165,5 12 | 134,0 15 | 1179,1 87 |
| 1939 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 1940 | 145,2 8 | 118,0 9 | 139,3 10 | 115,3 8 | 11,0 1 | 0,0 -- | 0,0 -- | 8,5 1 | 13,0 2 | 170,0 13 | 109,0 7 | 58,5 5 | 887,8 64 |
| 1941 | 270,5 12 | 76,0 9 | 39,0 4 | 76,4 7 | 19,0 2 | 0,0 -- | 0,0 -- | 0,0 -- | 6,5 1 | 144,0 10 | 309,5 17 | 239,0 16 | 1179,9 78 |
| 1942 | 171,0 14 | 169,2 9 | 330,5 17 | 123,1 10 | 1,0 1 | 0,0 -- | 0,0 -- | 16,7 3 | 19,5 1 | 46,0 4 | 112,0 10 | 234,5 13 | 1223,5 82 |
| 1943 | 272,0 14 | 222,2 13 | 102,0 12 | 70,1 9 | 86,5 3 | 0,0 -- | 0,0 -- | 22,0 1 | 32,0 2 | 26,5 4 | 146,3 10 | 184,8 12 | 1164,4 80 |
| 1944 | 201,0 10 | 160,7 10 | 175,0 -- | 189,3 11 | 5,0 1 | 0,0 -- | 0,0 -- | 0,0 -- | 28,8 2 | 46,3 11 | 333,8 12 | 144,3 12 | 1284,2 69 |

TABLE 8 (suite).

| Mwanza (État). | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Coordonnées : 26°41' 7°51' Sud. Altitude : 750 m. | | | | | | | | | | | | | |
| Moyennes mensuelles des précipitations en mm et nombre de jours de pluie. | | | | | | | | | | | | | |
| Années Mois | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Total |
| 1945 | 160,4 11 | 250,8 11 | 30,0 7 | 54,5 6 | 4,0 1 | 2,7 1 | 0,0 -,- | 2,0 1 | 14,0 2 | 102,5 7 | 128,2 8 | 209,2 10 | 958,3 65 |
| 1946 | 135,0 9 | 68,5 11 | 233,8 11 | 126,5 12 | 48,0 3 | 0,0 -,- | 0,0 -,- | 0,0 -,- | 11,5 4 | 59,0 6 | 112,0 8 | 230,6 12 | 1024,9 76 |
| 1947 | 202,1 16 | 79,5 10 | 243,5 15 | 146,0 13 | 7,5 1 | 0,0 -,- | 0,0 -,- | 0,0 -,- | 3,2 3 | 115,3 11 | 119,0 10 | 225,2 13 | 1141,3 92 |
| 1948 | 142,8 15 | 173,0 12 | 108,3 10 | 133,0 6 | 3,6 4 | 0,0 -,- | 0,0 -,- | 5,5 1 | 8,8 4 | 169,0 9 | 213,2 10 | 181,6 7 | 1138,8 78 |
| 1949 | 136,8 7 | 151,1 8 | 60,6 4 | 44,8 5 | 67,4 4 | 0,0 -,- | 0,0 -,- | 1,3 1 | 5,5 1 | 88,8 9 | 185,2 10 | 182,2 13 | 923,7 62 |

Les quelques mois passés aux bords du lac et les visites mensuelles subséquentes ne permettent pas d'esquisser un schéma climatique exact et complet. Nous devons donc nous référer à des mesures faites dans les environs immédiats par les soins de l'Administration et à des renseignements puisés à des sources diverses (fig. 6).

Durant cinq années d'observation, de 1934 à 1938, Bukama a enregistré une moyenne de 1.176,7 mm d'eau de pluie. Ceci place donc la région dans la zone de 1.000 à 1.200 mm. Sur sa carte de répartition des pluies, A. VANDENPLAS (1934) fait traverser le lac Upemba par l'isohyète de 1.000 mm. Se basant sur la documentation du Ministère des Colonies, M. ROBERT (1942) a publié dans le « Congo Physique » une carte des mois de saison sèche, dans laquelle la région du Kamolondo occupe la zone des cinq mois de sécheresse. Il ajoute : « Le Katanga méridional est entièrement compris dans la zone à climat soudanien. Dans toute la région du Sud-Est, les accidents du relief apportent une grande complexité au dessin des zones climatiques particulières et à leur agencement. Entre les plaines basses du Kamolondo, de la

TABLE 9.

| Quelques observations météorologiques faites au cours des stations au large. | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------|------|---------------|----------------|--------------------------------------------|
| Date | Station | Heure | °C | Humidité % | Vent m/min. | État du ciel |
| 16.XI.1948 | 1 | 9,10-11,00 | 29°6 | 48 | 113 | Peu couvert |
| 20 » | 2 | 14,00-14,30 | 26°1 | 84 | — | Couvert. Gros cumulus gris |
| 23 » | 3 | 11,35-12,20 | 29°0 | 69 | 60 | Légèrement couvert. Cumulus blancs |
| 23 » | 4 | 13,00 | 30°4 | 60 | 64 | Couvert. Cumulus gris et blancs |
| 27 » | 5 | 9,15-10,15 | 25°9 | 79 | 180 | Couvert |
| 30 » | 6 | 10,15-11,15 | 28°5 | 75 | 100 | Gros cumulus blancs |
| 2.XII.1948 | 7 | 9,35-10,30 | 25°2 | 85 | — | Peu couvert. Petits cumulus à l'horizon |
| 2 » | 8 | 11,30-12,35 | 29°0 | 66 | 50 | — |
| 2 » | 9 | 14,30-14,45 | 29°0 | 66 | — | — |
| 20 » | 1 | 8,15 | 23°9 | 83 | — | Couvert |
| 20 » | 3 | 11,30 | 26°2 | 96 | — | Couvert |
| 20 » | 4 | 13,00 | 27°0 | 61 | — | Couvert |
| 20 » | 7 | 10,00 | 25°5 | 75 | — | Couvert |
| 20 » | 9 | 9,00 | 24°0 | 82 | — | Couvert |
| 22 » | 2 | 11,15 | 24°3 | 76 | — | Couvert |
| 22 » | 5 | 12,00 | 25°4 | 75 | — | Couvert |
| 22 » | 12 | 13,35 | 29°0 | 61 | — | Couvert |
| 23 » | 6 | 9,45 | 22°9 | 84 | — | Couvert |
| 22.I.1949 | 9 | 10,00 | 29°0 | 66 | — | Serein |
| 2.III.1949 | 9 | 10,00 | 25°6 | 83 | — | Serein |
| 4.IV.1949 | 1 | 10,30 | 26°5 | 77,5 | 154 | Quelques nuages blancs |
| 4 » | 4 | 11,30 | 26°9 | 79 | 172 | Quelques nuages blancs |
| 4 » | 9 | 9,30 | 26°0 | 77 | — | Serein |
| 5 » | 5 | 9,45 | 25°0 | 84 | 115 | Serein |
| 5 » | 12 | 10,00 | 26°5 | 77,5 | 125,5 | Serein |
| 5 » | 13 | 8,30 | 24°0 | 88 | 187 | Serein |
| 6 » | 3 | 10,30 | 29°0 | 48 | 132,5 | Serein |
| 6 » | 6 | 9,00 | 27°0 | 57 | 137,5 | Serein |
| 6 » | 7 | 13,00 | 31°0 | 76 | 124 | Semi-couvert |
| 6 » | 8 | 12,00 | 30°0 | 47 | 82,5 | Semi-couvert |

TABLE 9 (suite).

| Quelques observations météorologiques faites au cours des stations au large. | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|------|---------------|----------------|-------------------------------------------|
| Date | Station | Heure | °C | Humidité % | Vent m/min. | État du ciel |
| 30 » | 1 | 13,45 | 28°5 | 54,5 | — | Couvert |
| 2.V.1949 | 1 | 11,30 | 25°0 | 88 | — | Un peu couvert |
| 2 » | 4 | 12,00 | 27°0 | 78 | — | — |
| 2 » | 9 | 10,30 | 25°0 | 84 | — | Peu couvert |
| 3 » | 2 | 11,30 | 30°0 | 79 | 152,5 | ± Couvert |
| 3 » | 5 | 13,30 | 31°0 | 70 | — | ± Couvert |
| 3 » | 6 | 10,30 | 30°5 | 66 | 152,5 | ± Serein |
| 4 » | 3 | 11,30 | 29°0 | 65 | — | Serein |
| 4 » | 7 | 9,30 | 28°0 | 64 | 21,0 | Serein |
| 4 » | 8 | 10,15 | 29°0 | 55 | — | Serein |
| 6 » | 12 | 9,30 | 27°5 | 64 | 145 | Serein |
| 30 » | 1 | 11,30 | 25°0 | 88 | — | Un peu couvert |
| 30 » | 4 | 14,30 | 29°0 | 55 | — | Couvert |
| 30 » | 9 | 15,00 | 29°0 | 45 | — | Couvert |
| 31 » | 3 | 10,15 | 26°0 | 49 | — | ± Couvert |
| 31 » | 5 | 11,45 | 26°5 | 56,5 | — | ± Couvert. Visibilité mauvaise |
| 31 » | 7 | 9,15 | 27°5 | 35,5 | 208 | ± Couvert |
| 1.VI.1949 | 12 | 8,30 | 25°5 | 44,5 | 197,5 | ± Couvert |
| 1 » | 6 | 10,45 | 27°0 | 53 | 204,5 | ± Couvert |
| 6.VII.1949 | 9 | 8,30 | 25°5 | 77 | — | — |
| 6 » | 4 | 10,00 | 29°5 | 59,5 | — | — |
| 7 » | 7 | 10,00 | 27°0 | 65 | 116 | — |
| 8.VIII.1949 | 9 | 9,30 | 23°5 | 76,5 | — | Très couvert. Visibilité très mauvaise |
| 8 » | 1 | 10,15 | 24°0 | 72 | — | Id. |
| 8 » | 4 | 10,50 | 26°5 | 59,5 | — | Id. |
| 9 » | 12 | 8,10 | 23°5 | 71,5 | — | Id. |
| 9 » | 6 | 9,45 | 24°5 | 68,5 | — | Id. |
| 9 » | 5 | 11,15 | 25°0 | 77 | — | Id. |
| 10 » | 7 | 8,45 | 24°0 | 78 | 83 | Id. |
| 10 » | 8 | 9,45 | 26°0 | 69 | — | Id. |
| 10 » | 3 | 11,20 | 28°5 | 64,5 | — | Id. |

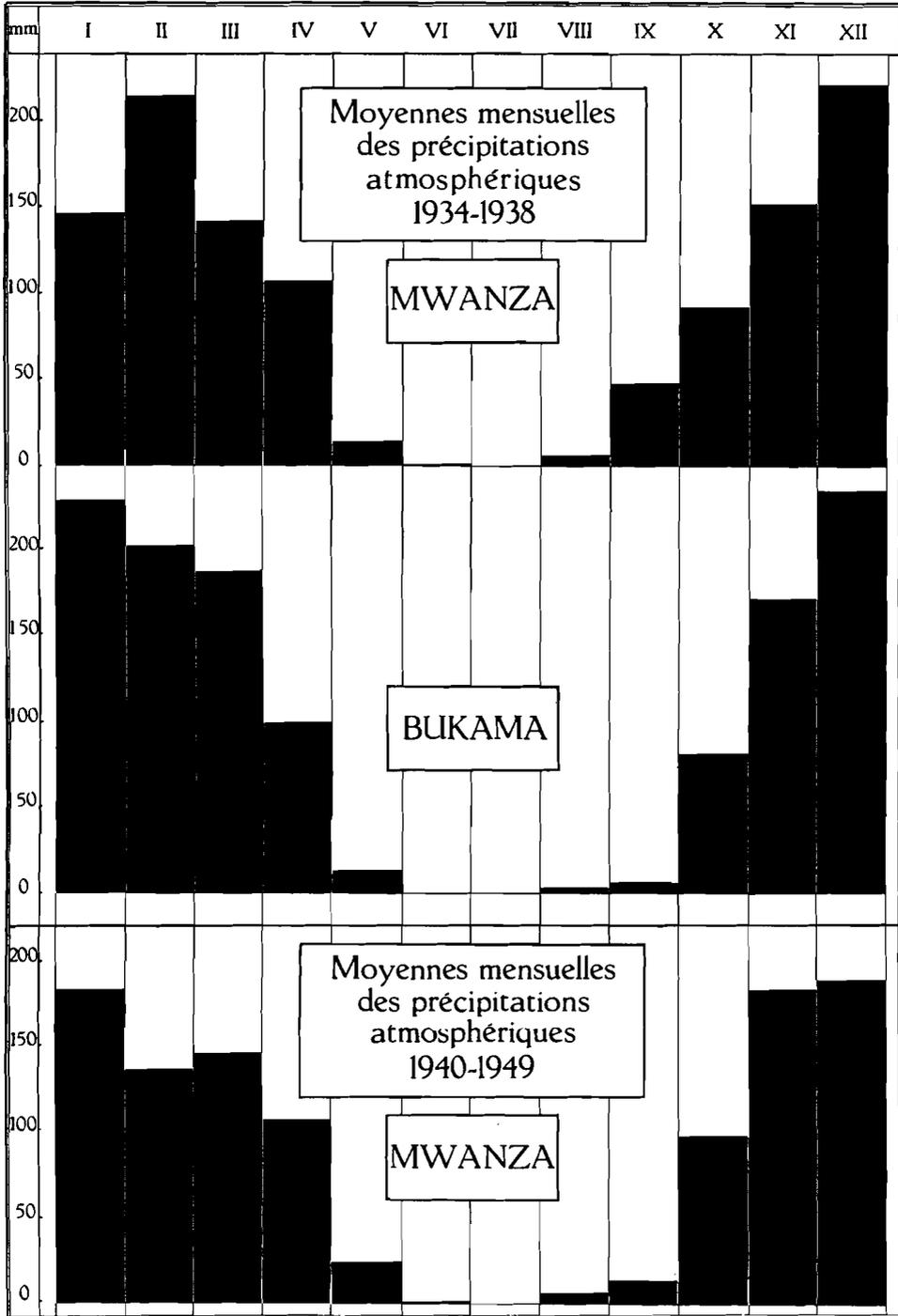


FIG. 6.

moyenne Lufira et du Bangweolo-Luapula-Moero viennent s'intercaler les hauts plateaux de la Manika, du Kibara et des Kundelungu, tandis qu'au Sud s'étend le plateau de la région cuprifère et de la bande faitière Congo-Zambèse. Dans de telles conditions, le climat du Sud-Est du Katanga présente deux types climatiques très différents : le type des hauts plateaux balayés par l'alizé et à température modérée et celui des plaines basses relativement chaudes. Les vents des hauts plateaux ont une grande régularité, de même que les précipitations qui semblent devoir donner un total annuel compris entre 1.000 mm et 1.400 mm. Il n'en va pas de même des régions des plaines, où les vents, générateurs de pluies, ont des allures très irrégulières et très diverses ».

D'après A. VANDENPLAS (1945), malgré le relief accidenté, le nombre annuel moyen de jours pluvieux dans le Katanga varie peu d'une station à l'autre. Un maximum se marque à Elisabethville. C'est en notant les quantités d'eau condensées dans le pluviomètre sous forme de rosée que la station d'Elisabethville arrive à une moyenne légèrement plus élevée. Cette irrégularité ne s'observe plus dans les moyennes des jours pluvieux à 5,40 et 20 mm. Au Katanga, pendant la saison humide, la fréquence des jours pluvieux augmente du Nord au Sud. Dans le Nord du Moyen-Katanga, de décembre à mars, il pleut un jour sur deux; dans le Nord du Haut-Katanga, on observe de la pluie trois jours sur cinq. Pendant la saison sèche, les pluies abondantes diminuent à mesure que l'on s'avance du Nord au Sud du Katanga.

Si les valeurs annuelles varient peu autour de la moyenne, les variations mensuelles d'une année à l'autre sont assez importantes. Il faut particulièrement porter l'attention sur les mois au cours desquels la petite saison sèche domine ainsi que ceux pendant lesquels débute ou finit la grande saison sèche. Certaines années, ces mois sont secs, voire absolument secs, d'autres années ils sont mi-humides à humides.

Toute la région congolaise située au Sud et au Nord-Est de la cuvette centrale est soumise aux influences du régime subéquatorial. Cette zone comprend, entre autres, la région du Bas-Katanga. Le régime subéquatorial se caractérise par deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches, une longue et une petite.

Dans le Bas-Katanga, la petite saison sèche se déclare au cours du mois de février. Les moyennes décadaires de décembre à mars obtenues pour la station de Gandajika montrent que l'apparition de la petite saison sèche se place le plus fréquemment au cours de la première décade de février. Elle se manifeste par une assez forte diminution de la pluviosité, ainsi que par une diminution de la fréquence de la pluie.

Au Bas-Katanga, le nombre de mois de saison sèche diminue du Sud au Nord. Au Sud, la sécheresse sévit pendant cinq mois, au Nord il n'y a plus que le mois de juillet qui présente une cote udométrique inférieure à 50 mm. Au fur et à mesure qu'on se déplace vers le Nord, la date d'apparition de la saison sèche se situe plus tard dans l'année.

*
**

Au moyen de mesures faites au cours de nos stations sur le lac on peut essayer de comparer un jour de saison des pluies et un jour de saison sèche. Les mesures ont toujours été faites entre 8,15 h avant midi et 15 h après-midi et se rapportent à la température de l'air, et l'humidité relative à 1,50 m au-dessus du niveau du lac.

TABLE 10.

| Comparaison des variations diurnes de la température de l'air et de l'humidité relative à 1,50 m au-dessus du niveau du lac de 8 h 15 à 15 heures. | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------|--------------|------|------------------------|
| Saison des pluies | | | Saison sèche | | |
| Heure | °C | Humidité relative % | Heure | °C | Humidité relative % |
| 8,15 | 23°9 | 83,0 | — | — | — |
| 9,00 | 24°0 | 82,0 | — | — | — |
| — | — | — | 9,30 | 28°0 | 64,0 |
| 9,35 | 25°2 | 85,0 | — | — | — |
| 10,00 | 25°5 | 75,0 | — | — | — |
| — | — | — | 10,30 | 25°0 | 84,0 |
| 11,15 | 24°3 | 76,0 | — | — | — |
| 11,30 | 26°2 | 96,0 | 11,30 | 25°0 | 88,0 |
| — | — | — | 12,00 | 27°0 | 78,0 |
| 12,35 | 29°0 | 66,0 | — | — | — |
| 13,00 | 26°2 | 96,0 | — | — | — |
| 13,35 | 29°0 | 61,0 | — | — | — |
| — | — | — | 13,45 | 28°5 | 54,5 |
| 14,30 | 29°0 | 66,0 | 14,30 | 29°0 | 55,0 |
| — | — | — | 15,00 | 29°0 | 45,0 |

Ces chiffres ne constituent pas une moyenne, mais ne représentent que les variations diurnes pendant quelques heures. Je n'ai malheureusement pu faire davantage à ce sujet.

TABLE 11.

| Comparaison de la température de l'air, de l'humidité relative et de la température de surface de l'eau entre 8 h 30 et 15 heures. Moyennes mensuelles. | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------|------|---------------------------|-----------------------------|------|--------------|------|------|------|
| | Saison des pluies | | | Petite saison sèche | Petite saison des pluies | | Saison sèche | | | |
| | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| Air °C | 28°2 | 27°7 | 25°2 | 29°0 | 25°6 | 27°2 | 28°2 | 26°9 | 27°3 | 25°0 |
| Humidité % | 69,1 | 72,3 | 78,3 | 66,0 | 83,0 | 71,1 | 71,3 | 53,3 | 67,2 | 70,7 |
| Eau surface °C | 29°6 | 29°0 | 27°5 | 28°9 | 27°8 | 29°3 | 27°7 | 25°2 | 25°2 | 24°9 |

La comparaison des températures moyennes de l'air, des températures moyennes de l'eau en surface, pendant la journée, permet de constater immédiatement qu'au cours du mois il y a inversion de la température d'après les saisons. En saison des pluies, l'eau était plus chaude, en petite saison sèche il y avait presque équilibre, de même qu'au mois d'août en saison sèche. En petite saison des pluies l'air est plus froid et en saison sèche il y a une nouvelle inversion.

On peut conclure qu'en général, en saison sèche, l'air est plus chaud que la couche superficielle de l'eau et qu'en saison des pluies (grande et petite) c'est l'inverse qui se produit, c'est-à-dire que l'air est plus froid que la surface aquatique.

2. — TEMPÉRATURE DE L'EAU.

Une des grandes difficultés dans l'étude comparative du lac Upemba avec des lacs connus est occasionnée par les différences thermiques très minimes entre les eaux de surface et celles de fond. Peu de cuvettes lacustres d'une profondeur tellement réduite ont été étudiées jusqu'ici, surtout dans les régions tropicales.

Au cours de dix mois d'observation, l'amplitude de température en surface, sur les mesures faites entre 8,30 h du matin et 15 à 16 h de l'après-

LAC UPEMBA TEMPERATURES EN °C

Eaux de surface □ et de fond ○ des diverses stations.

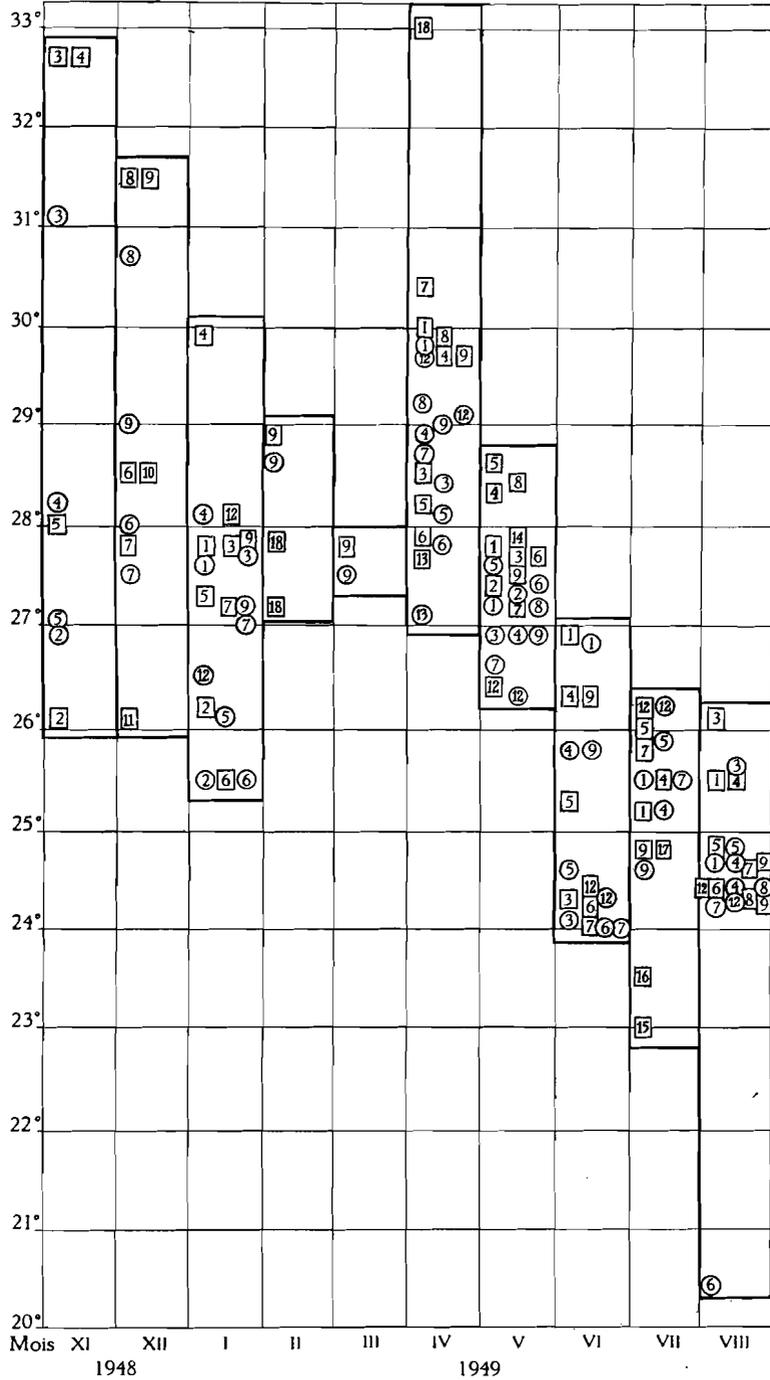


FIG. 7.

midi, a été de $33,0^{\circ}\text{C}$ à $23,5^{\circ}\text{C}$. Près du fond elle était de $31,0^{\circ}\text{C}$ à $24,0^{\circ}\text{C}$. La plus grande amplitude, avec une différence de $6,60^{\circ}\text{C}$, se place au mois de novembre; elle diminue progressivement, pour croître à nouveau et présenter un second maximum au mois d'avril, avec une différence d'amplitude

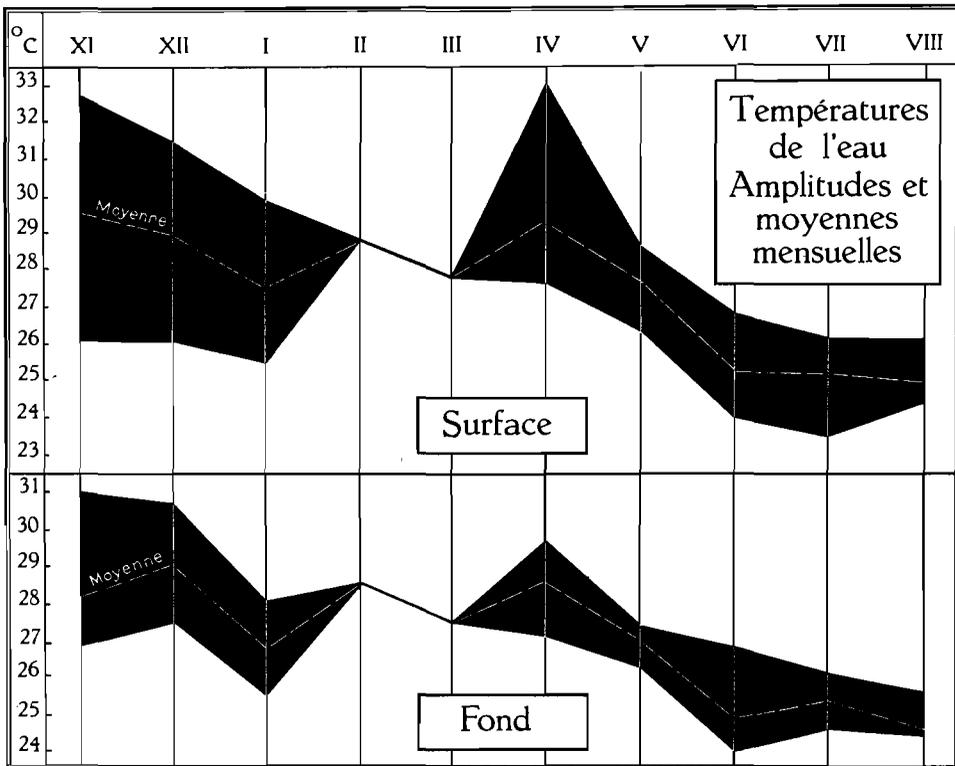


FIG. 8.

de $5,3^{\circ}\text{C}$. Les maxima de température furent observés au mois de novembre 1948 avec $32,7^{\circ}\text{C}$, et au mois d'avril 1949 avec $33,0^{\circ}\text{C}$, le minimum en juillet 1949 avec $23,5^{\circ}\text{C}$ (table 12) (fig. 7 et 8).

Cette température assez élevée est très importante car elle peut avoir une influence considérable sur le métabolisme du lac. Elle favorise les fermentations et joue probablement un rôle de premier plan dans certaines réactions physico-chimiques dont l'eau du lac est le siège et dont il sera question plus loin.

TABLE 12.

| Température de l'eau en °C. Amplitudes mensuelles. | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mois | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | |
| Surface | Max. | 32,7 | 31,5 | 29,9 | 28,9 | 27,8 | 33,0 | 28,6 | 26,9 | 26,2 | 26,1 |
| | Min. | 26,1 | 26,1 | 25,5 | — | — | 27,7 | 26,4 | 24,0 | 23,5 | 24,3 |
| Fond | Max. | 31,0 | 30,7 | 28,1 | 28,6 | 27,5 | 29,7 | 27,4 | 26,9 | 26,2 | 25,6 |
| | Min. | 26,9 | 27,5 | 25,5 | — | — | 27,1 | 26,3 | 24,0 | 24,6 | 24,4 |

D'une manière générale, la température, comme le montre la table 13 des moyennes mensuelles, a une tendance très marquée à s'abaisser vers le milieu et la fin de la saison sèche (fig. 7, 8 et 34).

TABLE 13.

| Température de l'eau. Moyennes mensuelles. | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Mois | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | |
| Surface | 29,6 | 29,0 | 27,5 | 28,9 | 27,8 | 29,3 | 27,7 | 25,2 | 25,2 | 24,9 | |
| Fond | 28,2 | 29,1 | 26,8 | 28,6 | 27,5 | 28,6 | 27,0 | 24,8 | 25,4 | 24,6 | |

L'écart des moyennes pour la période envisagée est de 4,7° C pour la surface et 4,5° C pour le fond.

Quant aux relations des températures de fond et de surface, j'ai repris dans la table 14 les chiffres de la station 9, une de celles visitées le plus régulièrement, car ils donnent lieu à quelques considérations intéressantes (fig. 9).

TABLE 14.

| Station 9. Températures en °C. | | | |
|-----------------------------------|---------|------|------------|
| Mois | Surface | Fond | Différence |
| Décembre 1948 | 31°5 | 29°0 | 2°5 |
| Janvier 1949 | 27°8 | 27°2 | 0°6 |
| Février | 28°9 | 28°6 | 0°3 |
| Mars | 27°8 | 27°5 | 0°3 |
| Avril | 29°7 | 29°0 | 0°7 |
| Mai | 27°5 | 26°9 | 0°6 |
| Juin | 26°3 | 25°8 | 0°5 |
| Juillet | 24°8 | 24°6 | 0°2 |
| Août | 24°6 | 24°3 | 0°3 |

Il m'a été impossible, eu égard aux difficultés d'une première exploration du lac, d'examiner la possibilité d'existence de stratifications thermiques. Il existe certainement une différence entre les températures de surface et de fond; les mesures que j'ai pu faire le montrent clairement (tables 12, 13 et 14) et le graphique obtenu au moyen des données de la station 9 (fig. 9) est très explicite à ce sujet : l'amplitude maximale observée entre les deux températures est comprise entre 2,5° C pour le mois de décembre 1948, diminuant plus ou moins au cours de l'année, mais devenant minimum avec une différence de 0,2° C seulement au mois de juillet 1949, c'est-à-dire en saison sèche. Il est probable que cette différence thermique entre les deux couches envisagées influence le comportement du lac Upemba; mais il n'est pas impossible cependant que, dans une couche d'eau, même aussi mince que celle-ci, il puisse exister un véritable thermocline. La différence de 2,5° C au mois de décembre 1948 permet cependant une hypothèse dans ce sens : la profondeur y étant de 3,25 m en novembre 1948, on pourrait à la rigueur admettre l'abaissement de 1° C par mètre d'après les conceptions de E. A. BIRGE.

Avant plus ample information, il est certainement prématuré d'essayer

de dégager de nos chiffres autre chose qu'une simple constatation : des recherches plus poussées au moyen d'instruments adaptés à la mesure de très petits écarts dans une colonne d'eau de faible épaisseur permettront, seules, d'établir l'existence de différences pouvant démontrer la présence d'un thermocline.

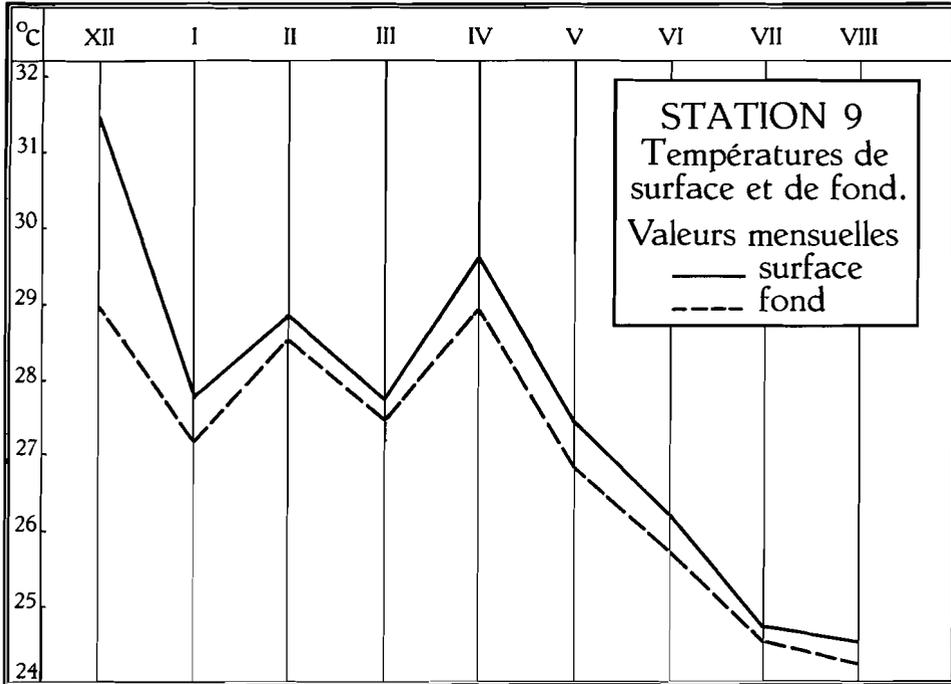


FIG. 9.

Il ne faut pas sous-estimer l'action des vents sur cette « pellicule aquatique », si je puis m'exprimer ainsi; il est certain qu'elle apporte des modifications importantes dans le bilan thermique du lac. A cet égard, P. S. WELCH est formel, particulièrement en ce qui concerne les observations de F. RUTTNER sur les lacs tropicaux des Indes Orientales, ces lacs ayant cependant une profondeur infiniment plus grande que celle du lac Upemba.

D'après leur comportement thermique, F. A. FOREL et SUPAN distinguent des lacs chauds où la température est toujours supérieure à 4° C; la stratification y est toujours directe, c'est-à-dire une eau plus chaude surmonte une eau plus froide.

*
**

Si nous comparons les variations diurnes de la température en surface en saison des pluies, au mois de janvier, et en saison sèche, au mois d'août, nous voyons en saison humide des maxima et des minima plus élevés en valeur absolue; la différence entre les valeurs extrêmes est aussi plus grande dans le premier cas et est respectivement de 2,3° C et 1,05° C entre 8,10 h et 11,15 h de l'avant-midi. Entre 11 h et midi la température monte respectivement à 29,9° C et 26,1° C.

Je n'ai pas eu l'occasion de faire des investigations plus poussées à ce sujet.

TABLE 15.

| Variations diurnes de la température des eaux de surface. | | |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Heure | Saison des pluies Janvier °C | Saison sèche Août °C |
| 8,10 | — | 24°55 |
| 8,15 | 27°85 | — |
| 8,45 | — | 24°60 |
| 9,00 | 27°85 | — |
| 9,30 | — | 24°60 |
| 9,45 | 25°55 | 24°45 |
| 10,00 | 27°25 | — |
| 10,15 | — | 25°50 |
| 10,50 | — | 25°40 |
| 11,15 | 26°25 | 24°85 |
| 11,20 | — | 26°10 |
| 11,30 | 27°80 | — |
| 12,30 | 27°30 | — |
| 13,00 | 29°90 | — |
| à 11,15 | | |
| t° maxima | 27°85 | 25°50 |
| t° minima | 25°55 | 24°45 |
| Différence | 2°30 | 1°05 |

Quant aux différences entre les températures des eaux pélagiques et littorales dans le sens des desiderata exprimés par C. WESEBERG-LUND (1912) et que M. GIEYZTOR (1934) a pris en considération lors de ses recherches limnologiques sur de petits bassins, quelques valeurs seulement sont à notre disposition, relevées entre 8,10 et 11,15 h avant-midi (table 16). Il résulte de leur examen qu'en saison des pluies et en saison sèche l'écart entre les températures extrêmes des eaux littorales est plus grand, respectivement 2,30° C et 1,05° C, alors qu'au large il est beaucoup moins important, voire identique : 0,60° C et 0,55° C.

TABLE 16.

| Variations diurnes locales de la température des eaux de surface. | | | | |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Heure | Saison des pluies Janvier | | Saison sèche Août | |
| | Littoral °C | Large °C | Littoral °C | Large °C |
| 8,10 | — | — | 24°55 | — |
| 8,15 | 27°85 | — | — | — |
| 8,45 | — | — | — | 24°60 |
| 9,00 | — | 27°85 | — | — |
| 9,30 | — | — | — | 24°60 |
| 9,45 | 25°55 | — | 24°45 | — |
| 10,00 | — | 27°25 | — | — |
| 10,15 | — | — | 25°50 | — |
| 10,50 | — | — | — | 25°40 |
| 11,15 | 26°25 | — | — | 24°85 |
| 11,20 | — | — | — | 26°10 |
| 11,30 | — | 27°80 | — | — |
| 12,30 | — | 27°30 | — | — |
| 13,00 | — | 29°90 | — | — |
| à 11,15 M — m | 2°30 | 0°60 | 1°05 | 0°55 |

Il résulte de nos mesures que la seule conclusion que nous soyons en droit d'en tirer momentanément est qu'au point de vue de la classification de F. A. FOREL modifiée par G. C. WHIPPLE, le lac Upemba est un lac tropical de l'ordre 3, où les températures de surface et de fond sont presque semblables et où donc la circulation est pratiquement continue au cours de l'année.

3. — TRANSPARENCE ET COULEUR DE L'EAU.

Il y a peu de remarques à faire au sujet de la transparence et de la couleur de l'eau du lac Upemba. Mesurée au disque de SECCHI, la transparence oscille autour de 45 cm. Elle dépend directement de la grande quantité de matière organisée et de substances argileuses en suspension. J'aurai d'ailleurs l'occasion de montrer l'influence de ces grandes quantités dans le chapitre consacré aux interactions des cycles biologique et physico-chimique.

Quant à la couleur, elle correspond, à peu de chose près, aux n^{os} 11 et 12 de l'échelle de F. A. FOREL, la teinte jaunâtre étant imputable à la couleur propre des matières argileuses, la teinte verdâtre, au nannoplancton, particulièrement abondant. Il y a fort peu de variations entre les diverses stations au cours de l'année.

4. — RÉSISTIVITÉ DE L'EAU.

En règle générale, la résistivité varie entre 4.100 et 7.200 Ω à 18° C, mais est située assez généralement aux environs de 5.300 Ω . Elle est, en moyenne, de 5.108 Ω pour les eaux de surface et 5.121 Ω pour les eaux prélevées près du fond. On pourrait presque conclure à une grande similitude entre les eaux de fond et de surface, assez admissible d'ailleurs, étant donné le peu de profondeur et la grande facilité de brassage fond-surface qui en résulte.