

CHAPITRE V.

LE LAC UPEMBA.

Improprement dénommée lac, la vaste zone d'inondation du Lualaba (L. VAN MEEL, 1953), qui récolte les eaux d'un bassin de plusieurs milliers de kilomètres carrés, a une profondeur de 0,5 à 3,10 m (en novembre 1948) et une superficie de l'ordre de 530 km², avec un volume d'eau d'environ 930 millions de mètres cubes. Cette dépression renferme une eau brunâtre à verdâtre tenant en suspension une quantité considérable de matières minérales et d'organismes microscopiques. Elle est située dans le Kalanga méridional, autour des axes formés par le 26°30' longitude Est et le 8° 30' latitude Sud. La zone constituant le lac Upemba proprement dit en occupe l'angle inférieur gauche.

Cette région s'étend en direction SW-NE, depuis les rapides du Lualaba au Sud de Bukama, jusqu'au confluent de la Kalumengongo, soit sur une distance d'environ 200 à 250 km et une largeur moyenne de 40 km.

Depuis Bukama jusqu'à Mulongo, les lacs intérieurs s'échelonnent de part et d'autre du fleuve, avec lequel ils communiquent d'ailleurs par d'étroits chenaux, à peine visibles au milieu d'une végétation luxuriante où les *Papyrus* dominent (L. WILLEMS, 1941).

a) La végétation.

Les rives du lac sont basses, marécageuses en règle générale. La rive Est est constituée par une agglomération de prairies flottantes à composition floristique assez uniforme, formées surtout de *Typha angustifolia* L., extrêmement abondants et de divers héliophytes; elles sont bordées d'une frange de *Jussieua* à fleurs jaunes (pl. XXV, fig. 1).

C'est surtout *Aeschynomene elaphroxylon* (GUILL. et PERR.) TAUB. qui domine en de très nombreux endroits, où cet arbuste forme alors de véritables petits massifs (pl. XXV, fig. 1 et 2).

A mesure qu'on se rapproche de la terre ferme, *Aeschynomene* se raréfie, les Graminées deviennent de plus en plus abondantes et l'on assiste à une évolution vers la prairie inondable, plus ou moins marécageuse, s'élevant progressivement, pour atteindre sa limite au pied d'une sorte de seuil sablonneux, sur lequel est établie la lisière de la savane boisée, appelée communément forêt katangaise.

Nous y avons relevé entre autres :

<i>Cissampelos mucronata</i> A. RICH.	<i>Ludwigia prostrata</i> ROXB.
<i>Cleome ciliata</i> SCHUMACH. et THONN.	<i>Maerua sphaerogynne</i> GILG et BENEDICT.
<i>Crataeva religiosa</i> FORST.	<i>Rhynchosia Hockii</i> DE WILD.
<i>Glinus oppositifolius</i> JACQ.	<i>Urena lobata</i> L.
<i>Heliotropium ovalifolium</i> FORSK.	<i>Vigna vexillata</i> (L.) BENTH.
<i>Hibiscus diversifolius</i> JACQ.	<i>Zizyphus abyssinica</i> HOCHST. ex A. RICH.
<i>Ipomaea pes-tigridis</i> L.	

L'extrême Sud est constitué par de très grandes anses où l'atterrissement provoqué par les hélophytes, principalement *Typha angustifolia* L., est très intensif; l'accumulation de boue végétale et minérale est considérable, de sorte qu'on assiste en maints endroits, à la moindre tendance à la baisse des eaux, à une exondation de bancs de vase. Dans ces anses, les hydrophytes se multiplient rapidement, surtout les *Nymphaea* et les *Potamogeton*, ces derniers formant à la surface de l'eau des tapis circulaires pouvant atteindre plusieurs mètres carrés. Par endroits, accolées aux prairies flottantes : *Utricularia*, *Ceratophyllum* et, sauf en quelques endroits, de très rares exemplaires de *Pistia stratiotes* L. Nous avons noté :

<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	<i>Nymphaea Lotus</i> L.
<i>Cyperus digitatus</i> ROXB. ssp. <i>auricomus</i> (SIEBER) KUK.	<i>Trapa natans</i> L.
<i>Nymphaea capensis</i> THUNB. fa. <i>depauperata</i> .	<i>Utricularia inflexa</i> FORSK. var. <i>inflexa</i> .

Les *Nymphaea* s'observent partout, en grandes quantités, dans les anses tranquilles de part et d'autre de l'île Bemba au Nord et sur tout le pourtour du lac. Ils sont moins abondants dans les autres régions, sauf cependant dans les passes vers Nyonga, à l'Ouest, et dans les zones près des rives, là où *Aeschynomene elaphroxylon* (GUILL. et PERR.) TAUB. se développe en abondance.

La rive ouest est formée principalement de passes où l'eau du Lualaba entre dans le lac et constitue de ce fait un biotope un peu spécial. On y rencontre d'immenses tapis de *Trapa natans* L., espèce qui est ainsi liée à un milieu légèrement rhéophile, ainsi que diverses espèces de *Nymphaea*, entre autres *Nymphaea capensis* THUNB. On y remarque aussi d'assez grandes quantités de *Pistia stratiotes* L., extrêmement rare dans toutes les autres parties du lac.

Au Nord, d'immenses massifs d'*Aeschynomene*, solitaires au milieu de l'eau, provoquent des passes vers des anses parfois très vastes où la circulation est malaisée par l'accumulation de boue et le phénomène d'atterrissement. *Typha angustifolia* y est aussi très abondant et se propage par pionniers. Le centre du lac est une vaste nappe d'eau sans végétation flottante, ni sous-lacustre.

Bien à l'intérieur des terres, derrière les anses que l'on devine, on remarque à l'Ouest une rangée très longue de *Borassus*.

La rép
fréquence
Mabwe e
massifs d
parfois, a
considéra

Une p
terre noi
retenu no
On a e

14.XII

Ten
Hur
Ten
Hur
Ten
Ten

Parmi

En str
goense D

En str

Acalypha s
Aspilia Ko
Brachiaria
Cleome mo
Crassoceph
MOORE.
Cynodon c
Cyperus ar
Cyperus di
(SIEBER
Cyperus es
Cyperus fl
Cyperus m
Dactylocten
BEAUV.
Digitaria n
Echinochlo
et CHAS
Eragrostis
Euphorbia
Glinus opp
Heliotropit

La répartition de *Cyperus papyrus* dans ce milieu est très curieuse. Sa fréquence augmente du Sud au Nord et de l'Est à l'Ouest. Au Sud de Mabwe et sur toute la rive sud il est plutôt rare et ce n'est qu'en petits massifs de quelques mètres carrés, au grand maximum, qu'on le trouve parfois, accolé à quelque prairie flottante ou perdu à l'intérieur d'une masse considérable d'hélophytes comme *Typha* et *Carex* (pl. XXVI, fig. 1).

Une prairie marécageuse inondable entre la savane boisée et le lac, à terre noire mélangée de nombreux débris végétaux, a particulièrement retenu notre attention.

On a eu l'occasion d'y exécuter quelques mesures microclimatiques.

14.XII.1948.

	8 h	9 h	10 h	11 h
Température de l'air (°C)	28	29	31	35,8
Humidité (%)	78	72	68	50
Température à 5 cm du sol	30	34	36,8	30
Humidité (%)	76	65	60	60
Température du sol à 1 cm	30,5	34,5	36,5	39
Température du sol à 2 cm	28,5	29,5	31,5	35

Parmi une flore très touffue, on a pu récolter entre autres :

En strate arbustive : *Antidesma meiocarpum* LÉONARD, *Solanum delagoense* DUM.

En strate herbacée :

<i>Acalypha segetalis</i> MÜLLER-ARG.	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.
<i>Aspilia Kotschyi</i> BENTH. et HOOK. f.	<i>Hibiscus surattensis</i> L.
<i>Brachiaria deflexa</i> (SCHUMACH.) HUBBARD.	<i>Ipomaea pes-tigridis</i> L.
<i>Cleome monophylloides</i> WILCZEK.	<i>Leersia hexandra</i> SWARTZ.
<i>Crassocephalum sarcobasis</i> (BOJ.) S. MOORE.	<i>Ludwigia prostrata</i> ROXB.
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) PERS.	<i>Mollugo nudicaulis</i> LAM.
<i>Cyperus articulatus</i> L.	<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.
<i>Cyperus digitatus</i> ROXB. ssp. <i>auricomus</i> (SIEBER) KUK.	<i>Pentodon pentandes</i> (SCHUM.) VATKE var. <i>pentandes</i> .
<i>Cyperus esculentus</i> L.	<i>Phylla nodiflora</i> (L.) GREENE var. <i>reptans</i> (H. B. K.) MOLDENKE.
<i>Cyperus flavescens</i> L.	<i>Physalis angustata</i> L.
<i>Cyperus maculatus</i> BOECK.	<i>Polygonum acuminatum</i> HBK.
<i>Dactyloctenium aegypticum</i> (L.) P. BEAUV.	<i>Polygonum lanigerum</i> R. BR. var. <i>africanum</i> MEISSN.
<i>Digitaria milangiana</i> (RENDLE) STAPF.	<i>Polygonum pulchrum</i> BLUME.
<i>Echinochloa pyramidalis</i> (LAM.) HITCH. et CHASE.	<i>Setaria angustifolia</i> .
<i>Eragrostis Homblei</i> DC.	<i>Sorghum arundinaceum</i> (WILLD.) STAPF.
<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	<i>Sorghum verticillifolium</i> (STEUD.) STAPF.
<i>Glinus oppositifolius</i> (L.) DC.	<i>Sporobolus pyramidalis</i> P. BEAUV.
<i>Heliotropium ovalifolium</i> FORSK.	<i>Vigna Vexillata</i> (L.) BENTH.
	<i>Wormskioldia lobata</i> URBAN.

Comme suffrutex nous avons noté : *Cassia mimosoïdes* L., *Cleome hirta* (KL.) OLIV. et *Urena lobata* L.

Enfin, comme herbe lianeuse : *Melanthera Brownei* (DC.) SCH. BPL. et comme liane suffrutescente : *Cissampelos mucronata* A. RICH.

La prairie marécageuse proprement dite longeant le lac est couverte d'une végétation très dense comprenant entre autres :

<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. BR.	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.
<i>Cassia mimosoïdes</i> L.	<i>Indigofera hirsuta</i> L.
<i>Crassocephalum sarcobasis</i> (BOJ.) S. MOORE.	<i>Malachia radiata</i> L.
<i>Cynodon Dactylon</i> (L.) PERS.	<i>Melanthera Brownei</i> (DC.) SCH. BPL.
<i>Cyperus articulatus</i> L.	<i>Paspalidium geminatum</i> (FORSK.) STAFF.
<i>Cyperus digitatus</i> ROXB. ssp. <i>auricomus</i> (SIEBER) KUK.	<i>Polygonum pulchrum</i> BLUME.
<i>Cyperus esculentus</i> L.	<i>Setaria angustifolia</i> .
<i>Digitaria milaniensis</i> (RENDLE) STAFF.	<i>Sporobolus pyramidalis</i> P. BEAUV.
<i>Echinochloa pyramidatis</i> (LAM.) HITCH. et CHASE.	<i>Typha angustifolia</i> L.
	<i>Vigna Fexillata</i> (L.) BENTH.

La strate arbustive était représentée par *Capparis tomentosa* LAM., *Hibiscus diversifolius* JACQ. et *Urena lobata* L.

Les bords même du lac sont occupés par une florule comprenant comme strate arbustive : *Aeschynomene elaphroxylon* (GUILL. et PARR.) TAUB.

Comme strate herbacée :

<i>Acalypha segetalis</i> MÜLL.-ARG.	<i>Habenaria kilimanjari</i> RCHB. f.
<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. BR.	<i>Hibiscus surattensis</i> L.
<i>Caperomia serrata</i> PRESL.	<i>Jussiaea repens</i> L.
<i>Commelina diffusa</i> BURM. f.	<i>Leersia hexandra</i> SWARTZ.
<i>Crassocephalum sarcobasis</i> (BOJER) S. MOORE.	<i>Ludwigia prostrata</i> L.
<i>Cyperus alopecuroides</i> ROTTB.	<i>Melanthera Brownei</i> (DC.) SCH. BPL.
<i>Cyperus digitatus</i> ROXB. ssp. <i>auricomus</i> (SIEBER) KUK.	<i>Oldenlandia capensis</i> L. f.
<i>Cyperus flavescens</i> L.	<i>Paspalidium geminatum</i> (FORSK.) STAFF.
<i>Cyperus maculatus</i> BOECK.	<i>Pentodon pentander</i> (SCHUM.) VATKE et var. <i>pentander</i> .
<i>Cyperus Mundtii</i> (NEES) KUNTH.	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) GREENE var. <i>reptans</i> (HBK) MOLDENKE.
<i>Cyperus operculatus</i> ROTTB.	<i>Polygonum africanum</i> R. BR. var. <i>africanum</i> MEISSN.
<i>Cyperus papyrus</i> L.	<i>Typha angustifolia</i> L.
<i>Eclipta prostrata</i> L.	

Enfin, les prairies flottantes. Celles-ci font d'abord partie intégrante des rives marécageuses; elles peuvent s'en détacher à tout moment, surtout en période de crue, être entraînées au large, au gré des vents et des courants, lors des coups de vent assez fréquents, et former alors ces îles flottantes, si abondantes à certains moments. En règle générale la composition floristique d'une île flottante de grandeur moyenne est la suivante : *Crassocephalum sarcobasis* (BOJER) S. MOORE, *Cyperus maculatus* BOECK, *Cyperus Mundtii* (NEES) KUNTH, *Cyperus papyrus* L., *Leersia hexandra* SWARTZ,

Ludwigia nodiflora
Typha angustifolia

b) **Hydrobiologie**

En période de grandes lianes, loin. En période généralement tard, à des fins de visiter toute la pratique.

La période de grands mois de neiges, grandes lianes.

En période dont les passes s'approchent de l'alluvion des passes et forme d'années p.

La composition sont pas u plus en dé est généra noirâtre, c argilo-sabl compacte. importants

Dans ce d'ailleurs les conclus

Du point d'inondation ceptions d (1924).

Quant à nes, rédui partie sud

Pour la périodes les isother (1930-1939)

Ludwigia prostrata ROXB., *Paspalidium geminatum* (FORSK.) STAPF., *Phyla nodiflora* (L.) GREENE var. *reptans* (H.B.K.) MOLDENKE, *Pistia stratiotes* L., *Typha angustifolia* L.

b) **Hydrobiologie du lac.**

En prenant Mabwe comme base de départ, nous avons tracé quatre grandes lignes de sondage dirigées vers des objectifs fixes discernables au loin. En possession de ces mesures on a établi 18 stations hydrobiologiques, généralement aux points les plus profonds de la traversée, parfois, plus tard, à des endroits intermédiaires d'une moindre profondeur. On a pu les visiter tous les mois à date plus ou moins fixe pour des raisons d'ordre pratique. La station 9 était la plus profonde avec ses 3,25 m.

La profondeur n'a toutefois rien d'absolu et n'est valable que pour le mois de novembre 1948 : les différentes valeurs peuvent varier dans de très grandes limites, d'après l'étiage du Lualaba et le degré d'évaporation.

En profil, le lac se présente comme une très large cuvette, peu profonde, dont les points les plus bas se trouvent vers la rive est. A mesure que l'on s'approche de la rive ouest, le fond se relève progressivement, conséquence de l'alluvionnement qui a son siège principal au-delà du point de contact des passes de Nyonga avec le lac. Par-ci par-là, le fond se relève un peu et forme quelques îlots sous-lacustres qui peuvent émerger à l'occasion d'années particulièrement sèches.

La composition et la consistance de la vase déposée au fond du lac ne sont pas uniformes et dépendent de facteurs que nous n'avons pu étudier plus en détail au cours d'une exploration forcément préliminaire. Le fond est généralement constitué par une vase plus ou moins fluide ou molle, noirâtre, comprenant de très fins débris végétaux. Elle peut être sableuse, argilo-sablonneuse ou bien elle est franchement sablonneuse ou argileuse compacte. L'argile est grise, très tenace et semble constituer des bancs très importants.

Dans cet aperçu général nous n'entrerons pas dans des détails publiés d'ailleurs autre part (L. VAN MEEL, 1953). Il nous suffira de reproduire ici les conclusions de notre travail hydrobiologique au sujet du lac.

Du point de vue de la morphologie on peut conclure à une vaste zone d'inondation du fleuve Lualaba, « *Einschwemmungssee* » d'après les conceptions de VON RICHTHOFEN, ou à un lac du type asiatique d'après GAIL (1924).

Quant au climat, pour la répartition annuelle des températures moyennes, réduites au niveau de la mer, l'isotherme de 29,0 °C traverse la partie sud du lac Upemba.

Pour 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 25,0 °C et des minima de 6,0 °C (1930-1939) (A. VANDENPLAS).

L'indice de la région (F. BULTOT, 1950) est : $(Aw_5) S$ à cinq mois de saison sèche.

La pluie est comprise entre 1.000 et 1.200 mm. A VANDENPLAS (1934) a fait traverser le lac Upemba par l'isohyète de 1.000 mm.

En ce qui concerne la température de l'eau, l'amplitude observée au cours de notre séjour a été pour la surface : de 23,5 °C à 33 °C et près du fond : de 24 °C à 31 °C. La stratification y est directe. Dans la classification de FOREL-WHIPPLE, le lac Upemba serait donc un lac tropical de l'ordre 3, à circulation pratiquement continue au cours de l'année.

La couleur de l'eau est vert-jaune brunâtre correspondant aux n^{os} 11-12 de l'échelle de FOREL.

La composition chimique de l'eau tant en ce qui concerne les gaz dissous que les sels minéraux, a retenu toute notre attention. La concentration en oxygène présente des déficits assez rares, localisés. Près du fond, des sursaturations sont fréquentes. En surface : 115,0 à 328,8 % en moyenne; près du fond : 82,9 à 329,4 %. Les sursaturations sont en relation avec la production massive de nannoplancton, jusque plus ample information. Premier maximum en petite saison des pluies, second maximum en août, vers la fin de la saison sèche.

L'alcalinité monte en flèche depuis décembre jusqu'en août. Valeurs en surface et près du fond très voisines. En surface : 1,8 à 3,36 milliéquivalents CO_3 par litre; près du fond : 1,86 à 3,41 milliéquivalents CO_3 par litre.

L'acide carbonique libre présente un maximum au mois de mai en surface. Il est complètement absent dans les deux couches en février-mars. Production par dégradation de la matière organique au cours de sa descente vers le fond et les fermentations dans la vase.

Le cycle annuel du pH est subdivisé en quatre phases : successivement une phase alcaline (novembre-décembre : pH = 8,0), une phase neutre (janvier-février-mars : pH = 7,0-7,5), une phase acide (avril-mai-juin-juillet : pH = 6,4-7,4) et, enfin, une phase neutre avec tendance à l'alcalinisation (août : pH = 7,3-7,75).

Les teneurs en Ca^{++} sont moyennes : 20,60 à 42,23 mg litre.

La décalcification biologique a probablement lieu en phase alcaline aux mois de septembre-octobre-novembre-décembre. Le tampon est ici : $Ca(HCO_3)_2 : H_2CO_3$.

En ce qui concerne l'azote et le phosphore : en surface de 9,66 à 33,77 mg N_2O_5 ; au fond : 1,9 à 13,48 mg N_2O_5 ; en surface : 0,09 à 0,22 mg PO_4 par litre; au fond : 0,025 à 0,49 mg PO_4 par litre.

Nous avons essayé, au moyen d'analyses supplémentaires en ce qui concerne chlorures, sulfates, alcalins, de déterminer la classification chimique des eaux du lac : elles appartiennent sans aucun doute à la classe des eaux tri-ioniques du type calci-magnésique carbonaté.

Du point de vue biologique, en dehors de la faune supérieure, on note une faune benthique à Chironomides. L'eau est chargée de matières minérales en suspension. Le microplancton ne contient ni Diatomées, ni Desmidiées, mais

quelques F
nannoplan
d'eau au n
Il est comp
de diamètre
et de 62.000 à

En résu
et allochton
nutritives a

C'est un
E. NAUMAN
et sa tenda
baisses de
probables,
de plusieurs

Au poin
tes de Roti

quelques Protococcales comme *Pediastrum* et *Scenedesmus*. Au contraire, le nannoplancton est particulièrement important : de l'ordre de 297 cc par 100 l d'eau au mois de janvier, avec minima et maxima au cours du cycle annuel. Il est composé surtout de petites cellules circulaires de l'ordre de 2,9 à 4,3 μ de diamètre. D'après les mois et les stations, la densité du nannoplancton est de 62.000 à 3.420.000 cellules par cc d'eau.

En résumé, le lac Upemba est un lac à Chironomides, à vase autochtone et allochtone, riche en substances organiques. Argile en suspension. Matières nutritives abondantes.

C'est un lac du type eutrophe, variante eu-argilo-anorganotrophe, sensu E. NAUMANN-K. HÖLL; du type astatique par sa communication avec le fleuve et sa tendance à en subir les fluctuations. Changements périodiques, avec baisses de niveau considérables pouvant aller jusqu'à la mise à sec partielle, probables, assez rares cependant et ne se produisant qu'au cours de périodes de plusieurs années.

Au point de vue du zooplancton, on note Copépodes, quantités importantes de Rotifères et énormément de restes d'exuvies de Chironomides.