

# RÉPARTITION DES DIATOMÉES DANS LES SÉQUENCES LACUSTRES HOLOCÈNES AU NORD-EST DU LAC TCHAD

Premières observations et perspectives de recherche (\*)

SIMONE SERVANT

Section Géologie du Centre ORSTOM de Fort-Lamy

## RÉSUMÉ

L'étude de la répartition verticale quantitative des différentes espèces de Diatomées dans les dépôts de la cuvette tchadienne permet de distinguer deux épisodes lacustres au cours de l'Holocène.

Les variations de la fréquence des associations de Diatomées dans la colonne sédimentaire présentent une évolution qui se fait de la même manière en des points très éloignés et traduisent les fluctuations de l'extension lacustre au cours des deux épisodes.

Chaque épisode comprend trois stades successifs :

a. Le stade étang-marais, d'installation du lac, caractérisé par une association de Diatomées épiphytes ou benthiques, indiquant un milieu chaud, minéralisé, (*Campylodiscus*, *Anomoeoneis*).

b. Le stade lacustre franc, où les Diatomées d'eau douce à affinité planctonique prolifèrent (*Melosira*) avec les Cyclotelles dans la moitié inférieure, relayées dans la moitié supérieure par les *Stephanodiscus*.

c. Le stade régressif qui annonce l'assèchement est très défavorable aux Diatomées.

Les considérations paléocéologiques contribuent à l'interprétation paléogéographique de ces régions en précisant l'évolution des milieux qui se succèdent au cours de l'apparition, de l'extension et de la disparition des lacs.

## ABSTRACT

The study of the vertical and quantitative distribution of the different species of Diatoms in the deposits of the Chad Basin allows us to identify two lacustrine episodes during the Holocene period.

The variations in frequency of the Diatom's associations in the sedimentary column show an evolution which occurs in the same way in very distant places and express the fluctuations of the lacustrine extensions during the two episodes.

Each of these episodes is formed of three phases :

---

\* Une note apportant des résultats complémentaires sera publiée prochainement dans la revue de géographie physique et de géologie dynamique.

(1) Communication au VI<sup>e</sup> Congrès Panafricain de Préhistoire et d'Etude du Quaternaire. Dakar 1967.

a. The formation of limnic conditions, characterised by an association of benthic and epiphytic Diatoms, indicates a hot and highly mineralized biotope (*Campylodiscus*, *Anomoeoneis*).

b. The authentic lacustrine phase where planktonic Diatoms proliferate (*Melosira*) and relieve one another (*Cyclotella*, *Stephanodiscus*).

c. A regressive phase which indicates the drying up, is very unfavorable to the Diatoms.

The paleoecologic data contribute to define the paleogeography of these regions by specifying the evolution of the successive biotopes during the beginning, the extension and the disappearing of the lakes.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Untersuchung der senkrechten, mengenmässigen Verteilung der verschiedenen Sorten von Diatomeen in den Ablagerungen des Tschadbeckens ermöglicht es, zwei Zeiten der Seebildung im Laufe des Holozän herauszustellen.

Die Schwankungen in der Häufigkeit der Zusammensetzung der Diatomeen in der Ablagerungssäule stellen eine Entwicklung dar, welche in der gleichen Art an sehr weit von einander entfernten Punkten erfolgt ist, und die Schwankungen der Seenausdehnung während dieser beiden Zeiten wiedergibt.

Jede dieser Zeiten umfasst drei aufeinanderfolgende Stadien :

a. Das Teich- und Moorstadium, die Ausbildung des Sees, gekennzeichnet durch eine Verbindung von epiphytischen oder benthalen Diatomeen, welche auf ein warmes, mineralhaltiges Milieu hinweisen (*Campylodiscus*, *Anomoeoneis*).

b. Das eigentliche Seestadium, in dem die Diatomeen des Süßwassers mit einer Affinität für Plankton stark auftreten (*Melosira*) mit *Cyclotella* in der unteren Hälfte, die durch *Stephanodiscus* in der oberen Hälfte abgelöst werden.

c. Das Stadium der Rückbildung, welche die Trockenheit anzeigt und für die Diatomeen sehr ungünstig ist.

Die paleoökologischen Betrachtungen sind ein Beitrag für die paleogeographische Auslegung dieser Regionen, dadurch, dass sie die Entwicklung der Milieus angeben, welche sich beim Auftreten, bei der Ausdehnung und beim Verschwinden der Seen nacheinander ausbilden.

#### РЕЗЮМЕ

Исследование количественного вертикального распределения различных видов диатомей в отложениях чадского бассейна позволило определить два озерных эпизода, имевших место в течении голоцена.

Вариации частоты диатомовых ассоциаций в осадках по вертикали соответствуют эволюции происходящей аналогично в весьма отдаленных друг от друга пунктах и отражают колебания озерного распространения в течении этих двух эпизодов.

В каждом из них наблюдаются три последовательные стадии :

a. — стадия пруда-болота, — размещения озера, отличающаяся ассоциацией эпифитных и бентосных диатомей, свидетельствующих о теплой, минерализованной среде (*Campylodiscus*, *Anomoeoneis*).

б. — Настоящая озерная стадия, во время которой размножаются пресноводные диатомей, сродные планктонным (*Melosira*), с циклотеллами в нижней половине и представителями *Stephanodiscus* — в верхней.

в. — регрессивная стадия, предшествующая высыханию, весьма неблагоприятная для диатомей. Ориентируясь палеоэкологическими соображениями, можно дать палеогеографическое истолкование этих областей, уточняя черты эволюции чередующихся сред в течении возникновения, распространения и исчезновения озер.

## INTRODUCTION

Plusieurs extensions lacustres de plus ou moins grande ampleur ont eu lieu au Tchad pendant l'Holocène : les phases transgressives principales se situent, la première vers 12 000 ou 10 000 ans, la seconde vers 7 000 ans avant nos jours ; une troisième pulsation s'est manifestée vers 3 200 ans BP (SERVANT, 1967) mais elle n'est décelable que dans les zones les plus basses et elle n'intéresse pas la région étudiée ici. Les plus hautes lignes de rivage identifiées actuellement ont atteint la cote 230 m vers 5 400 ans BP (SCHNEIDER, 1967). A cette époque, la profondeur maximale du lac pouvait être de 150 m dans la partie nord de la cuvette tchadienne (altitude 170 m environ au sud-ouest de Largeau) mais elle n'excédait pas 30 à 50 m dans le Kanem, aux abords du lac actuel.

Les fleuves qui se jetaient dans les lacs holocènes ont mis en place de puissants corps deltaïques sablo-argileux au sud du 13° parallèle (PIAS, 1967) et au nord-est du lac Tchad les étendues lacustres ont déposé, dans les dépressions d'un ancien modelé dunaire (erg du Kanem), des vases silteuses, argileuses ou calcaires à Diatomées. Parfois, l'abondance de ces algues est telle que l'on se trouve en présence de véritables diatomites. Ces dépôts interdunaires (*série de Labdé*) atteignent 10 à 15 m d'épaisseur et ils ont fait l'objet d'une lithostratigraphie détaillée. Ils comprennent deux cycles sédimentaires superposés que sépare parfois une couche de sable éolien. Au sommet du cycle inférieur, on a observé des figures de remaniement et de dessiccation ou d'anciennes tubulures de radicelles qui témoignent d'une phase d'assèchement.

On peut supposer que l'histoire complexe des lacs holocènes a pu entraîner des variations écologiques importantes que les Diatomées, très sensibles aux modifications du milieu où elles vivent, ont certainement enregistrées. Le but de la présente communication est de montrer que ces changements écologiques ont eu lieu, et surtout qu'il est possible, dans certains cas, d'en préciser la nature. Seuls les sédiments déposés dans les interdunes du Kanem sont étudiés ; les dépôts deltaïques du sud et les diatomites qui se sont mises en place au nord du 16° parallèle dans les zones basses du Tchad ne seront pas abordés ici.

Nos observations intéressent huit coupes réparties sur 30 000 km<sup>2</sup> environ ; ces coupes jalonnent deux itinéraires, l'un NW-SE passe par Kechiré dans le Manga, Labdé, Tjéri et Ariakarné, le second SW-NE passe par Zanaba, Kamala et Mara.

## MÉTHODES DE TRAVAIL

Sur le terrain, toutes les couches nettement individualisées ont fait l'objet d'un prélèvement au moins. Les échantillons sont traités par les méthodes habituelles pour isoler les Diatomées.

Les trois paramètres suivants ont été étudiés :

- teneurs du sédiment en Diatomées,
- variations quantitatives des associations de genres,
- variations qualitatives des principales espèces.

On travaille toujours sur le même poids de sédiment (300 mg), le résidu obtenu après les attaques chimiques est dilué dans un volume connu d'eau distillée. La quantité de Diatomées présentes dans ce résidu est évaluée par comptage des cellules au microscope inversé selon la méthode employée par les hydrobiologistes pour apprécier une biomasse planctonique dans un prélèvement d'eau. Par cette méthode on a déterminé qu'une diatomite typique, où les algues siliceuses représentent près de 100 % de la masse totale, contient  $15 \times 10^7$  Diatomées dans un poids de 300 mg. En utilisant cette valeur comme référence, on peut calculer le pourcentage de Diatomées dans une roche quelconque.

Les Diatomées sont ensuite montées entre lames et lamelles et les genres déterminés et comptés au microscope ordinaire. Il est nécessaire de travailler sur plusieurs montages et d'étudier une population de 500 individus au moins pour obtenir une appréciation quantitative valable de la fréquence de chaque genre par rapport à l'ensemble de la flore.

## CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE L'ÉVOLUTION DES DIATOMÉES

Après avoir étudié toutes les coupes déjà citées, il est apparu que partout, sauf dans les séries presque azoïques du Haut-Manga, les associations de Diatomées varient verticalement de manière comparable. Les conditions paléoécologiques ont donc évolué dans le temps mais elles n'ont pas présenté de différenciations régionales très marquées. Ce fait, qui nous est apparu progressivement, nous permet ici de limiter les exemples choisis à deux séries représentatives qui sont éloignées de plus de 200 km : celle de Labdé à l'ouest, et celle d'Aria Karné à l'est.

## LES ASSOCIATIONS DE DIATOMÉES DANS LE PREMIER CYCLE LACUSTRE

Les variations verticales des Diatomées enregistrent 3 étapes dans l'évolution du milieu (tableaux I et II) :

TABLEAU I

Répartition qualitative des principales espèces de Diatomées et des Phytolithaires dans la série lacustre d'Aria-Karné

		Diatomées		Lithostratigraphie																			
				<i>Campylodiscus clypeus</i> Ehr.	<i>Navicula oblonga</i> Kütz	<i>Anomooneis sphaerophora</i> Kütz	<i>Navicula molestiformis</i> Hust.	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch)	<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.	<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehr.) O. MULL.	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. MULL.	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz	<i>Cyclotella ocellata</i> Pant.	<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs.	<i>Melosira italica</i> (Ehr.) Kütz.	<i>Fragilaria construens</i> Ehr. Grun.	<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.	<i>Stephanodiscus astrea</i> (Ehr.) Grun.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Coscinodiscus</i> sp.	Phytolithaires		
Cycle 2	c'	Couches terminales	23																				
		b'	Masse argilo-diatomiteuse	21																			
	20																						
	19																						
	18																						
17																							
a'	Couches de base	16	x	x			x	x			x	x			x								
Cycle 1	c	Couches en creux	15																				
			14																				
	b	Couches argilo-diatomiteuses	13											x	x								
			12											x	x	x	x	x					
	a	Couches de base	couches inférieures	11	x	x	x	x															
10																							
9																							

TABLEAU II

Répartition qualitative des principales espèces de Diatomées  
dans la série lacustre de Labdé

Diatomées		Lithostratigraphie		Espèces de Diatomées																					
				<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Kütz)	<i>Epithemia argus</i> Kütz	<i>Mastoglia elliptica</i> Agardh.	<i>Anomoeoneis vitrea</i>	<i>Navicula obsoleta</i> Choln.	<i>Amphora ovalis</i> Kütz	<i>Cocconeis diminuta</i> Pant.	<i>Cymbella microcephala</i> Grun.	<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.	<i>Denticula</i> sp.	<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehr.) O. MULL.	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. MULL.	<i>Cyclotella ocellata</i> Pant.	<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs	<i>Melosira italica</i> (Ehr.) Kütz	<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grun.	<i>Fragilaria pinnata</i> (Ehr.)	<i>Stephanodiscus astrea</i> (Ehr.) Grun.	<i>Nitzschia</i> sp.			
Cycle 2	c'	Couches terminales																							
		b'	Masse argilo-diatomiteuse	98																					
	97																								
	96																								
	95																								
	94																								
	93																								
	92																								
	91																								
	a'	Couches de base		90																					
Cycle 1	c	Couches en creux		89																					
		b	Couches argilo-diatomiteuses	88																					
	87																								
	86																								
	85																								
	a	Couches de base	84																						
83			x	x																					

a. L'installation des conditions limniques dans l'ancien paysage dunaire, en même temps qu'elle dépose des sédiments surtout calcaires, permet le développement de Diatomées épiphytes ou benthiques : *Anomoeoneis sphaerophora*, *Nitzschia amphibia* et *Rhopalodia gibberula* que l'on rencontre à la base de toutes les séries. D'autres formes ont une répartition géographique moindre et n'ont été observées que dans une coupe ou deux : *Cocconeis diminuta*, *Amphora ovalis* à Labdé, *Navicula oblonga* à Aria-Karné et Zanaba.

*Anomoeoneis sphaerophora* et *Rhopalodia gibberula* sont, d'après les auteurs, liées de préférence à des eaux fortement minéralisées. L'association *A. sphaerophora* et *Nitzschia amphibia* a été signalée dans un lac saharien natroné, le lac Yoan situé dans le nord du Tchad (LÉONARD et COMPÈRE, 1967). Par ailleurs, *Navicula oblonga* n'a été rencontrée fréquemment que dans des pays chauds, cette forme fournit ainsi une première indication sur la paléotempérature.

Une étude fine des couches qui se situent à la base de la formation peut faire apparaître une évolution verticale de la flore benthique ou épiphyte. A Aria-Karné sur 1 mètre d'épaisseur, *A. sphaerophora* est remplacée par *N. oblonga* qui disparaît ensuite au profit de *Navicula molestiformis*. De même, *Rhopalodia gibberula* est relayée par *Rhopalodia gibba* qui passe pour être une forme d'eau moins minéralisée.

Les conditions paléocéologiques peuvent donc se modifier au début d'une période lacustre dans un milieu peu profond où dominent toujours les Diatomées épiphytes ou benthiques.

*b.* Les formes précédentes disparaissent ensuite brutalement. Le milieu est alors colonisé par les *Melosira* et les *Fragilaria*. Avec la multiplication de ces Diatomées à affinités planctoniques, apparaissent des conditions franchement lacustres.

*c.* Enfin, dans les couches du sommet où la texture devient progressivement plus sableuse, les Diatomées disparaissent presque complètement. Elles constituent alors moins de 1 % du sédiment. Les cellules sont toujours brisées et semblent remaniées du niveau précédent. Par contre, on observe et parfois en abondance comme à Zanaba, des Phytolithaires dont le type dominant : *Lithomesites clepsammidium* (Ehr.) Defl, a été rencontré encore en place dans les tissus. Ce fait montre que les conditions lacustres sont en régression et que le fond des interdunes est colonisé par des végétaux supérieurs, comme les Graminées. La disparition rapide des Diatomées en fin de cycle ne peut pas être expliquée pour l'instant. On aurait pu s'attendre à rencontrer des formes adaptées à un milieu regressif mais ce n'est pas le cas.

#### LES ASSOCIATIONS DE DIATOMÉES DANS LE DEUXIÈME CYCLE LACUSTRE

On retrouve une évolution en trois étapes :

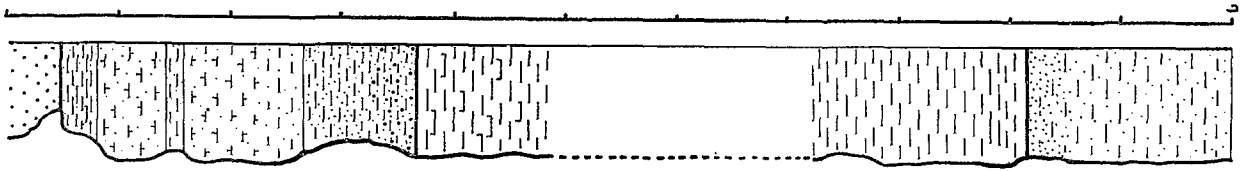
*a.* Dans la coupe de Aria-Karné, les Diatomées benthiques ou épiphytes déjà identifiées à la base du premier cycle (*Campylodiscus clypeus*, *Navicula oblonga*, *Rhopalodia gibba*, *Nitzschia amphibia*) réapparaissent au-dessus des couches à Phytolithaires. Un milieu limnique minéralisé s'installe à nouveau au fond des interdunes (tabl. 3).

A Labdé, on observe bien au-dessus d'un sable éolien une récurrence des Diatomées épiphytes, mais représentées ici par des espèces nouvelles par rapport au cycle 1. Ce sont : *Cymbella microcephala*, *Mastoglia elliptica*, *Denticula* sp. qui ont été signalées dans des milieux très calcaires (GERMAIN, 1936), il n'est donc pas surprenant que nous les rencontrions dans une couche qui est précisément très riche en  $\text{CaCO}_3$  (tabl. 4). Une autre forme est à signaler : *Navicula obsoleta* qui d'après CHOLNOKY 1967, est une espèce tropicale.

Le deuxième épisode lacustre de l'Holocène, comme le premier, a donc développé tout d'abord des marais ou des étangs dont les eaux, minéralisées, pouvaient présenter des propriétés écologiques variables d'un point à un autre (calcaires à Labdé, natronées (?) à Aria-Karné). Mais le stade étang-marais n'a pas subsisté longtemps ; en effet, les Diatomées épiphytes disparaissent très vite et restent localisées à une couche qui n'excède pas quelques centimètres d'épaisseur.

*b.* La partie moyenne du deuxième cycle comprend 5 à 8 mètres d'argiles diatomiteuses, de couleur sombre à la base mais de plus en plus claires vers le sommet. Les teneurs en  $\text{CaCO}_3$  sont toujours faibles.

Dans ces couches seules les Diatomées planctoniques sont largement prépondérantes : *Melosira* et *Fragilaria* peuvent constituer jusqu'à 80 % de la flore. En lame mince, elles se présentent en longues chaînes déposées parallèlement à la stratification, ce qui indique un milieu de dépôt très calme. A côté de ces formes dominantes existent : *Cyclotella ocellata* dans la moitié inférieure des argiles diatomiteuses, *Stephanodiscus astrea* dans la moitié supérieure ; s'y ajoute une flore accessoire, assez variée à la base, qui s'appauvrit vers le sommet au moment où les *Stephanodiscus* commencent à prendre le relai des *Cyclotella*.



← Cycle 1
Cycle 2 →

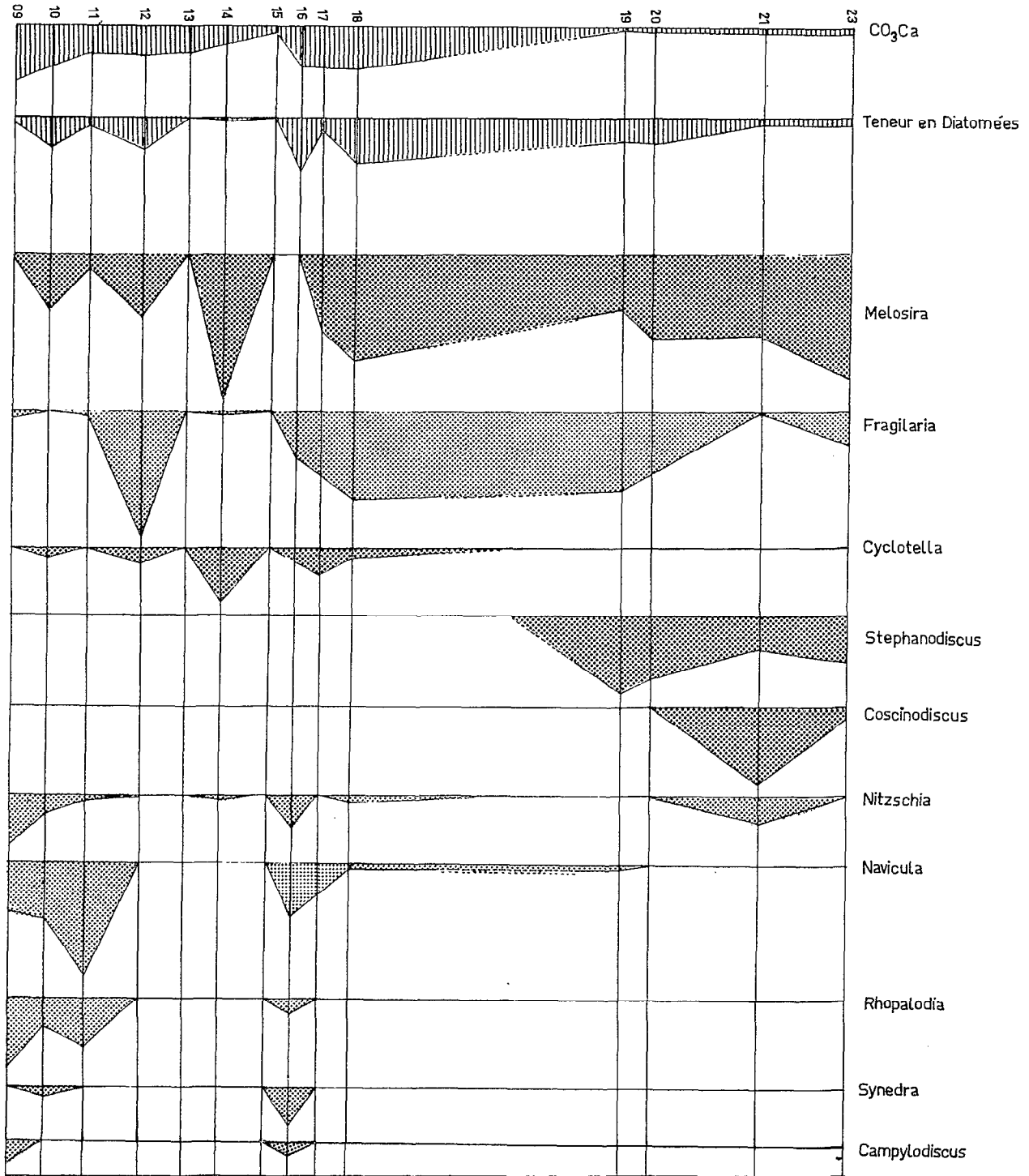


TABLEAU III. — *Arita-Karné*

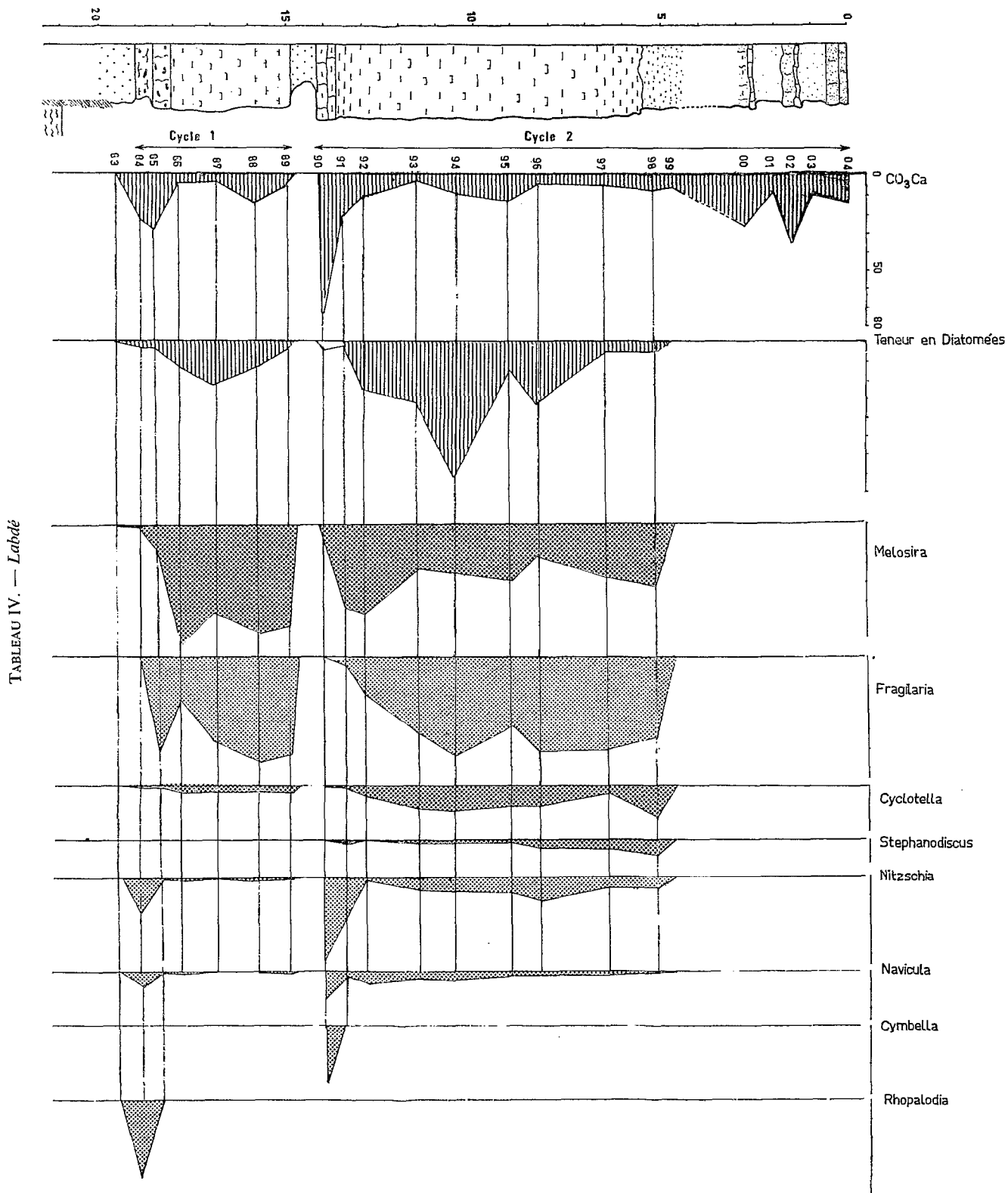


TABLEAU IV. — Labdè



On discerne une nette évolution des associations de Diatomées dans le stade franchement lacustre du cycle 2. Mais ce fait est actuellement difficile à traduire en termes écologiques. L'apparition de *Cyclotella* dans un lac qui s'installe et sa disparition ensuite au profit de *Stephanodiscus* n'est pas un phénomène particulier aux formations étudiées ici. En effet A. EHRLICH l'a identifié dans des séries lacustres de France (communication orale), (tableaux 3 et 4).

c. Le deuxième cycle se termine par des couches surtout limoneuses plus ou moins argilo-sableuses, où existent parfois des tufs à *Phragmites* et des horizons calcaires. Ce changement lithologique s'accompagne d'une rapide diminution de fréquence des Diatomées. A Labdé ces dernières disparaissent complètement ; à Aria-Karné, subsistent des cellules érodées ou brisées peu nombreuses et probablement remaniées, cependant on observe une forme qui n'existait pas dans les couches sous-jacentes : *Coscinodiscus* sp ; ce genre est très rare dans les sédiments lacustres. Les Phytolithaires existent parfois mais ils ne sont jamais abondants.

## CONCLUSIONS

Deux cycles sédimentaires superposés ont été individualisés dans la « série de Labdé » : l'étude des Diatomées montre bien que ces deux cycles correspondent à deux épisodes lacustres successifs que sépare une phase de régression généralisée.

Les régions Nord-Est du Lac Tchad, quand elles ont été envahies par les lacs holocènes, formaient malgré leur étendue une province paléoécologique assez homogène puisque les associations de Diatomées évoluent verticalement de manière parallèle en des points éloignés.

Il n'y a pas de différence fondamentale entre les deux lacustres holocènes : ils se développent l'un et l'autre en trois stades successifs :

« *Le stade étang - marais* » exprime l'installation des conditions limniques après une période sèche ; il est caractérisé par une association très complexe de Diatomées épiphytes ou benthiques qui signalent une faible épaisseur de la tranche d'eau. Le milieu était alors chaud, probablement tropical, et surtout fortement minéralisé. A cette époque, les Diatomées ne se multipliaient pas de manière intensive, leur teneur dans les sédiments n'atteint pas des pourcentages élevés mais elle est en fait très variable d'une coupe à une autre.

« *Le stade lacustre franc* » est défini par la prédominance des formes d'eau douce à affinité planctonique ; les espèces épiphytes n'existent plus. Les Diatomées se sont développées très abondamment et elles peuvent participer de manière prépondérante à la composition du sédiment.

« *Le stade régressif* » est très défavorable aux Diatomées mais il peut permettre le développement des végétaux à Phytolithaires. La flore planctonique subsiste mais elle est certainement remaniée.

Ces différents stades sont très inégalement développés dans l'un ou l'autre des deux épisodes lacustres successifs :

— dans le premier épisode, « le stade étang - marais » s'est prolongé assez longtemps pour que l'on puisse parfois y discerner le détail d'une évolution continue orientée vers une moindre minéralisation. Par contre, le développement des Diatomées planctoniques semble avoir été de courte durée.

— dans le deuxième épisode, les associations de Diatomées épiphytes ne se sont installées que de manière éphémère et restent localisées à une couche très peu épaisse (moins de 10 cm). Elles disparaissent rapidement au profit des formes planctoniques : « le stade lacustre franc » a probablement duré plusieurs millénaires si l'on en juge par l'épaisseur des sédiments. Bien plus, on y discerne une évolution très nette qui comprend deux étapes : la première est caractérisée par *Cyclotella*, la deuxième par *Stephanodiscus*.

Les informations que livrent les Diatomées seront confrontées dans une note en préparation, avec des études entreprises sur la géochimie des sédiments et sur les associations d'Ostracodes. Il sera alors

possible d'interpréter, du point de vue géologique, les faits qui viennent d'être exposés. Les perspectives qui se dégagent actuellement, intéressent en particulier le cycle de la silice et celui des sels minéraux dans un bassin fermé.

Les Diatomées montrent que « l'ingression lacustre » dans le paysage dunaire développe, après une période sèche, des milieux minéralisés. Les sels ont pu être dilués quand la profondeur de l'eau s'est accrue et seul le  $\text{CaCO}_3$  déjà déposé a pu subsister dans les sédiments : cela explique que les algues épiphytes soient liées, dans les séries étudiées, aux couches les plus franchement calcaires. Il est difficile de penser que les sels minéraux puissent provenir du paysage environnant exclusivement sableux, aussi faut-il leur attribuer une origine plus lointaine ; ils ont pu être véhiculés par une nappe phréatique qui devient affleurante au fond des interdunes pendant le « stade étang - marais ».

La fixation maximale de la silice par les Diatomées coïncide avec les phases de plus grandes extensions lacustres. Les apports de silice ont dû être considérables et constamment renouvelés dans le bassin à cette époque. Cela pose le problème de la signification du faciès diatomite abondamment développé en Afrique au cours de la période holocène, dans les zones actuellement sèches ou arides (FAURE, 1967).

*Manuscrit déposé le 25 mai 1970*

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALEEM (A.A.), MANGUIN (E.), 1951. — Dépôt d'une diatomite récente dans la province du Fayoum (Egypte). *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 233, pp. 1647-1649.
- AMOSSE (A.), 1906. — Diatomées du Tibesti et du Djourab. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 142, 10 p., 8 fig.
- AMOSSE (A.), 1924. — Diatomées de la côte orientale d'Afrique. *Bull. Mus. Hist. nat. Paris*, n° 1, pp. 1-31.
- AMOSSE (A.), 1925. — Contribution à la flore diatomique de Madagascar. *Bull. Mus. Hist. nat. Paris*, n° 31, pp. 213-217.
- AMOSSE (A.), 1935. — Note sur un dépôt de Diatomées provenant de la région nord du Niger. *Bull. Mus. Hist. nat. Paris*, t. 7, 2° sér., n° 4, pp. 275-278.
- ARCHIBALD (R.E.M.), 1966. — Some new and rare Diatoms from south Africa. *Nova Hedwigia*. Band 21, pp. 253-269, 64 fig., bibliogr.
- BOURRELLY (P.), MANGUIN (E.), 1949. — Contribution à l'étude de la flore algale d'eau douce de Madagascar. Le lac de Tsimbazaza. *Mém. Inst. sci. Madagascar*, t. 2, sér. B, fasc. 2, pp. 161-200, 7 pl.
- CHOLNOKY (B.J.), 1953. — Studien zur Ökologie der Diatomeen eines eutrophen subtropischen Gewässers. *Ber. dtsh. bot. Gesellsch.*, t. 66, pp. 346-355, 16 fig.
- CHOLNOKY (B.J.), 1960. — Diatomeen aus einem Teiche am Mt. Kenya in Mittelfrika. *Osterr. Bot. Z.*, t. 207, h. 4, pp. 351-365.
- CHOLNOKY (B.J.), 1960. — Beiträge zur Kenntnis der Ökologie der Diatomeen in dem Swartkops-Blache nahe Port Elisabeth (Südost-Kaapland). *Hydrobiologia*, vol. 16, n° 3, pp. 229-287, 52 fig., bibliogr.
- CHOLNOKY (B.J.), CLAUSS (G.), 1961. — Beiträge zur Kenntnis der Algenflora und der Ökologie der Diatomeen in dem Wemmershoek-Dam nahe Kapstadt. *Osterr. bot. Z.*, b. 108, h. 4-5, pp. 325-350.
- CHOLNOKY (B.J.), 1962 a. — Ein Beitrag zur der Ökologie der Diatomeen in dem englischen Protktorat Swaziland. *Hydrobiologia*, vol. 20, n° 4, pp. 309-355, 46 fig., 3 tabl., bibliogr.
- CHOLNOKY (B.J.), 1962 b. — Beiträge zur Kenntnis der Ökologie der Diatomeen in Ost-Transvaal. *Hydrobiologia*, vol. 19, n° 1, 25 fig., pp. 57-128, bibliogr.
- CHOLNOKY (B.J.), 1962 c. — Beiträge zur Kenntnis der Südadrikanischen Diatomeenflora. III. Diatomeen aus der Kaap-Provinz. *Rev. Biol.*, vol. 3, n° 1, pp. 1-80, 2 pl., bibliogr.
- CHOLNOKY (B.J.), 1963. — Beiträge zur Kenntnis der Ökologie der Diatomeen des Swakop-Flusses in Sudwest Africa. *Rev. Biol.*, vol. 3, n° 2-4, pp. 233-259, 2 tabl.
- CHOLNOKY (B.J.), 1963 a. — Beiträge zur Kenntnis des marinen litorals von Südafrika. *Bol. mar.*, vol. 5, fasc. 2-3 pp. 38-83, 113 fig.
- CHOLNOKY (B.J.), 1963 b. — Ein Beitrag zur Kenntnis der Diatomeen flora von Holländisch-Neuguinea. *Nova Hedwigia*. b. 5, pp. 157-198, 3 tabl., bibliogr.

- CHOLNOKY (B.J.), 1964 *b.* — Die Diatomeen einiger Gewässer der Ruwenzori-Gebirge in Zentralafrika. *Nova Hedwigia*, b. 8, pp. 55-101, 4 tabl., bibliogr.
- CHOLNOKY (B.J.), 1965. — Über die Ökologie der Diatomeen des Goedereverwachting-Teiches und des Chrissie-Sees in Osttransvaal. *Arch. Hydrobiol.*, b. 61, h. 1, pp. 63-85, 38 fig., 1 tabl., bibliogr.
- CHOLNOKY (B.J.), 1966 *a.* — Die Diatomeen im Unterlaufe des Okowango-Flusses. in *Diatomaceae*. *Nova Hedwigia*, h. 21, pp. 1-120, 203 fig., bibliogr.
- CHOLNOKY (B.J.), 1966 *b.* — Diatomeenassoziationen aus einigen Quellen in Südwest Afrika und Bechuanaland. *Nova Hedwigia*, B. 21, pp. 163-244, 122 fig., bibliogr.
- CHOLNOKY (B.J.), 1966 *c.* — Über die Diatomeen des Stausses einer Golgrube nahe Welkom in Südafrika. *Rev. alg.* n° 2, pp. 160-171, 18 fig.
- DEFLANDRE (G.), 1962. — Analyse microscopique de la diatomite du Rio Punaqué. *Extr. de Belgbeder, Trav. Mém. Inst. Dtes. Et. Amer. lat.*, pp. 222-223.
- DEFLANDRE (G.), 1963. — Les phytolithaires (Ehrenberg) - Nature et signification micropaléontologique, pédologique et géologique. *Protoplasma*, b. LVIII, t. 1-4, pp. 234(259, 2 pl., bibliogr.
- ERLANDSON (S.), 1928. — Diatomeen aus Afrika. *Svensk. bot. T.*, t. 22, n° 3, pp. 449-461, 1 fig., bibliogr.
- ERLANDSON (S.), 1938. — Fresh Water Diatoms from South Africa. *Svenk. bot. Not.*, pp. 171-182, 1 fig.
- EVANS (J.H.), 1962. — The distribution of Phytoplankton in some Central East African Waters. *Hydrobiologia*, vol. 19, pp. 299-315, 8 fig.
- FAURE (H.), MANGUIN (E.), NYDAL (R.), 1963. — Formations lacustres du Quaternaire supérieur du Niger oriental : diatomites et âges absolus. *Bull. BRGM*, n° 3, pp. 41-63, 3 fig., bibliogr.
- FAURE (H.), 1967. — Lacs quaternaires du Sahara. Note présentée à l'International Symposium of Paléolimnology, Tihany, août, 13 p., 3 fig.
- GERMAIN (H.), 1936. — Les lieux de développement et de multiplication des Diatomées d'eau douce. Contribution à l'Ecologie des Diatomées. *Bull. Soc. Sci. nat. ouest.*, Nantes, t. 6, sér. 5, 200 p., 18 pl., bibliogr.
- GIFFEN (M.H.), 1963. — Contribution to the Diatoms of South Africa. I. Diatoms on the estuaries on the Eastern Cape province. *Hydrobiologia*, vol. 21, t. 3-4, pp. 201-265, 110 fig.
- GIFFEN (M.H.), 1966. — Contributions to the diatoms Flora of Southern Africa. II. Diatoms from Hogs Region of Amatola Mountains Eastern Cape Province, South Africa. In *Diatomaceae I*. *Nova Hedwigia*, 4. 21, pp. 123-150, 95 fig.
- GIGOT-PINARD (C.), 1966. — Formations récentes du Tchad. Etude systématique des Diatomées. *Bur. Rech. Géol. Min. Dept. Géol. Labor. Micropal. Et. n° 66/8*, Paris, 31 p. multigr., 2 pl., 2 c. H.T.
- GUERMEUR (P.), 1954. — Diatomées de l'AOF (Première liste : Sénégal). *Inst. fr. Afr. Noire*, Catalogue 12, IFAN-DAKAR, 137 p., 24 pl., bibliogr.
- GUTWINSKY (R.), CHMIELAWSKY (Z.), 1906. — Contribution à l'étude des algues du Cameroun. *Ann. Biol. lac.*, t. 1, pp. 168-179, 5 fig.
- HARRISON (A.), KELLER (P.), DIMOVIC (C.), 1960. — Ecological studies on Olifanstsvlei, near Johannesburg. *Hydrobiologia*, vol. 15, n° 1-2, pp. 89-134, 4 fig., 19 tabl.
- HUSTEDT (F.), 1910. — Beitrag zur Algenflora von Afrika. Bacillariales aus Dahome. *Arch. Hydrobiol.*, b. 5, pp. 365-386, 13 fig.
- HUSTEDT (F.), 1930. — Bacillariophyta (Diatomeae) in A. Pascher, « Die süßwasser-Flora Mitteleuropas ». *G. Fischer Jena*, h. 10, 466 p. 875 fig.
- HUSTEDT (F.), 1949. — Süßwasser Diatomeen aus dem Albert National park in Belgisch Kongo. Explorative van het Nationaal Albert Park. Zending H. Damas, (1935-1936). *Inst. Park. nat. Belg. Congo*, Brüssel., fasc. 8, 199 p. 16 t.
- JUSE (A.), 1966. — Diatomeen in Seesedimenten. *Arch. Hydrobiol. Dtsch.*, n° 3, 32 p., 2 fig., 4 pl. H.T., (Res. fr.).
- KOLBE (R.W.), 1927. — Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser Diatomeen. *Planz.forsch.*, t. 7, pp. 1-146.
- KOLBE (R.W.), 1932. — Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. *Ergebn. Biol.* Berlin, t. 8, pp. 221-348.
- KUFFERATH (H.), 1956. — Exploration hydrobiologique du lac Tanganika (1946-1947). *Inst. R. Sci. nat. Belg.*, vol. 4, fasc. 3, pp. 1-74, 7 pl.
- LEONARD (J.), COMPÈRE (P.), 1967. — « Spirulina platensis » (Gom). Geitl., algue bleue de grande valeur alimentaire par sa richesse en protéines. *Bull. nat. Plantentium*, Belg., t. 1, n° 37, Suppl. 23 p., 5 fig., bibliogr.
- LOHMAN (K.E.), 1964. — Stratigraphic and paleoecologic significance of the mesozoic and cenozoic diatoms of California and Nevada. Palynology in oil exploration, (Symposium, San Francisco, California, March 1962). *Soc. Econ. Paleonto. Minesculo.*, Special public. n° 11, Tulsa, Oklahoma, pp. 58-64, 2 tabl., bibliogr.

- MANGUIN (E.), 1949. — Contribution à la connaissance des Diatomées des dépôts lacustres de l'Ankaratra. *Ann. géol. Serv. Mines Madagascar*, n° 18, pp. 79-103, 4 pl.
- MANGUIN (E.), 1952. — Les Diatomées fossiles du bassin thermominéral d'Antsirabé (Ranomafana II). Introduction de A. LENOBLE. *Mém. Inst. sci. Madagascar*, sér. B., t. 4, fasc. 1, pp. 1-57.
- MANGUIN (E.), 1958. — Diatomées du Borkou et du Tibesti. Mission botanique au Tibesti par P. QUEZEL. *Inst. Rech. sahar.* Mém. n° 4, Université d'Alger, pp. 23-26.
- MILLS (F.W.), 1932. — Some Diatoms from Warri South Nigeria. *J.R. micr. Soc.*, vol. 3, sér. 3, pp. 383-389.
- MULLER (O.), 1899. — Bacillariaceen aus den Natronthalern von El Kab (Ober-Aegypten). *Hedwigia*, t. 38, pp. 274-321, 3 tabl.
- MULLER (O.), 1904. — Beiträge zur Flora von Afrika. VII Bacillariaceen aus dem Nyassalande und einigen benachbarten Gebieten. *Bot. Jb.*, n° 34, pp. 256-301, 4 fig., 2 pl.
- PETIT (P.), COURTET (H.), 1906. — Les sédiments à Diatomées de la région du Tchad. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 142, pp. 668-669.
- REINHOLD (T.H.), 1937-1938. — La flore fossile à Diatomées de Moliro. (Lac Tanganika, Katanga). *Mém. Soc. géol. Belg.*, t. 61, fasc. 1, pp. 39-47, 3 pl.
- RICHARDSON (J.L.), 1966. — Changes in level of Lake Naivasha, Kenya, during Postglacial Times. *Nature*, vol. 209, n° 5020, pp. 290-291.
- ROGERS (A.W.), 1947. — Diatomaceous deposits in the Union of South Africa with spécial référence to Kieselguhr. Part. 2 : The diatoms flora. *Dept. Min. géol. Surv. Mém.* n° 4, Prétoria, pp. 185-242, 6 pl.
- ROUND (F.E.), 1961 a. — Some Algae from the Ennedi Mountains of French Equatorial Africa. *J.R. Micr. Soc.* vol. 80, pt 1, pp. 59-79, 4 pl.
- ROUND (F.E.), 1964. — The diatom sequence in lake deposits : some problems of interpretation. *Assoc. internation. Limnol. théor. Appl. Trav.*, vol. 15, part. 2, Stuttgart, pp. 1013-1020, 2 tabl., 1 pl.
- SCHNEIDER (J.L.), 1967. — Evolution du dernier lacustre et peuplements préhistoriques aux Pays Bas du Tchad. *Bull. Ass. Sénégal. Et. Suatern. ouest afric.* n° 14-15, huin, pp. 18-23.
- SERVANT (M.), 1967. — Nouvelles données stratigraphiques sur le Quaternaire supérieur et récent au nord-est du lac Tchad (sous presse). *Actes Congr. panafric. Dakar*.
- VAN ZINDEREN BAKKER (E.M.), 1966. — Paleocology of Africa. *Ed. A.A. Balkema*. Cape Town, Amsterdam. vol. 1, 270 p.
- VAN MEEL (L.), 1954. — Le phytoplancton. B. Atlas. (Exploration hydrobiologique du lac Tanganika). *Inst. R. Sci. nat. Belgique*. vol. 4, fasc. 1, 126 pl.
- WALTON SMITH (F.G.), WILLIAMS (R.H.), DAVIS (C.C.), 1950. — An ecological survey of the subtropical inschore waters adjacent to Miami. *Ecology*, vol. 31, p. 31, pp. 119-145, 13 tabl., 7 fig.
- WEST (W.) F.L.S., WEST (G.S.) A.R.C.S., 1966. — Algae from Central Africa. *J. Bot. brit. Foreigner*. Ed. J. BRITTEN. vol. 34, pp. 377-384, 1 pl.
- WOODHEAD (N.), TWEED (R.D.), 1958. — A check list of Tropical West African Algae (Fresch and Brackish-Water). *Hydrobiologia*, vol. 2, n° 3-4, pp. 899-396.
- WOODHEAD (N.), TWEED (R.D.), 1960. — A second check-list of Tropical West African Algae. *Hydrobiologia*, vol. 15, n° 3 pp. 225-286, bibliogr.