

Les variations architecturales des microfaunes du lac de Tunis : relations avec l'environnement

Lac de Tunis
Ostracodes
Foraminifères
Morphologie
Environnement

Lac de Tunis
Ostracods
Foraminiferas
Morphology
Environment

P. Carbonel, M. Pujos

Département de Géologie et Océanographie, Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine,
avenue des Facultés, 33405 Talence cedex, France.

RÉSUMÉ

La microfaune benthique d'ostracodes et de foraminifères du lac de Tunis est dominée par un nombre réduit d'espèces — toujours les mêmes — représentatives d'un type de biotope très isolé du milieu marin. Les espèces cardinales (*Cyprideis* groupe *torosa*, *Ammonia* groupe *beccarii*) ont une morphologie variable : chacune d'elle présente trois écotypes qui sont le reflet des conditions hydrochimiques fines des eaux (concentrations en sels, balance ionique, oxygène dissous). La variabilité intraspécifique observée chez ces organismes permet de saisir des variations du milieu qui n'auraient pas été perceptibles par une approche classique des microfaunes.

Oceanol. Acta, 1982. Actes Symposium International sur les lagunes côtières, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, 8-14 septembre 1981, 79-85.

ABSTRACT

Architectural variations of microfauna of Tunis lake : relations with environment.

The benthic microfauna of ostracods and foraminiferas of Tunis lake is controlled for a reduced number of species (always the same), which are representative of a very isolated habitat type of the marine environment. The characteristic species (*Cyprideis* gr. *torosa* and *Ammonia* gr. *beccarii*) have a variable morphology ; each of them presents three ecotypes which are the reflections of the water hydrochemical conditions (salt concentrations, ionic balance, dissolved oxygen). The observed specific variability in these organisms allows to perceive the environment variations which we are not able to discern from a classical microfaunas approach.

Oceanol. Acta, 1982. Proceedings International Symposium on coastal lagoons, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, France, 8-14 September, 1981, 79-85.

INTRODUCTION

Le lac de Tunis est une lagune isolée de la mer par des cordons littoraux sableux, sa profondeur n'excède pas 1 m et le marnage est de 30 cm environ. Il est séparé artificiellement depuis 1855 en deux parties, Nord et Sud, par un canal qui joint Tunis au port de la Goulette, canal bordé de remblais. Ce lac apparaît donc comme l'aboutissement d'une évolution liée à un isolement progressif au cours duquel la sédimentation a joué un rôle essentiel par la construction des cordons littoraux (Thornton *et al.*, 1980 ; fig. 1).

De nombreuses études en des domaines concernant principalement les caractéristiques physico-chimiques des eaux

(Crouzet, 1972) et l'observation des ressources (Heldt, 1929 ; 1954 ; Bruun, 1940 ; Vuillemin, 1965 ; Zaouali, 1971 ; Jouirou, 1982), ont mis en évidence quatre particularités essentielles du lac :

- l'instabilité de tous les caractères physiques, chimiques et biologiques ;
- l'existence de peuplements souvent riches en individus et pauvres en espèces ;
- la forte pollution liée aux eaux usées et aux rejets industriels de la ville de Tunis qui modifient par endroits les conditions physico-chimiques du milieu ;
- la monotonie des sédiments de surface, formés essentiellement de vases organiques.

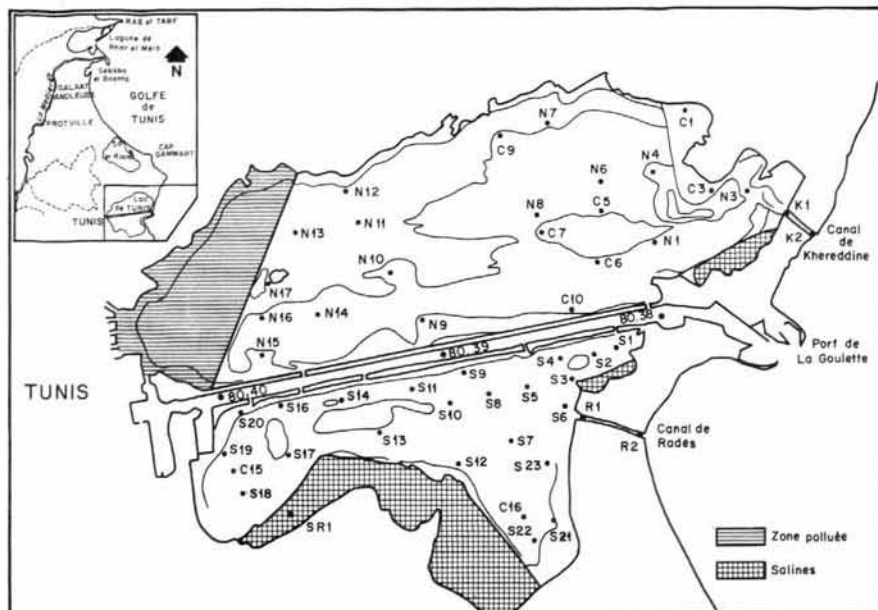


Figure 1
Lac de Tunis : situation, échantillonnage.
Lake of Tunis : localization, sampling.

Les foraminifères benthiques et les ostracodes qui peuplent le lac de Tunis présentent des populations dont la structure et la qualité ont pu être reliées à des paramètres de l'environnement lagunaire (Carbonel, Pujos, 1982). Leur principale caractéristique est d'être représentés par une espèce de foraminifère ou 2 espèces d'ostracodes (en fonction de leur mode de nutrition) dominant le plus souvent, à plus de 75 %, le reste de la microfaune. A côté de cette homogénéité apparente, les espèces cardinales présentent des variations phénotypiques importantes. Le but de ce travail est de montrer comment ces variations peuvent être interprétées en termes écologiques et hydrologiques et ainsi pallier une apparente monotonie dans la qualité de la microfaune.

Notre travail s'articule ainsi autour de 3 pôles :

- rappel des données générales concernant la microfaune ;
- description des phénotypes et répartition ;
- signification des « écotypes » ainsi définis et limites de la méthodologie.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA MICROFAUNE BENTHIQUE

Nous avons montré les relations qui existent entre les caractères qualitatifs et quantitatifs de la microfaune benthique vivant dans le lac de Tunis et les paramètres physico-chimiques du milieu (Carbonel, Pujos, 1982).

Les microfaunes prolifèrent parfois de façon considérable [la faible proportion de faune vivante au moment du prélèvement (moins de 15 %) est à relier à la période d'eutrophisation du lac (mois d'août)] témoignant ainsi de bonnes conditions de nutrition et probablement d'oxygénation pendant la majeure partie de l'année.

Le très petit nombre d'espèces révèle la forte instabilité des paramètres physico-chimiques ainsi que la constance de cette instabilité.

Seules les zones atteintes par un renouvellement, toujours limité, des eaux montrent une faune plus diversifiée, encore que les espèces secondaires dépassent rarement 30 % chez les ostracodes, 70 % chez les foraminifères (tab. 1), et montrent seulement des tendances.

Les formes dominantes sont :

- *Ammonia gr. beccarii* chez les foraminifères benthiques ;
- *Cyprideis torosa* (substrats variés) ;
- *Loxoconcha elliptica* (substrats phytaux). } chez les ostracodes

Chacune de ces espèces présente, nous l'avons vu, une variabilité phénotypique importante.

DESCRIPTION DES PHÉNOTYPES ET RÉPARTITION

Ostracodes (fig. 2)

Comme *Cyprideis torosa* et *Loxoconcha elliptica* présentent les mêmes types de variations, et sont en proportions voisines en fonction de l'importance des herbiers, nous avons choisi d'étudier plus précisément *C. torosa*, chez qui les morphotypes sont mieux marqués.

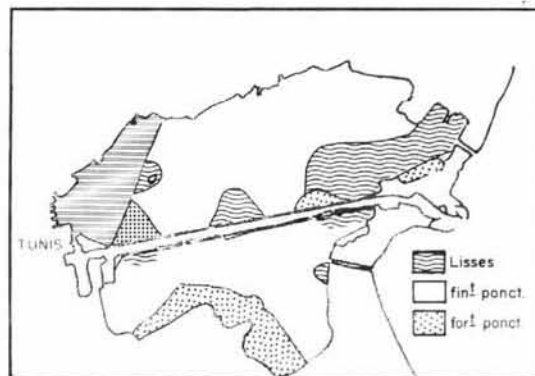


Figure 2
Cyprideis : répartition des morphotypes.
Cyprideis : distribution of the morphotypes.

La taille générale de cette espèce est généralement peu variable (longueur moyenne $1\ 000\ \mu \pm 50\ \mu$) ce qui traduit une variation infime de la qualité et de la quantité des éléments nutritifs dissous dans les eaux (Peypouquet, 1977). Nous avons distingué trois catégories d'ornementation proches les unes des autres :

Individus lisses

L'aspect des valves de ce morphotype est à peu près lisse, brillant, dépourvu de toute aspérité ou alvéole, à l'exception de microgranulation extrêmement fine, repérable seulement au microscope à balayage (planche, fig. 1). Cette forme est rencontrée en très faible proportion dans les zones où abondent les récifs à serpules, ainsi que là où arrivent les eaux du Golfe, moins salées.

Individus finement ponctués

Les valves de cette catégorie de *Cyprideis* montrent une fine granulation, apparemment en relief, nettement visible au

Tableau 1

Caractéristiques fauniques du lac de Tunis :

a) ostracodes ;

b) foraminifères benthiques.

Faunal characteristics of the lake of Tunis :

a) ostracoda ;

b) benthonic foraminifera.

Associations	Caractères	% <i>Cyprideis</i> et <i>Loxoconcha elliptica</i>	Caractéristiques et formes accompagnatrices	Répartition	Extension
1	a	100 %	<i>Cyprideis</i> > <i>Loxoconcha</i>	Lac Nord (sauf NW et E)	grande - Lac Nord
	b		<i>Cyprideis</i> < <i>Loxoconcha</i>	Lac Sud (sauf quelques points)	grande - Lac Sud
	c		<i>Cyprideis</i> mono + RR <i>C. salinus</i>	Salines	
2		80 %	1 + <i>Loxoconcha</i> gr. <i>Rhomboidea</i>	Sporadique Lac Nord autour du débouché du Radès et communications	moyenne (influence Khereddin)
3		70 %	2 + <i>Xestoleberis</i> + <i>Leptocythere</i> gr. <i>fabaeformis</i>	NW Lac Nord contour Lac Sud	moyenne
4		< 70 %	3 + Formes côtières et marines	zone « sableuse » Lac Nord points rares autour du canal central	petite

Caractères généraux de la microfaune Associations		Pourcentage d'Ammonia par rapport à l'ensemble faunique	Espèces accompagnatrices pour I, II et espèces cardinales pour III et IV	Répartition géographique		Extension des associations dans le lac
Groupes						
I	1	> 70 %	<i>Protelphidium paraliu</i> <i>Nonion depressulum</i> <i>Elphidium macellum</i> <i>Miliolidae</i>	majeure partie du lac Nord et du lac Sud	de préférence près des ouvertures	grande
	2		Idem + <i>Rosalina globularis</i> <i>Discorbinella floridensis</i>			petite
II	1	> 70 %	<i>Protelphidium paraliu</i> <i>Nonion depressulum</i> <i>Elphidium macellum</i> <i>Miliolidae</i>	Sud-Ouest (lac Nord)		moyenne
	2		Idem + <i>Rosalina globularis</i> et <i>Discorbinella floridensis</i>	Sud-Est (lac Sud)		
III	1	< 30 %	<i>Miliolidae</i> <i>Rosalina globularis</i> <i>Discorbinella floridensis</i> <i>Elphidium macellum</i>	Centre Sud (lac Nord)		petite
	2			près des ouvertures (lac Sud)		
IV		< 10 %	<i>Protelphidium paraliu</i> (≥ 90 %)	Salines		petite

microscope optique. Cette ornementation confère aux valves un aspect beaucoup plus mat que dans le stock précédent. Cette ponctuation apparaît plus serrée vers les sommets de la carapace (planche, fig. 2). Ce morphotype est le plus fréquent dans le lac de Tunis.

Individus fortement ponctués

Ce morphotype, caractérisé par le développement de granules qui délimitent des fossettes, représente le stade de passage aux morphotypes réticulés, extrêmement rares dans

le lac (planche, fig. 3) ; il apparaît surtout dans les salines. D'une manière générale, la plupart des individus observés ont une ornementation très faiblement ponctuée (fig. 2). Dans certains endroits du lac apparaissent des formes lisses ou des formes fortement ponctuées ; généralement, celles-ci ne sont pas cardinales.

Les formes fortement ponctuées se développent plus particulièrement dans les salines où elles peuvent être localement dominantes.

Les formes lisses, très rares, se retrouvent principalement

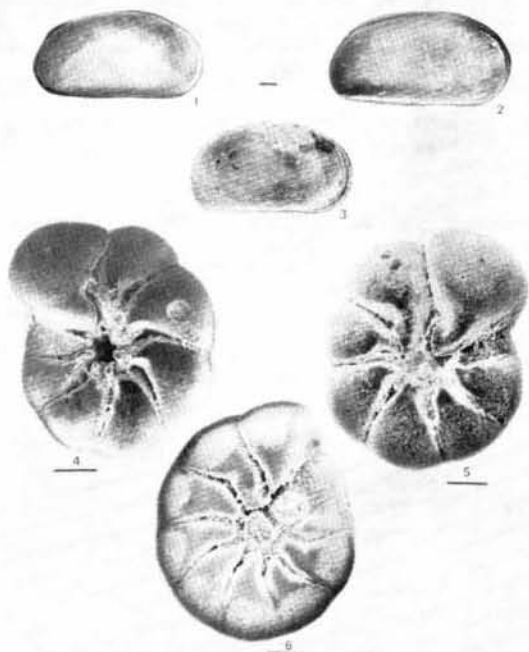


Planche 1

- 1 - *Cyprideis torosa*, lisse ;
- 2 - *Cyprideis torosa*, ponctué ;
- 3 - *Cyprideis torosa*, réticulé ;
- 4 - *Ammonia beccarii* var. *tepida*, type a ;
- 5 - *Ammonia beccarii* var. *tepida*, type b ;
- 6 - *Ammonia* gr. *beccarii*, type c.

La longueur du trait correspond à 100 µm.

- 1 - *Cyprideis torosa*, *smooth* ;
- 2 - *Cyprideis torosa*, *noded* ;
- 3 - *Cyprideis torosa*, *reticulate* ;
- 4 - *Ammonia beccarii* var. *tepida*, *type a* ;
- 5 - *Ammonia beccarii* var. *tepida*, *type b* ;
- 6 - *Ammonia* gr. *beccarii*, *type c*.

Scale : 100 µm.

dans le lac Nord, notamment dans les zones de communication avec la mer.

Foraminifères benthiques

Description des morphotypes d'Ammonia (planche, fig. 4, 5, 6)

L'analyse des individus du genre *Ammonia* a porté sur l'architecture et l'ornementation de la face ventrale, plus particulièrement sur :

- la forme et l'importance de l'ombilic ;
 - la présence éventuelle et la taille du bouton ombilical ;
 - l'extension des lèvres ombilicales qui sont les prolongements des murs radiaires des différentes loges au-dessus de l'ombilic ;
 - l'importance du matériel de remplissage, de nature calcitique, au niveau de l'ombilic et des sutures.
- L'étude architecturale dont nous ne donnons ici que les caractéristiques essentielles (Pujos, 1982) permet de distinguer trois types différents :

● *Type a*, où l'ombilic est largement ouvert, limité par des lèvres ombilicales réduites. Le fond de l'ombilic présente parfois des traces de rugosité ou des tubercules diffus qui pourraient, dans certains cas, représenter l'embryon du bouton ombilical.

Ce type correspond à *A. beccarii* (L.) var. *tepida* Cushman. Deux phénotypes distincts peuvent être rattachés à ce type suivant deux directions qui aboutissent au comblement de l'ombilic.

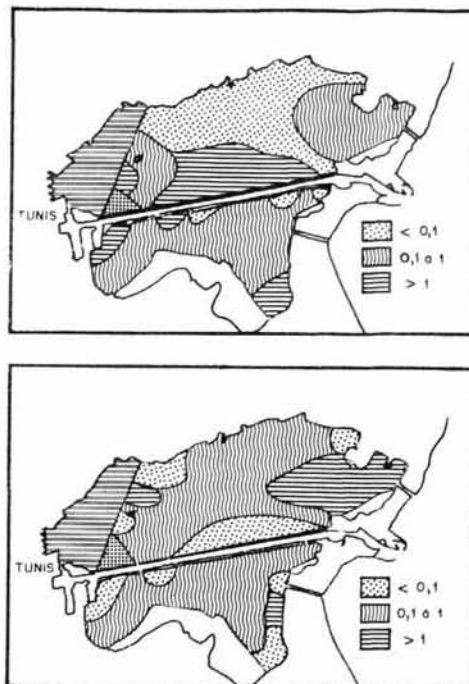


Figure 3

Répartition des morphotypes d'Ammonia.

Distribution of morphotypes of Ammonia.

a) rapport $\frac{\text{type } c}{\text{type } a + \text{type } b}$; b) rapport $\frac{\text{type } a}{\text{type } b}$.

● *Type b*, dans lequel le comblement de l'ombilic :

— débute par une extension plus ou moins grande des lèvres ombilicales situées en surplomb au-dessus de celui-ci, ayant pour effet de l'obturer partiellement ;

— se poursuit par l'adjonction de matériel calcitique. Dans les cas extrêmes, ce matériel a tendance à envahir également les parties des sutures les plus proches d'un ombilic alors complètement rempli, soit de façon anarchique, soit sous la forme de figures rappelant des ponts suturaux.

Nous assimilons ce type à *A. beccarii* (L.) var. *tepida* Cushman.

● *Type c*, chez qui le comblement de l'ombilic :

— débute par une extension des lèvres ombilicales situées, comme dans le cas précédent, en surplomb de celui-ci ;

— se poursuit par une croissance du bouton ombilical qui peut, à la limite, obturer complètement l'ombilic. Cette phase de comblement est d'ailleurs souvent synchrone de la précédente. Elle se poursuit également par l'adjonction de matériel calcitique qui remplit les espaces non occupés par le bouton ombilical. Ce matériel a aussi tendance à envahir les parties des sutures les plus proches de l'ombilic.

Ce type est fréquemment rattaché à *A. gr. beccarii* (L.).

Fréquence et répartition des morphotypes d'Ammonia (fig. 3 a-b)

Ces trois types sont respectivement caractéristiques des associations I (types a et b) et II (type c). Leur importance vis-à-vis de l'ensemble faunique est consignée dans le tableau 1.

— L'étude du rapport $\frac{\text{type } c}{\text{type } b + \text{type } a}$, établi d'après le

nombre d'individus, montre dans le lac Nord une diminution consécutive à des valeurs plus élevées des types a + b, diminution à mettre en parallèle avec une réduction du nombre des espèces (fig. 3 a).

— L'étude comparée des types a et b par l'intermédiaire du rapport a/b montre (fig. 3 b) un épanouissement du type b dans l'ensemble des biotopes du lac à l'exception des zones orientale et nord-occidentale du lac Nord.

Tableau 2
Fréquence relative des types d'Ammonia.
Relative abundance of the types of Ammonia.

Associations Groupes	Caractères généraux de la microfaune	Pourcentage d'Ammonia par rapport à l'ensemble faunique	Dominance des différents types d'Ammonia (en pourcentages)						Répartition géographique	
			Type a + Type b			Type c				
			max.	mini.	moyen	max.	mini.	moyen		
I	1 2	> 70 %	90	40	63	40	0	13	majeure partie du Lac Nord et du Lac Sud	de préfé- rence près des ouver- tures
II	1 2	> 70 %	38	0	16	60	19	48	Sud-Ouest (lac Nord) Sud-Est (lac Sud) Centre Sud (lac Nord) près des ouvertures (lac Sud)	
III		< 30 %	Dominance de T a + T b (lac Nord) Dominance de T c (lac Sud)						Centre Sud (lac Nord) près des ouvertures (lac Sud)	
IV		< 10 %							Salines	

Le type *a* est situé essentiellement dans la région orientale du lac Nord, près de l'ouverture du canal de Khereddine. Les fortes valeurs du rapport *a/b* y sont consécutives presque exclusivement à une augmentation des valeurs de *a*. La prépondérance du type *b* sur le type *a* se produit en général dans les régions où le type *c* est largement dominant par rapport aux types *a + b*, c'est-à-dire dans le centre sud du lac Nord et près des ouvertures faisant communiquer le canal central et le canal de Radès avec le lac Sud (fig. 3 *a, b*).

Ceci montre que le type *b*, bien adapté aux biotopes lagunaires du lac (association I), se développe mieux que le type *a* dans les biotopes lagunaires dégradés où les échanges, plus fréquents avec la mer, ont tendance, nous l'avons vu, à atténuer les effets de l'instabilité du domaine lagunaire.

En résumé, les trois types d'Ammonia montrent une dominance de la forme « *b* » et une prépondérance réduite dans l'espace des formes « *a* » et « *c* », de manière préférentielle dans les zones périphériques du lac.

Le phénomène observé ici rappelle la répartition des ostracodes : dans chacun des cas, nous avons trois morphotypes dominés par l'un d'entre eux. Si chez les ostracodes le morphotype médian domine dans tous les cas, chez les foraminifères, la dominance respective est alternée. Ces formes ont-elles la valeur d'écotypes et quelle information peuvent-elles apporter ?

SIGNIFICATION ÉCOLOGIQUE DES MORPHOTYPES OBSERVÉS ET INTERPRÉTATION

Ostracodes

La variabilité dans l'architecture des *Cyprideis* concerne la ponctuation des valves.

Des études antérieures ont montré que ce caractère variait en fonction de l'équilibre de la balance ionique dans les eaux (Carbonel, Pinson, 1979 ; Carbonel, 1980) ou facteur rhopique (Peypouquet, 1977).

En effet, un rapport $Mg^{++}/Ca^{++} < 1$ se traduit par des valves lisses ;

un rapport Mg^{++}/Ca^{++} équilibré ou faible induit une faible ponctuation ;

un rapport Mg^{++}/Ca^{++} fort se marque par une ponctuation forte, parfois par une réticulation.

Ceci concorde parfaitement avec les taux relatifs d'ions alcalino-terreux (Mg^{++} , Ca^{++}) mesurés dans le lac (Jouirou, 1982). En effet, si la teneur en ions Ca^{++} et Mg^{++} présente un gradient positif d'Est en Ouest, leur rapport reste sensiblement constant. L'équilibre joue entre les Ca^{++} produits par la macrofaune, en particulier les serpules (récifs à *Mercierella*) et le Mg^{++} de l'eau de mer.

Les *Cyprideis* lisses sont l'indice d'une valeur faible, rapport Mg^{++}/Ca^{++} . Dans le cas présent, on peut relier leur apparition avec le développement des récifs à serpules. Les formes situées dans les milieux proches des passes sont liées à une diminution de la sursalure due aux arrivées d'eaux du Golfe qui viennent diluer les eaux de la lagune.

Au contraire, les formes les mieux ornementées sont logiquement liées aux salines ; dans ces milieux, la concentration des sels dissous augmente en effet le rapport Mg^{++}/Ca^{++} par suite de la mobilisation plus précoce de Ca^{++} par les carbonates, puis les sulfates (Hardie, Eugster, 1970 ; Maglione, 1980).

En résumé, les formes lisses, très rares, indiquent des eaux à balance ionique équilibrée à faible, donc relativement dessalées ; elles témoignent :

- des périodes de moindre salinité ;
- de la concurrence d'organismes utilisateurs de Ca^{++} ;
- de la dilution des eaux sursalées de la baie par celles du Golfe.

Les formes finement ponctuéées, de loin majoritaires, montrent une balance ionique forte, caractérisant les « conditions moyennes » du lac.

Les formes fortement ponctuéées indiquent une balance ionique déséquilibrée en faveur de Mg^{++} et une sursalure importante ; elles caractérisent les salines.

Foraminifères benthiques

L'étude des caractéristiques physico-chimiques des eaux de la partie orientale du lac Nord montre deux particularités marquantes au niveau des valeurs du pH (Zaouali, 1971) et des teneurs en O₂ dissous (Crouzet, 1972) : le pH diminue alors que l'oxygène présente un déficit estival important comparativement à la région centrale, elle-même en déficit par rapport à la mer.

Une baisse du pH diminue l'activité vitale des foraminifères (Boltovskoy, 1963). Selon les observations de Bradshaw (1957), *A. beccarii* var. *tepida* serait particulièrement résistante à une faible valeur du pH, ce qui expliquerait ici la présence de cette espèce.

Une forte anoxie provoque toujours des stress chez les foraminifères, par exemple, au niveau du nombre des individus, de la diversité des espèces, de la nature de l'architecture des tests (Pujos, 1976). Dans le lac de Tunis, la population d'*Ammonia* réagit par une modification de l'architecture car la croissance de ses individus intervient au même moment que la faible oxygénation estivale. La forte anoxie semble bien ici responsable de l'épanouissement du type *a* aux dépens des deux autres. L'ensemble de la faune est également touché par ce phénomène, puisque l'on observe une raréfaction de l'ostracofaune en même temps qu'a lieu une hécatombe de la quasi-totalité des organismes, en particulier des *Cerastoderma* (Zaouali, 1971).

L'origine de cette anoxie pourrait être recherchée dans un échauffement local des eaux dû aux rejets des centrales thermiques. Les estimations présentées par Crouzet (1973) signalent un échauffement de l'ordre de 10 °C, valeur largement suffisante pour avoir une action locale dans le lac. Ces rejets favorisent certainement une augmentation de la température entraînant une accélération de la production primaire. L'équilibre entre la chaîne alimentaire et les matières nutritives est, dès lors, rompu, provoquant indirectement une surconsommation d'oxygène, donc à la limite une mortalité accrue des organismes. Ceci se produit en été lorsque la pression barométrique et l'absence de vent inhibent les échanges avec la mer (Zaouali, 1971).

Le même phénomène se produit dans la région occidentale du lac Nord. En effet, cette zone où la biocénose de foraminifères est dominée par le type *a*, est sujette à une baisse sensible de l'oxygénation par rapport à la moyenne enregistrée dans le lac (Crouzet, 1972). Nous rapprochons ce phénomène du voisinage de la décharge des égouts de la ville de Tunis qui entraînent par un apport massif de matière organique une surconsommation d'oxygène et une turbidité importante. Cette turbidité a des effets néfastes sur les organismes et sur la flore (elle freine la photosynthèse) en les faisant disparaître. Cette interprétation est confortée par la présence d'une faible proportion de *Cyprideis* à carapace lisse qui souligne un hiatus dans la sursalure du lac, d'autant plus élevée qu'on se situe près des berges.

RÉFÉRENCES

- Boltovskoy E., 1963. Foraminiferos y sus relaciones con el medio, *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales « Bernardino Rivadavia »* 1, 2, 21-107.
- Bradshaw J. S., 1957. Laboratory studies on the rate of growth of the foraminifer « *Strebilus beccarii* (Linné) var. *tepida* » Cushman, *J. Paleontol.*, 31, 6, 1138-1147.
- Bruun A. F., 1940. Études quantitatives sur la faune du lac de Tunis dans la région de Salambo, *Bull. Stn Océanogr.*, 40, 3-20.
- Carbonel P., 1980. Les ostracodes et leur intérêt dans la définition des écosystèmes estuariens et de plateforme continentale. Essais d'application à des domaines anciens, *Thèse Sci. Nat. Bordeaux I*, n° 646, 350 p.
- Carbonel P., Pinson J., 1979. Les *Cyprideis* témoins de l'évolution des sels en milieu laguno-lacustre sous climat semi-aride, in : *Taxonomy, biostratigraphy and distribution of ostracodes*, edited by N. Krstic, *Serbsko Geološko Društvo*, Beograd, 211-217.

En résumé, l'étude de l'architecture et de l'ornementation du genre *Ammonia* montre l'existence de trois types bien individualisés dont l'épanouissement est fonction de la nature des biotopes :

- les types *a* et *b* ont leur plus large développement dans les biotopes lagunaires, néanmoins ;
- le type *a* s'adapte mieux que les autres aux milieux peu oxygénés du lac Nord. C'est la forme la plus tolérante, celle qui semble la mieux résister aux différentes contraintes du milieu ;
- le type *b*, tout en étant la forme la plus répandue dans le lac de Tunis, semble préférer le milieu lagunaire « dégradé » où les échanges mer-lagune sont plus importants ;
- le type *c* est cardinal dans le milieu lagunaire « dégradé ».

CONCLUSIONS

Malgré la monotonie spécifique de la microfaune d'ostracodes et de foraminifères benthiques du lac de Tunis, la distinction d'un certain nombre d'écotypes bien caractérisés permet :

- de confirmer les particularités physiques et hydrochimiques de cet environnement lagunaire, déjà perçues par une approche classique des microfaunes (Carbonel, Pujos, 1981).
- de souligner l'importance :
 - de la salinité et de la balance ionique. L'ensemble du lac est dominé par les écotypes de *Cyprideis torosa* à carapace faiblement ponctuée et d'*Ammonia beccarii* var. *tepida* à bouton ombilical partiellement ou complètement rempli de matériel calcaire ; ces formes soulignent ici une sursalure et une balance ionique moyenne.
 - de l'oxygénation. *Ammonia beccarii* var. *tepida* à ombilic ouvert souligne les zones à faible oxygénation, particulièrement bien développées autour de la centrale de la Goulette.

C'est ainsi que les écotypes rencontrés permettent de mieux cerner le régime hydrologique du lac et les modalités de circulation. Toutes ces observations ont d'ailleurs pu être vérifiées par des mesures *in situ*.

La méthodologie qui consiste à utiliser la dominance des écotypes s'avère, dans le cas du lac de Tunis, relativement fiable et ne souffre guère d'exceptions. Nous nous efforçons, dans l'avenir, de vérifier sa valeur intrinsèque pour d'autres lagunes, afin de pouvoir généraliser son utilisation dans l'espace et dans le cas des paléomilieux.

- Carbonel P., Pujos M., 1982. Comportement des microfaunes benthiques en milieu lagunaire : les foraminifères et les ostracodes du lac de Tunis, *1^{er} Congrès national des Sciences de la Terre, Tunis, 1981* (sous presse).

- Crouzet Ph., 1972. Contribution à la connaissance de la physico-chimie et de la production primaire du lac Nord de Tunis (Tunisie), *Thèse Doct. 3^e cycle, Paris VI*, 72 p.
- Crouzet Ph., 1973. L'hydrologie de la lagune Nord de Tunis (Tunisie), *Annal. Inst. Océanogr.*, 49, 1, 29-47.
- Hardie L. A., Eugster H. P., 1970. The evolution of closed basin brines, *Mineral. Soc. Am., Spec. Pap.*, 3, 273-290.
- Heldt J. H., 1929. Le lac de Tunis (partie Nord) : résultats des pêches du filet fin, *Bull. Stn Océanogr.*, 11, 1-76.
- Heldt J. H., 1954. Contribution à l'étude carcinologique du lac de Tunis, *Bull. Stn Océanogr.*, 84, 1-4.

Jouirou M., 1982. Faciès sédimentaires et processus dynamiques dans la formation d'un milieu lagunaire : évolution holocène et actuelle du lac de Tunis et de ses abords, *Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Bordeaux I*, n° 1746, 218 p.

Maglione G., 1980. Un exemple de sédimentation évaporitique continentale actuelle : le bassin tchadien, in : *Dépôts évaporitiques*, Paris, Editions Technip, 5-9.

Peypouquet J. P., 1977. Les ostracodes et la connaissance des paléomilieux profonds. Application au Cénozoïque de l'Atlantique oriental, *Thèse Sci. Nat. Bordeaux I*, n° 552, 443 p.

Pujos M., 1976. Écologie des foraminifères benthiques et des thécamoebiens de la Gironde et du plateau continental Sud-Gascogne. Application à la connaissance du Quaternaire terminal

de la région Ouest-Gironde, *Thèse Sci. Nat., Bordeaux I*, n° 461 ; *Mém. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, 8, 274 p.

Pujos M., 1982. Les microfaunes d'*Ammonia* du lac de Tunis. Essai de classification. Relations avec le milieu (à paraître).

Thornton S. E., Pildoy O. H., Doyle L. J., Whaling P. J., 1980. Holocene evolution of a coastal lagoon, lake of Tunis, Tunisia, *Sedimentology*, 27, 79-91.

Vuillemin S., 1965. Contribution à l'étude écologique du lac de Tunis, Biologie de *Mercierella enigmatica* Fauvel, *Thèse Sci. Nat., Paris*, n° 5469, 544 p.

Zaouali J., 1971. Étude de l'écologie du lac de Tunis et de la mer de Bou Grara (Tunisie). Leurs peuplements malacologiques, *Thèse Doct. 3^e cycle, Caen*, n° 84, 121 p.

