

Les amas coquilliers d'âge holocène du lac Retba (Sénégal, Afrique de l'Ouest): Inventaire faunistique, lithologie et paléo-environnement

Holocene shelly accumulations of the Retba lake (Senegal, West Africa): Faunal inventory, lithology and palaeoenvironment

Yankhoba DIEDHIOU, Cheikh Ibrahima YOUM, El Hadji SOW*, Raphaël SARR & Raymond MALOU

Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop Dakar, Sénégal. * (elhsow@yahoo.fr)

Résumé. Dans le but de reconstituer l'histoire des dépressions inter-dunaires post-nouakchottiennes du Sénégal occidental, l'étude des amas coquilliers ceinturant le lac Retba et faisant l'objet d'une exploitation artisanale a été menée le long de cinq coupes. Un total de 12 espèces de Gastéropodes, 11 espèces de Bivalves et une espèce d'Echinoderme a été inventorié. L'étude stratigraphique montre que les dépôts sont formés par une alternance de niveaux sableux, de coquilles sableuses ou de coquilles faiblement sableuses. Les données sédimentologiques, faunistiques et radiométriques ont permis de mettre en évidence trois phases dans l'évolution du lac : La première phase, caractérisée par une grande diversité de la faune de mollusques avec des coquilles bien conservées associée à un échinoderme marin et une sédimentation essentiellement sableuse, correspond à un stade de golfe marin ouvert consécutif à la transgression nouakchottienne (6800-4200 B. P.). La deuxième phase post-nouakchottienne, correspond à un golfe marin peu ouvert caractérisé par une diversité spécifique moins élevée. La dernière phase correspond à un stade de lagune semi fermée mise en place entre le Subactuel et l'Actuel, se distinguant par une faune oligospécifique spécialisée où *Senilia senilis* et *Pelecypora isocardia* dominant largement. Cette partie de la terrasse est caractérisée par des coquilles de *Senilia senilis* de grande taille qui font l'objet d'une exploitation artisanale. Durant toute la période de dépôt, on rencontre par endroit des espèces d'eaux saumâtres attestant des venues d'eau douce sur le flanc sud du lac.

Mots-clés : Mollusques, Nouakchottien, sédimentologie, golfe marin, lac Retba, Sénégal.

Abstract. In order to reconstitute the history of post-nouakchottian inter-dune depressions of Western Senegal, the study of shelly accumulations surrounding the lake Retba and subject of artisanal mining was conducted along five sections. A total of 12 species of gastropods, 11 species of bivalves and one species of echinoderm were inventoried. The stratigraphic study shows that the deposit is formed by an alternation of sandy, sandy shells or low sandy shells levels. Sedimentological, faunal and radiometric data allowed to identify three phases in the lake evolution: The first phase, characterized by a great diversity of the mollusc fauna with well preserved shells associated with a marine echinoderm and a predominantly sand sedimentation, corresponds to a stage of open marine gulf consecutive to the nouakchottian marine transgression (6800-4200 B. P.). The second phase post-nouakchottian corresponds to a little open marine gulf characterized by lower species diversity. The last phase corresponds to a semi-closed lagoon stage put in place between Sub-actual and the Current, distinguished by a specialized oligospecific fauna where *Senilia senilis* and *Pelecypora isocardia* are largely dominant. This part of the terrace is characterized by large shells of *Senilia senilis* subject of artisanal exploitation. Throughout the filing period, we meet in place brackish water species attesting freshwater goings on the south side of the lake.

Keywords: Molluscs, Nouakchottian age, sedimentology, marine gulf, Retba lake, Senegal.

Abridged English version

The study of Holocene fossil molluscs of Mauritania and Senegal, approached by number authors, has provided essentially a Nouakchottian age. However, eight samples taken from the shell accumulations of the Retba Lake by Elouard *et al.* (1975) gave ages between 250 and 3600 B.P., which indicates a post-Nouakchottian age. Since the study of Debenay & Sy (1989) no work was undertaken on Holocene shell accumulations of Senegal.

Post-nouakchottian ages obtained at Retba Lake deserve, in our opinion, further investigations which will allow deducting the evolution of the paleo-environment in this period. Our approach will be based on : a lithostratigraphic analysis from sections lifted, the exhaustive systematic inventory of the macrofauna and the statistical analysis of their distribution. To achieve this, we studied 25 samples taken along the 5 most representative sections. The maximum thickness of the sections is 260 cm

(Section F). On each sample we separated three fractions: shelly, sand and silt-clay. Deposits are formed by an alternation of sandy levels, sandy shells or low sandy shells. Two ¹⁴C dates were performed along section A.

Systematic inventory: The macrofauna collected consists of 24 species containing 11 bivalves, 12 gastropods and 1 echinoderm (Tab. 2). Among these 17 species are cited for the first time in Retba Lake. This fauna consists essentially of coastal marine species cited all by Nickles (1950) on West Africa coasts. Some of them may however live in brackish environment. The variation of the numerical abundance of the most representative species is presented along sections. The lithostratigraphic and paleontological analysis of sections allowed to distinguish three units, everyone beginning with a shelly level overcome by a sand bank in units 1 and 2. The two dates obtained confirm the post-Nouakchottian age of the deposits, at least for units 2 and 3 (Fig. 8).

At the Retba Lake the shelly accumulation levels indicate the position of the shoreline. The constant presence of bivalve shells with no separate valves and sometimes even in life position, indicate a very low to zero transport.

These are characteristics of a marine environment with moderate energy (Elouard 1974). These data on the fauna fit well with sedimentological data marked by the dominance of medium to fine sands (500-160 microns) and the low proportion of silt-clay.

The sandy banks interspersed correspond to intertidal to supratidal deposits implemented during periods of slight sea level rise. Its fauna comes from the reworking of previous shell deposits. In these shelly accumulations *Pelecypora isocardia* is the dominant species in numbers of individuals, although the larger and heavier *Senilia senilis*'s shells dominate in weight. Towards the north of the lake, we observed a strong proliferation of *Austromacoma nymphalis* associated with previous species. This species associated with *Senilia senilis* is characteristic of an environment with moderate energy (Elouard 1974).

In Unit 1a the fauna is dominated by *Pelecypora isocardia*, *Ungulina rubra* and *Selinia senilis* which are species living on sandy coasts and estuaries of the lower coasts. On section F, they are associated with *Rotula* sp., echinoderm met at Lake Tanma and between Rao and Gandon (St. Louis). This species shows a true marine environment corresponding to the maximum of the Nouakchottian transgression around 5500 B. P. in Senegal and Mauritania (Elouard et al. 1977). During this period the Lake Retba correspond to a small marine gulf. The highest species diversity in section F is linked to the inputs of fresh water in this part of the lake as evidenced by the presence of species that can adapt to brackish environments such as *Turritella unguina* (Moret 1958). The fauna met in the first sandy level (unit 1b) is slightly different from that of the previous level and indicate the same small marine gulf environment receiving inputs of fresh water from the backwaters of South-East of Retba Lake. The upper sandy level of unit 1 (unit 1c) reaches his maximum thickness (77 cm) along section F. The lower species diversity of this fauna indicates the same type of environment as units 1a and 1b but more confined.

Unit 2 contains at its lower part the same dominant species as Unit 1. They are associated with brackish water species such as *Turritella unguina* and *Pugilina morio*, reflecting most freshwater inputs from watershed of the Retba Lake, especially on the NE and SE flanks. These freshwater inflows have fostered greater diversity of fauna on both sides. The greater species diversity levels (88 to 157 cm, section A) indicate a more favorable environment for the development of molluscs, with an association comprising *Pelecypora isocardia*, *Senilia senilis*, *Bulla striata*, *Turritella unguina*, *Felania diaphana*, *Ungulina rubra* and a typical marine echinoderm, *Rotula* sp. The absence of species of brackish water along C and D sections reflects the absence of freshwater inputs in the central area of the lake at that time. The upper sandy level of the unit contains part of the species present in the lower levels and come from a reworking of the latter. His absence in section B can be explained by erosion. The two dates obtained along the section A at the base and top of this unit (Fig. 8) confirm for the whole deposits à post-Nouakchottian age advanced by Elouard et al. (1975).

Unit 3 is the upper terrace encountered by all sections. It is characterized by the dominance of large shells of *Senilia senilis* in some sectors, indicating a warm lagoon depositional environment, semi-open and shallow as shown by Debenay & Sy (1989) in the Nouakchottian lagoon of Mbodiène on the Petite Côte. These authors showed that this is the most favorable period for the production of *Senilia senilis* shells, allowing the accumulation of the terrace in a few decades. The *Senilia senilis* development is also linked to good oxygenation of the water (Elouard 1974). In this unit the constant presence of *Ostrea stentina* on the south side of the lake, sometimes associated with *Tympanotonus fuscatus* (brackish water species; Nickles 1950, Elouard 1974), involves freshwater inflows from the watershed. Fresh water supply to the paleo-gulf would be greater here than in previous units and be responsible for the greater diversity of the brackish fauna.

INTRODUCTION

L'étude des mollusques fossiles du Nouakchottien de Mauritanie et du Sénégal a été abordée par de nombreux auteurs : Dereims (1911), Dollfus (1911), Elouard & Faure (1967), Michel et al. (1968), Elouard (1974), Monteillet (1974), Rosso et al. (1977), Debenay & Sy (1989). Les datations radiométriques effectuées dans ces travaux ont fourni, pour l'essentiel, un âge nouakchottien pour les différents amas coquilliers prélevés à Rao (Sud de Saint-Louis), Mbodiène, lac Tanma et sur le littoral mauritanien. Cependant, huit échantillons prélevés sur les amas coquilliers du lac Retba par Elouard et al. (1975) ont donné des âges compris entre 3600 et 250 B.P., ce qui indique un âge post-nouakchottien. Depuis les l'étude de Debenay & Sy (1989), aucun travail n'a été entrepris sur les amas coquilliers holocènes du Sénégal. Les âges post noukchottiens obtenus au lac Retba méritent, à nos yeux, de nouvelles investigations qui permettront d'en déduire l'évolution du paléo-environnement à cette période. Notre

approche sera basée sur : une analyse lithostratigraphique des amas coquilliers à partir de coupes levées, l'inventaire systématique exhaustif des macrofaunes, notamment les mollusques et l'analyse statistique de leur distribution.

CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE DU LAC RETBA

Le lac Retba, plus connu sous son nom touristique de Lac Rose, est situé dans la presqu'île du Cap Vert, à une trentaine de kilomètres au NNE de Dakar (Fig. 1). Il s'allonge selon une direction NNE-SSW. Ses dépôts reposent sur les formations sableuses et coquillières du Nouakchottien (5 500 BP) (Garnier 1978). Ces dernières, sur les bordures sud et sud-est du lac, s'insinuent entre les dunes continentales rubéfiées d'âge ogolien (20 000 BP). Après la transgression nouakchottienne, le retrait de la mer jusqu'à une côte voisine de l'actuelle est accompagné d'une dérive littorale importante qui érige des cordons coquilliers et un

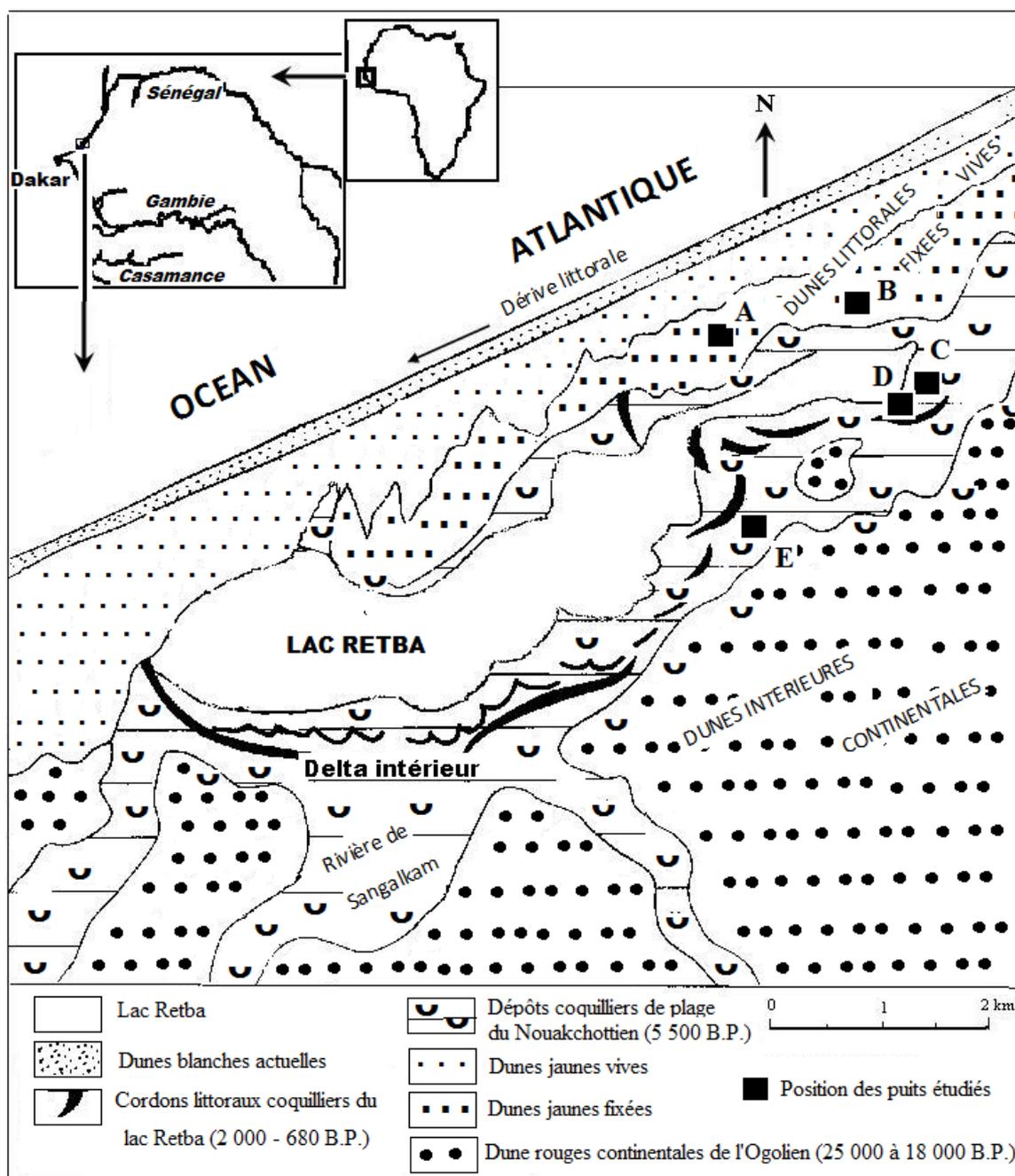


Figure 1. Carte géomorphologique du Lac Retba et position des puits étudiés dans les amas coquilliers autour du lac (modifiée d'après Elouard et al. 1975).

Figure 1. Geomorphological map of the Retba Lake and positions of wells studied in shelly accumulations around the lake (modified after Elouard et al. 1975).

cordons dunaires qui bouchent l'entrée de la lagune. Le bassin ainsi formé devient alors endoréique. Les dépôts quaternaires sont les seuls affleurements autour du lac Retba. Ils reposent sur un substratum argileux et marno-calcaire d'âge Eocène moyen. Ils comprennent essentiellement trois systèmes dunaires (Fig. 1): (1) les Dunes Rouges mises en place à l'Oligocène (25000 à 18000 B.P.) au cours du dernier maximum glaciaire alors que le niveau marin se situait à la côte -120 m par rapport au

niveau actuel, elles s'étendent à l'Est et au Sud-Est du lac Retba ; (2) les Dunes Jaunes littorales mises en place au cours de la période aride du Tafolien (4 200 à 2 000 B.P.) situées au Nord du Lac ; (3) les Dunes Blanches subactuelles à actuelles à l'origine du cordon qui va fermer l'accès à la mer de la paléo-lagune Retba. Ces dunes sont séparées par des dépressions interdunaires occupées par des sols humifères noirs plus ou moins salés et à végétation plus ou moins abondante.

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des puits creusés dans les amas coquilliers du Lake Retba.
 Table 1: Geographical coordinates of wells dug in shelly accumulations of Lake Retba.

Dénomination	Coupe A	Coupe B	Coupe C	Coupe D	Coupe D'	Coupe E	Coupe F
Latitude	N 14° 51,008'	N 14° 51,215'	N 14° 50,924'	N 14° 50,875'	N 14° 50,596'	N 14° 50,521'	N 14° 50,456'
Longitude	W 17° 13,137'	W 17° 12,548'	W 17° 12,306'	W 17° 12,364'	W 17° 12,645'	W 17° 12,889'	W 17° 12,921'
Profondeur	232 cm	160 cm	130 cm	200 cm	172 cm	140 cm	260 cm

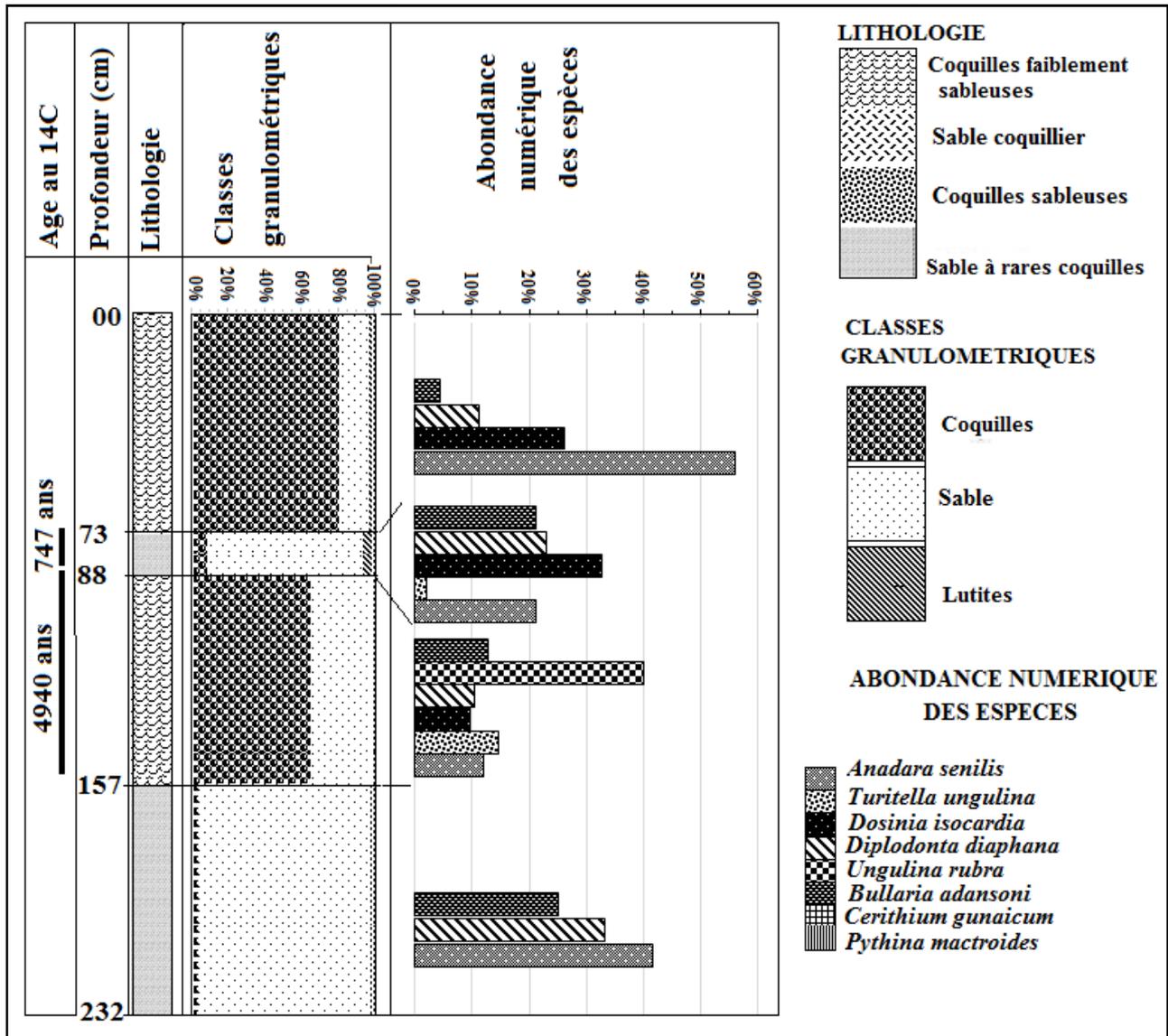


Figure 2. Lithologie, sédimentologie et variation de l'abondance numérique des espèces de Mollusques les plus représentatives le long de la coupe A.
 Figure 2. Lithology, sedimentology and variation of the numerical abundance of the most representative species of Molluscs along section A.

MATERIEL ET METHODOLOGIE

Sept coupes ont été levées au courant du mois de Novembre 2008 dans des céanes (puits) servant à la culture maraîchère que nous avons parfois approfondis : deux coupes sur le flanc NE et cinq sur le flanc SE du lac. La profondeur maximale atteinte est de 260 cm.

L'échantillonnage a concerné les cinq coupes les plus représentatives (coupes : A, B, C, D, E ; Fig. 1 et Tab. 1). Un total de 25 échantillons a été traité au laboratoire. Sur chaque échantillon, une quantité de sédiment séché à l'étuve comprise entre 250 g et 300 g a été lavée. Le lavage s'est fait à l'eau à travers une colonne de tamis dont les mailles sont respectivement 1000 µm, 500 µm, 160 µm et 63 µm. Les grains de sables les plus grossiers ayant des dimensions

Tableau 2. Liste des espèces rencontrées. A, B, C, D et E = coupes levées ; les nombre qui les accompagnent correspondent aux profondeurs.
 Table 2. List of encountered species. A, B, C, D and E = geological sections, accompanying numbers correspond to depths.

PLANCHE 1 : BIVALVES		
Espèces	N° photos	Echantillons
<i>Milliteryxmactroides</i> (Hanley, 1857)		A157-88, B160-00, C88-00, D70b-00, E260-190, E113-88, E55-00
<i>Austromacoma nymphalis</i> (Lamarck, 1818)		Déblais de puits
<i>Lutrariacomplanata</i> (Gmelin, 1791)		Déblais de puits
<i>Lutraria lutraria</i> (Linnaeus, 1758)	1	E260-190
<i>Felania diaphana</i> Gmelin, 1791	2	A232-00, B90-00, D70b-00, E260-190
<i>Ungulina rubra</i> De Rossy, 1805		A157-88, B160-00, C130-118, C88-00, D200-00, E260-00
<i>Pelecypora isocardia</i> (Dunker, 1845)	3	A157-00, B90-00, C130-00, D200-00, E260-00
<i>Polittapesdurus</i> (Gmelin, 1791)		Déblais de puits
<i>Senilia senilis</i> (Linnaeus, 1758)	4 & 5	A232-00, B90-00, C130-00, D200-00, E260-00
<i>Ostrea stentina</i> Payraudeau, 1826	6	D70b-00, E55-00
<i>Aequipecten flabellum</i> Gmelin, 1791		Déblais de puits
PLANCHE 2 : GASTEROPODES		
Espèces	N° photos	Echantillons
<i>Bulla striata</i> Bruguière, 1847	7	A232-00, B90-00, C130-88, D200-00, E260-88
<i>Naticaadansoni</i> Blainville, 1792		Déblais de puits
<i>Barleeiaunfasciata</i> (Montagu, 1803)		Déblais de puits
<i>Pugilina morio</i> (Linnaeus, 1758)	8	E113-88, E55-00
<i>Thaisellacorona</i> (Lamarck, 1816)		Déblais de puits
<i>Stramonita haematosma</i> (Linnaeus, 1767)		Déblais de puits
<i>Bittium</i> cf. <i>reticulatum</i> (da Costa, 1778)		A73-00,
<i>Cerithium guinaicum</i> Philippi, 1849		B160-90, C130-118, D96-82, D70b-00, F244-190
<i>Tympanotonus fuscatus</i> (Linnaeus, 1758)	9	Déblais de puits
<i>Turritella unguina</i> (Linnaeus, 1758)	10	A157-73, B90-00, E260-190, E113-88
<i>Tricolliapullus</i> (Linnaeus, 1758)		Déblais de puits
<i>Lirulariadereimsi</i> (Dollfus, 1911)		E260-244
ECHINODERME		
<i>Rotula</i> sp. (Echinoderme irrégulier)	11	A157-88, E260-244



Figure 3. Images de la coupe A: vue d'ensemble (A), détail de la base sableuse (B), détail du niveau coquillier entre 157 et 88 cm avec des lamellibranches en position de vie (C).

Figure 3. Images of section A: overview (A), detail of the sandy base (B), detail of the shelly level between 157 to 88 cm with lamellibranches in position of life (C).

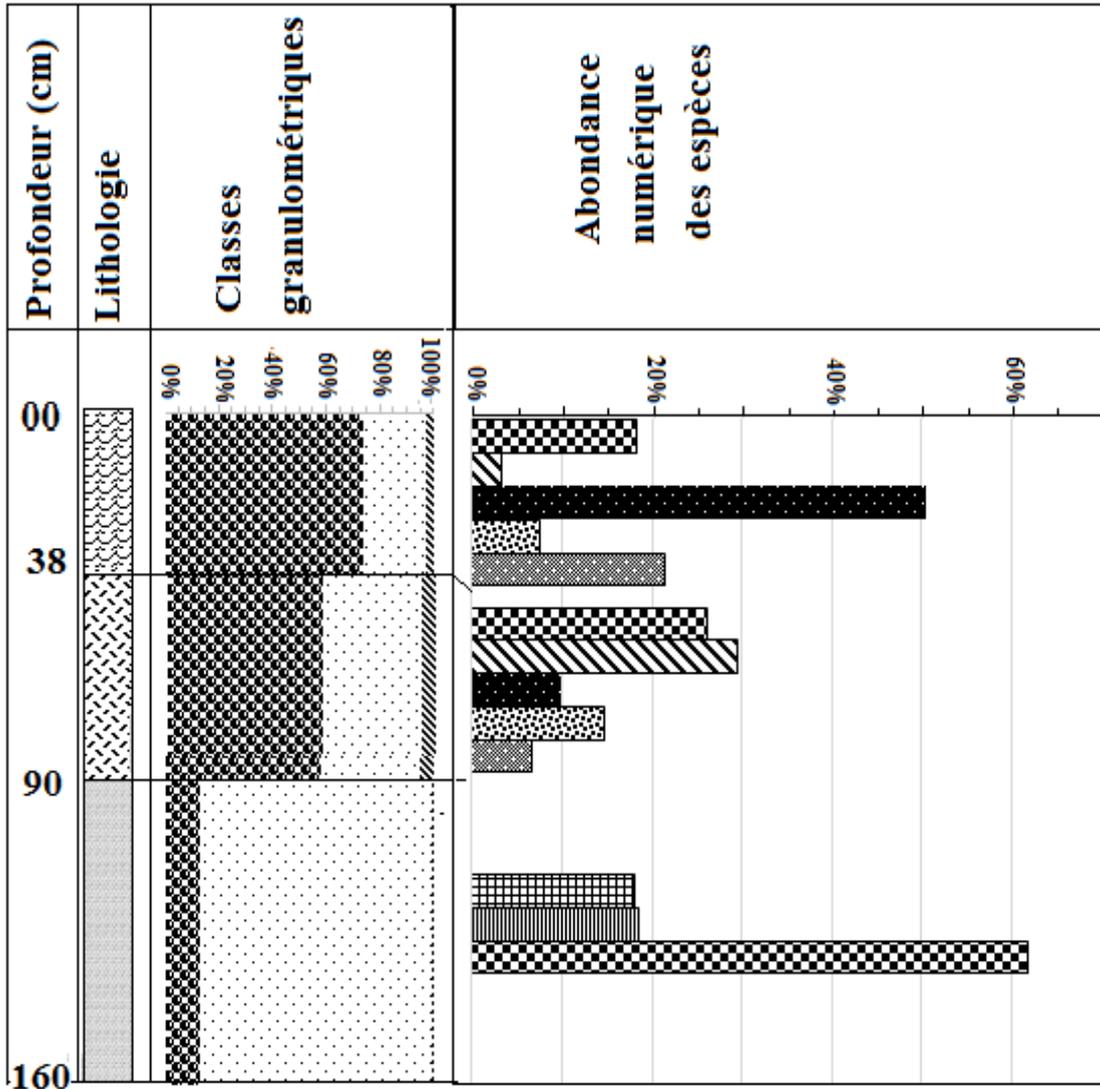


Figure 4. Lithologie, sédimentologie et variation de l'abondance numérique des espèces de Mollusques les plus représentatives le long de la coupe B.
 Figure 4. Lithology, sedimentology and variation of the numerical abundance of the most representative species of Molluscs along section B.

RESULTATS

Inventaire systématique

inférieures à 1000 µm, le refus du tamis supérieur est constitué exclusivement de coquilles (entières et brisées). Le refus du tamis 500 µm est composé des grains de sables les plus grossiers, associés à quelques fins débris de coquilles. En négligeant les rares débris coquilliers dans ce tamis, nous avons considéré le refus du tamis supérieur comme représentatif de la fraction coquillière ; les refus des tamis 500, 160 et 63 µm représentant la fraction arénitique alors que la fraction inférieure à 63 µm représentant les lutites est éliminée. Sur la fraction coquillière nous avons procédé au tri et à l'inventaire des espèces rencontrées. Les résultats obtenus sont traduits sous forme d'histogrammes montrant l'évolution des pourcentages en nombre d'individus des espèces le long des coupes. Le long de la coupe A, deux datations radiométriques au ¹⁴C ont été effectuées au Laboratoire d'Hydrogéologie de l'Université d'Avignon, (France) : entre 157 et 98 cm de profondeur sur coquilles de *Bulla striata* et entre 88 et 76 cm sur coquilles de *Senilia senilis*.

La macrofaune récoltée est constituée de 24 espèces dont 23 appartenant aux Mollusques et une aux échinodermes (Tab. 2). La nomenclature a été mise à jour à partir du site WoRMS. Les mollusques appartiennent à deux classes : les bivalves (11 espèces) et les gastéropodes (12 espèces). Sur les 24 espèces 14 ont été rencontrées le long des coupes étudiées et 10 exclusivement dans les déblais de puits (4 bivalves et 6 gastéropodes). Parmi elles, 17 espèces sont citées pour la première fois au lac Retba. La faune récoltée est constituée essentiellement d'espèces marines littorales citées toutes par Nicklès (1950) sur les côtes de l'Afrique occidentale. Il s'agit notamment d'espèces qui vivent sur ou dans le fond sableux ou vaseux. Certaines d'entre elles peuvent cependant vivre en milieu saumâtre (*Ostrea stentina*, *Pugilina morio*, *Thaisellas coronata*, *Tympanotonus fuscatus*, *Stramonita haematosma*, *Turritella unguina*).

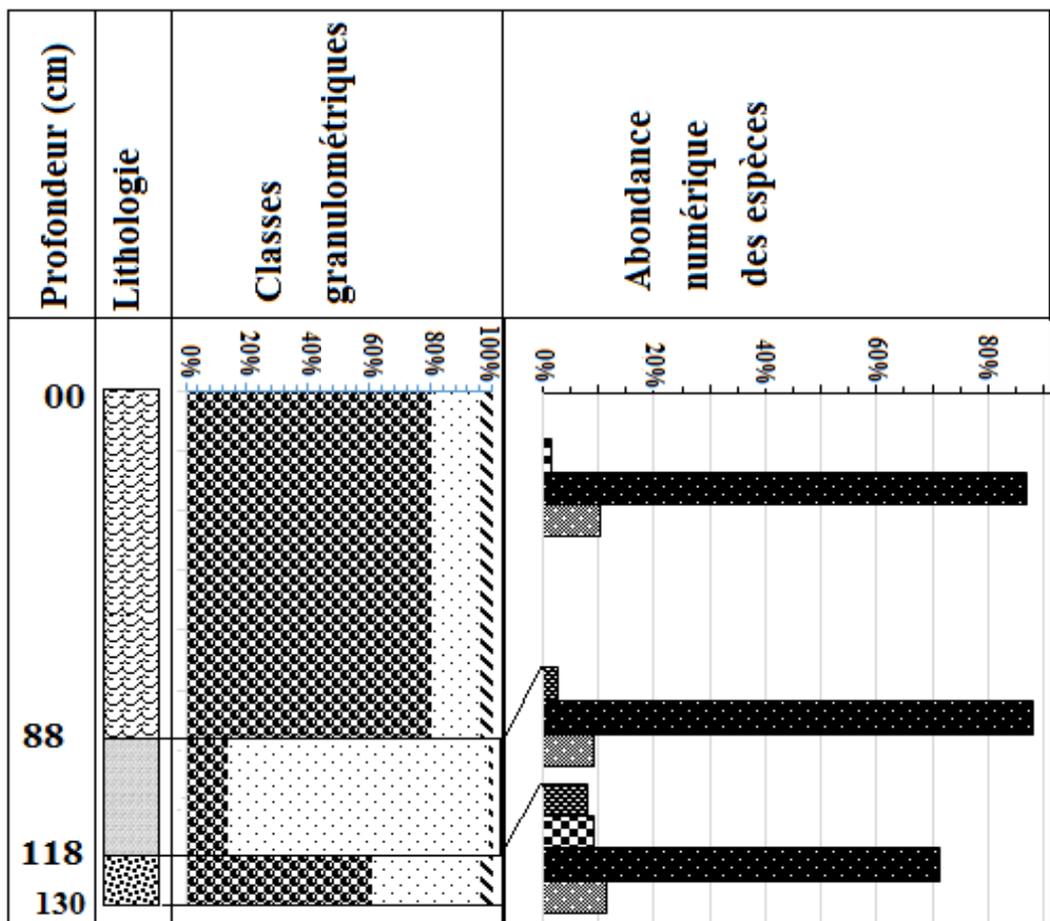


Figure 5. Lithologie, sédimentologie et variation de l'abondance numérique des espèces de Mollusques les plus représentatives le long de la coupe C.
 Figure 5. Lithology, sedimentology and variation of the numerical abundance of the most representative species of Molluscs along section C.

Description lithologique et paléontologique

Les coordonnées géographiques des coupes sont fournies sur le tableau 1.

Coupe A

La coupe A, levée sur le flanc nord-est du lac, montre la succession suivante (Figures 2 et 3A) :

- 232-157 cm : niveau sableux à coquilles rares à la base (Fig. 3B). La faune pauvre comprend de rares *Senilia senilis*, *Bulla striata* et *Felania diaphana*.
- 157-88 cm : niveau à petites coquilles consolidées sur le flanc oriental de la céane. La datation au ^{14}C donne un âge de 4940 ans, soit 2940 B.P., c'est-à-dire Tafolien. Les coquilles deviennent plus abondantes alors que les sables diminuent. La diversité spécifique est bien marquée avec quatre espèces nouvellement apparues, portant à sept le nombre d'espèces de mollusque. Les espèces nouvellement apparues sont *Ungulina rubra* (largement dominante), *Turritella unguina*, *Senilia senilis*, *Bulla striata*, *Felania diaphana*, *Pelecycora isocardia* et *Melliteryx mactroides*. Le niveau a livré également un oursin à test aplati du genre *Rotula*. Les coquilles de lamellibranche sont fréquemment en position de vie avec des valves non séparées (Fig. 3C).

- 88-73 cm : sables fins faiblement coquilliers, les coquilles étant de petite taille. La datation obtenue au ^{14}C donne un âge de 747 ans, c'est-à-dire du subactuel. La diversité spécifique est faible avec la disparition de deux espèces (*Ungulina rubra* et *Melliteryx mactroides*), ce qui réduit leur nombre à 5. *Pelecycora isocardia* est dominante (32%), associée à *Felania diaphana*, *Senilia senilis* et *Bulla striata*.
- 73-00 cm : terrasse formée de grosses coquilles de *Senilia senilis* (55% de la macrofaune) à fraction sableuse faible (16,62%). Ce niveau le plus compact de la terrasse est recouvert de sable brun riche en matières organiques et en calcaire provenant des coquilles qui enrichissent ce sol très propice au maraîchage. La diversité spécifique reste faible (5 espèces) et marquée par la disparition d'une troisième espèce, *Turritella unguina* et l'apparition de *Bittium cf. reticulatum* qui se cantonne dans ce niveau.

Coupe B

Levée 1 km à l'Est de la coupe A, elle montre la succession suivante (Fig. 4) :

- 160-90 cm : sable faiblement coquillier à faune appauvrie comprenant *Ungulina rubra* dominante, accompagnée de *Melliteryx mactroides* et *Cerithium guinaicum*.
- 90-38 cm: ce niveau est formé de coquilles faiblement sableuses à rares lutites. La diversité faunistique est très

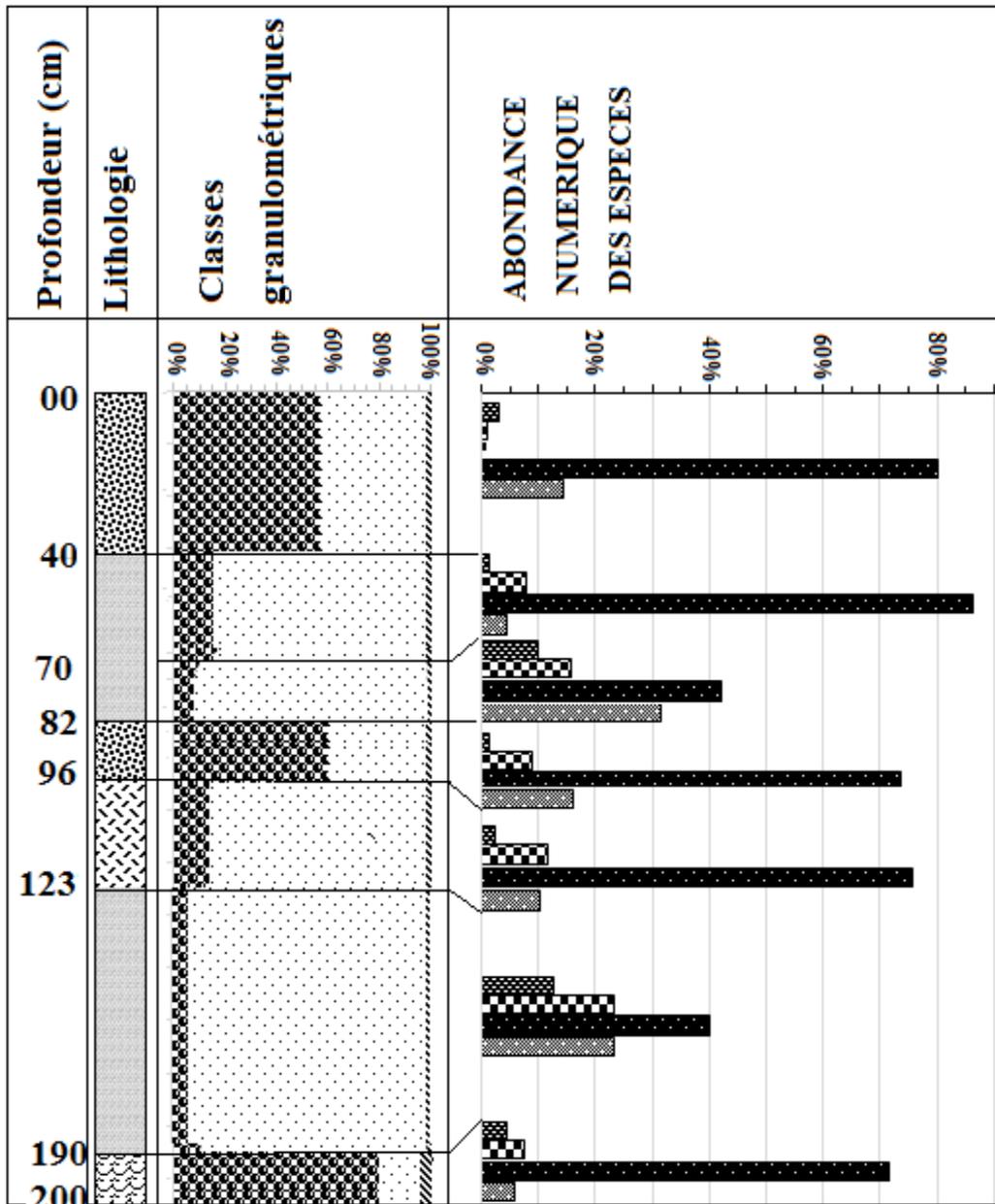


Figure 6. Lithologie, sédimentologie et variation de l'abondance numérique des espèces de Mollusques les plus représentatives le long de la coupe D.
 Figure 6. Lithology, sedimentology and variation of the numerical abundance of the most representative species of Molluscs along section D.

élevée avec sept espèces dont cinq nouvellement apparues et une disparition (*Cerithium guinaicum*). Les espèces nouvellement apparues sont : *Senilia senilis*, *Bulla striata*, *Felania diaphana* et *Turritella unguina*. La faune est dominée par *Felania diaphana* (30%), suivie par *Senilia senilis* et *Ungulina rubra*. *Cerithium guinaicum* disparaît dans ce niveau.

-38-00 cm: c'est un niveau de coquilles sableuses plus compact que le précédent. *Pelecycora isocardia* (50%) domine, suivie par de grosses coquilles de *Senilia senilis*. La diversité spécifique reste élevée et on retrouve les mêmes espèces que dans le niveau précédent.

Coupe C

Elle a été levée à l'Est, sur le flanc sud de la vallée asséchée

du lac et montre la succession suivante (Fig. 5) :

-130-118 cm: niveau de coquilles compactes associées à des sables et rares lutites. La faune comprend cinq espèces. Elle est largement dominée par *Pelecycora isocardia* associée à *Ungulina rubra* et *Senilia senilis* à grosses coquilles.

-118-88 cm :sables faiblement coquilliers à très rares lutites. La faune, peu diversifiée, est largement dominée par *Pelecycora isocardia* (88%) associée à *Senilia senilis* et *Bulla striata*. La diversité spécifique y est très faible avec seulement trois espèces. *Cerithium guinaicum* disparaît alors qu'*Ungulina rubra* est absente.

-88-00 cm: c'est un amas coquillier sableux consolidé. *Pelecycora isocardia* domine numériquement la population (85%). La diversité spécifique augmente légèrement avec quatre espèces. On y note la disparition de *Bulla striata* et

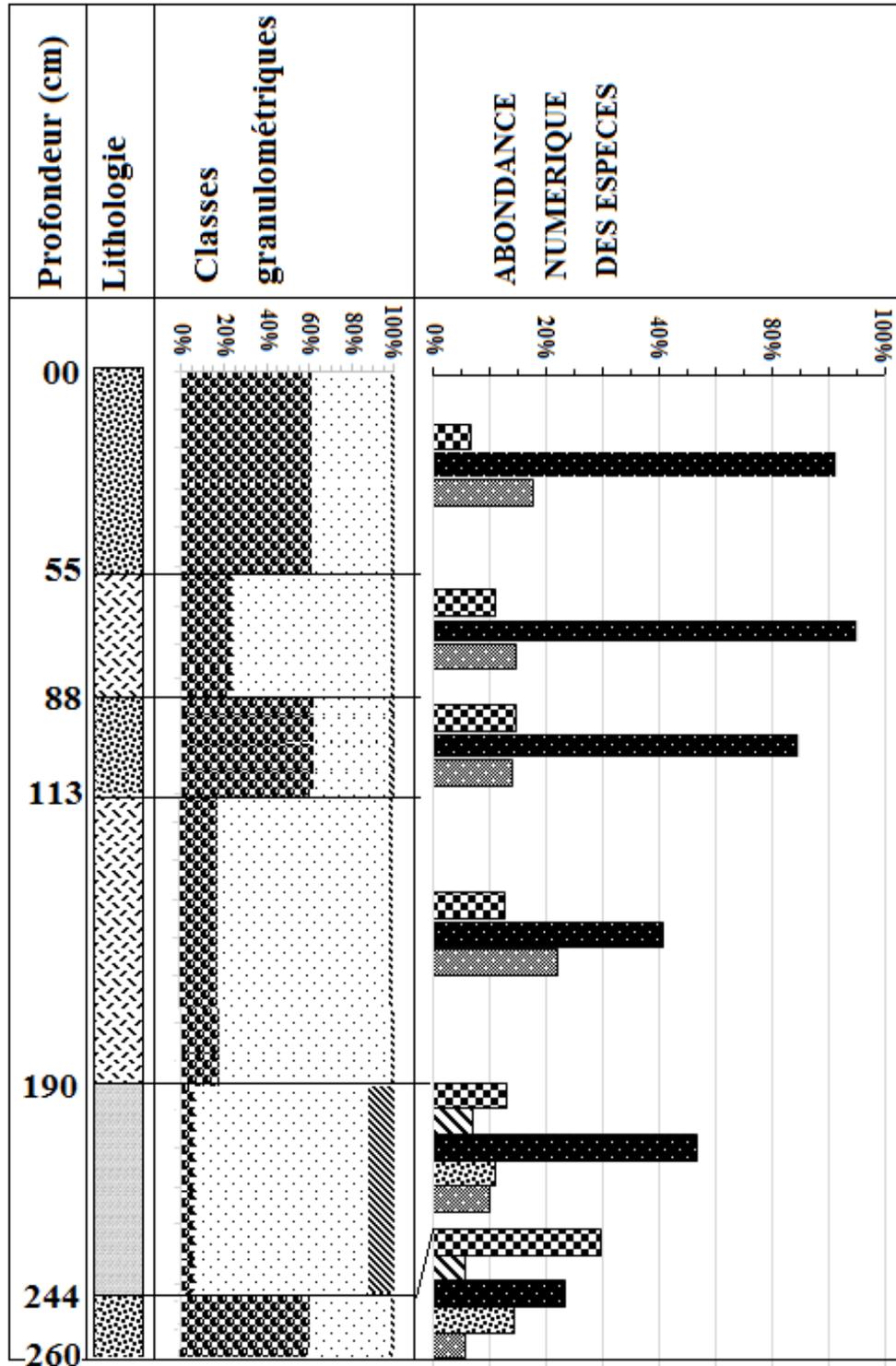


Figure 7. Lithologie, sédimentologie et variation de l'abondance numérique des espèces de Mollusques les plus représentatives le long de la coupe E.
 Figure 7. Lithology, sedimentology and variation of the numerical abundance of the most representative species of Molluscs along section E.

l'apparition de *Melliteryx mactroïdes*. Les coquilles de *Senilia senilis* sont de grande taille.

Coupe D

Elle se situe sur le flanc sud-est du lac. Elle montre la succession suivante (Fig. 6) :

-200-190 cm : niveau à coquilles consolidées à faible fraction sableuse et lutites très rares. La faune, faiblement

diversifiée (4 espèces), est dominée par *Pelecypora isocardia* (plus de 70%), associée à *Senilia senilis* à petites coquilles et *Ungulina rubra*. La diversité spécifique est faible avec seulement quatre espèces.

-190-123 cm : c'est un banc épais de sables moyens à fins, coquilliers par endroits, renfermant les mêmes espèces que le niveau précédent. *Pelecypora isocardia* reste dominante.

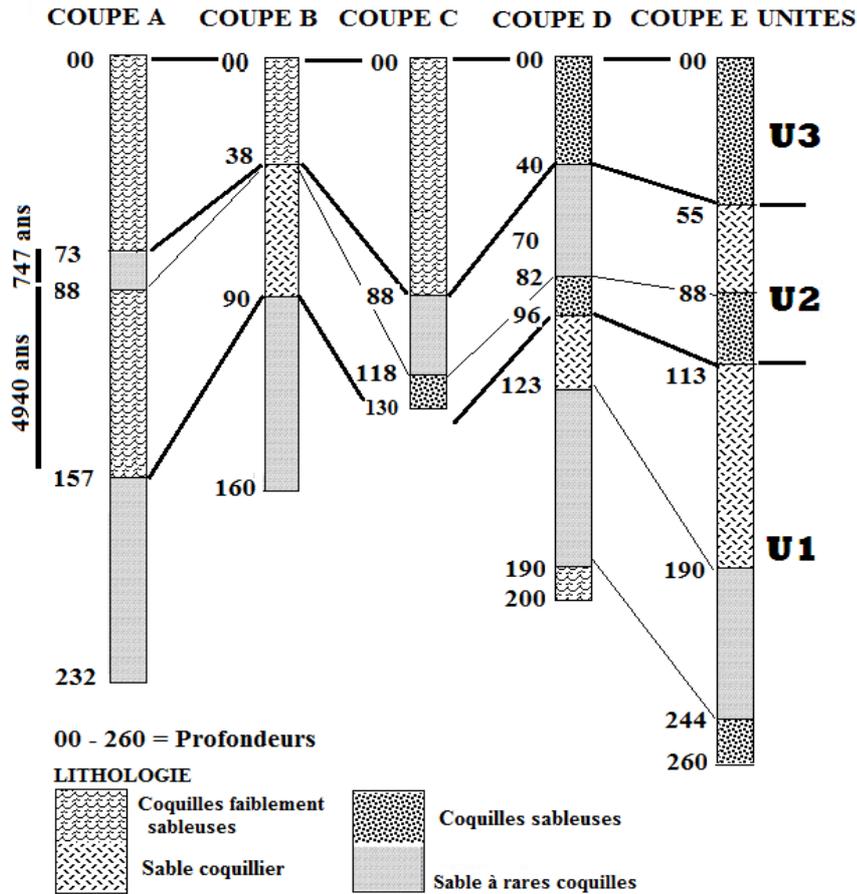


Figure 8. Corrélation des coupes levées autour du Lac Retba.

Figure 8. Correlation of sections raised around the Lake Retba.

- 123-96 cm : il s'agit d'un niveau de sables coquilliers. On y retrouve les mêmes espèces que précédemment avec une large dominance de *Pelecypora isocardia* (76%), accompagnée de *Ungulina rubra* et *Senilia senilis*.
- 96-82 cm : niveau coquillier plus ou moins consolidé et faiblement sableux. L'association est dominée par *Pelecypora isocardia* (77%), associée à *Senilia senilis*. *Cerithium guinaicum* y fait son apparition.
- 82-70 cm : niveau sableux à rares coquilles. La faune, peu diversifiée (4 espèces), se compose de gastéropodes et lamellibranches de petite taille. Elle reste dominée par *Pelecypora isocardia* et *Senilia senilis*.
- 70-40 cm : niveau sableux coquillier à très rares lutites. Les espèces des niveaux inférieurs se poursuivent avec *Pelecypora isocardia* qui atteint 87% de la faune totale.
- 40-00 cm : niveau de coquilles sableuses à rares lutites. La faune se diversifie par l'apparition de 3 espèces (*Felania diaphana*, *Ostrea stentina* et *Melliteryx mactroïdes*) alors que *Cerithium guinaicum* réapparaît. *Pelecypora isocardia* domine largement (80%), associée à *Senilia senilis*.

Coupe E

C'est la coupe la plus profonde avec 260 cm. Elle montre la succession suivante (Fig. 8) :

- 260-244 cm : c'est un niveau de coquilles sableuses à rares lutites. La diversité spécifique y est la plus élevée avec 9 espèces de mollusque et une espèce d'oursin non déterminée (*Rotula* sp.). *Ungulina rubra* et *Pelecypora isocardia* sont les espèces dominantes bien que les coquilles de *Senilia senilis* et *Felania diaphana* représentent une plus forte masse à cause de leur grande taille.
- 244-190 cm : cet intervalle est formé de sables à rares débris de coquilles et très rares lutites. La diversité spécifique reste élevée (9 espèces) et *Cerithium guinaicum* fait son apparition tandis que *Solariella dereimsi* disparaît. *Pelecypora isocardia* est dominante (47%) suivi de *Felania diaphana*.
- 190-113 cm : niveau de sables coquilliers à coquilles bien conservées. La diversité spécifique baisse rapidement de 9 à 4 espèces et *Pelecypora isocardia* reste dominante.
- 113-88 cm : intervalle de coquilles sableuses à rares lutites. La faune, plus diversifiée (6 espèces), est dominée par *Pelecypora isocardia*, *Pugilina morio*, *Melliteryx mactroïdes* et *Turritella unguina* y apparaissent.
- 88-55 cm : intervalle de sables à coquilles entières et brisées avec une faible fraction de lutites. On n'y trouve que trois espèces. *Pelecypora isocardia* reste l'espèce dominante.
- 55-00 cm : intervalle à coquilles bien consolidées faiblement sableuses et à rares lutites. La faune, assez diversifiée, est

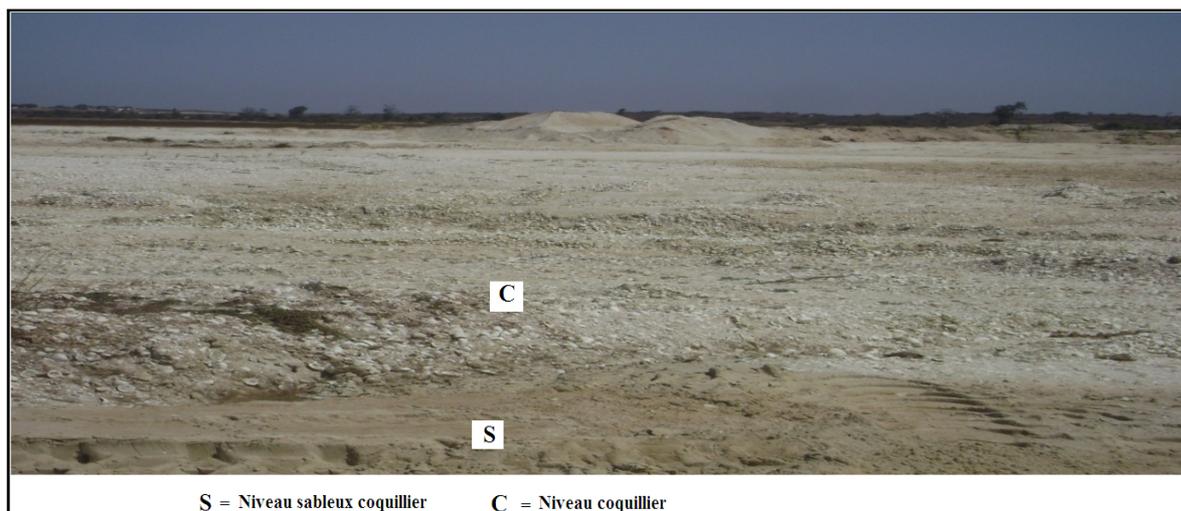


Figure 9. Vue de la carrière principale d'exploitation artisanale d'amas coquilliers du Lac Retba.
 Figure 9. View of the main artisanal mining of shelly accumulations around the Retba Lake.

dominée par *Pelecypora isocardia* (71%) en association avec *Senilia senilis*. On note l'apparition d'*Ostrea stentina*.

Corrélations stratigraphiques

La lithologie et le contenu paléontologique nous ont permis de corréler les différentes coupes entre elles. Les repères de corrélation utilisés sont les niveaux coquilliers. Ils nous ont permis de distinguer trois unités (Fig. 8).

Unité 1

Son épaisseur maximale observée est de 147 cm le long de la coupe F. Elle n'est pas atteinte par la coupe C. Largement dominée par la fraction sableuse, elle se subdivise en trois sous-unités (1a, 1b et 1c).

La sous-unité 1a n'est atteinte que par les coupes D (10 cm) et E (16 cm). C'est un niveau coquillier plus ou moins consolidé et plus ou moins sableux à diversité spécifique variable. L'espèce dominante varie selon les coupes : *Pelecypora isocardia* (coupe D), *Ungulina rubra* et *Senilia senilis* (coupe E). On y trouve l'oursin *Rotula* sp. sur la coupe F.

La sous-unité 1b est recoupée aussi par les coupes D (67 cm) et E (54 cm). Elle est formée de sables plus ou moins riches en coquilles et comporte une faune diversifiée en E (9 espèces), plus pauvre en D (4 espèces). *Pelecypora isocardia* est dominante, associée à *Senilia senilis* et *Felania diaphana*.

La sous-unité 1c est atteinte par toutes les coupes sauf la coupe C. Son épaisseur varie entre 27 cm (coupe D) et 77 cm (coupe E). C'est un niveau sableux coquillier à faune peu diversifiée (3 à 4 espèces) dominée par *Senilia senilis* et *Ungulina rubra* au Nord-Est du lac et par *Pelecypora isocardia* au Sud-Est.

Unité 2

Elle a été recoupée par tous les puits, son épaisseur variant entre 26 cm (coupe D) et 94 cm (coupe A). Cette

unité, plus fortement sableuse, peut être subdivisée en deux sous-unités :

La sous-unité 2a a une épaisseur variant entre 12 cm (coupe C) et 69 cm (coupe A). C'est un niveau coquillier à faune assez diversifiée (5 à 7 espèces) dominée par *Ungulina rubra* et *Felania diaphana* sur le flanc NE du lac et *Pelecypora isocardia* sur son flanc SE.

La sous-unité 2b a une épaisseur pouvant atteindre 33 cm (coupe E). C'est un niveau sableux coquillier à faune peu diversifiée (3 à 5 espèces) dominée par *Pelecypora isocardia*.

Unité 3

C'est un niveau coquillier compact de 38 cm (coupe B) à 88 cm d'épaisseur (coupe C). C'est le niveau exploité sous forme de carrière artisanale (Fig. 9). La diversité faunistique est très variable (4 à 8 espèces); les espèces *Senilia senilis* et *Pelecypora isocardia* étant dominantes.

DISCUSSION

L'épaisseur maximale des amas coquilliers traversés est de 260 cm (coupe E). L'analyse lithostratigraphique et paléontologique des coupes a permis de distinguer trois unités débutant chacune par un niveau coquillier surmonté d'un banc sableux dans les unités 1 et 2. Les deux datations obtenues confirment l'âge post-nouakchottien des dépôts, du moins pour les unités 2 et 3. Au Quaternaire récent, ces niveaux d'accumulation coquillière sont connus dans tous les points bas de la presqu'île du Cap Vert et le long de la grande côte du Sénégal jusqu'en Mauritanie (Elouard *et al.* 1977). Selon la nature du substrat, les coquilles sont associées à des galets roulés ou à du sable interstitiel pour constituer des terrasses correspondant à des plages fossiles. Au lac Retba, les niveaux d'accumulation coquillière indiquent par conséquent la position de la ligne de rivage. L'absence de galets roulés s'explique par la nature sableuse du substrat (Sow *et al.* 2006). La présence constante de coquilles de lamellibranches avec des valves non séparées et parfois même en position de vie, indique un transport très faible à nul. Ceux-ci sont caractéristiques d'un milieu marin

à énergie modérée (Elouard 1974). Ces données de la faune s'accordent bien avec les données sédimentologiques marquées par la dominance des sables moyens à fins (500 à 160 μm) et la faible proportion des lutites. Les bancs sableux intercalés correspondraient à des dépôts intertidaux à supratidaux mis en place lors de périodes de légère montée du niveau marin ou à du sable éolien ; la part de chacun de ces apports ne pouvant être connue que par une analyse des grains de sable. Sa faune proviendrait du remaniement de dépôts coquilliers antérieurs. Dans ces amas coquilliers *Pelcyora isocardia* est l'espèce dominante en nombre d'individus, bien que les coquilles de *Senilia senilis* plus grosses et plus lourdes dominant en poids, ce qui frappe à première vue. Vers le Nord du lac, nous avons observé une forte prolifération d'*Austromacoma nymphalis* associées aux espèces précédentes. Cette espèce associée à *Senilia senilis* est caractéristique d'un milieu à énergie modérée (Elouard 1974).

Unité 1

Le niveau coquillier inférieur (unité 1a) est dominé par *Pelcyora isocardia*, *Ungulina rubra* et *Senilia senilis* qui sont des espèces vivant sur les côtes sableuses et les estuaires des côtes basses. Sur la coupe E, elles sont associées à *Rotula* sp., oursin rencontré au lac Tanma mais également entre Rao et Gandon (Saint-Louis). Cette dernière espèce indique un milieu franchement marin correspondant au maximum de la transgression nouakchottienne aux environs de 5500 B. P. au Sénégal et en Mauritanie (Elouard et al. 1977). Durant cette période le lac Retba correspondrait à un petit golfe marin. La diversité spécifique plus élevée dans le puits E serait liée à des apports d'eau douce dans cette partie du lac comme en témoigne la présence de *Turritella unguina*, espèce pouvant s'adapter à des milieux saumâtres (Moret 1958). La faune récoltée dans le premier niveau sableux (unité 1b) est peu différente de celle du niveau précédent et indiquerait le même environnement de petit golfe marin recevant des apports d'eau douce à partir des marigots du Sud-Est du lac Rose. Le niveau sableux sommital de l'unité 1 atteint une épaisseur maximale (77 cm) dans la coupe E. Sa faune indique le même type d'environnement mais plus confiné, ce que traduit la plus faible diversité spécifique.

Unité 2

La base de l'unité 2 renferme les mêmes espèces dominantes que dans l'unité 1. Elles sont associées aux espèces d'eau saumâtre *Turritella unguina* et *Pugilina morio*, traduisant des apports en eau douce plus importants à partir du bassin-versant du lac Retba, notamment sur les flancs NE et SE. Ces apports d'eau douce ont favorisé une plus grande diversité de la faune sur ces deux flancs. Les niveaux de plus forte diversité spécifique (88 à 157 cm, coupe A) indiquent un milieu plus favorable à l'épanouissement des Mollusques, avec une association comprenant notamment *Pelcyora isocardia*, *Senilia senilis*, *Bulla striata*, *Turritella unguina*, *Felania diaphana*, *Ungulina rubra* et un oursin typiquement marin, *Rotula* sp. L'absence des espèces d'eaux saumâtres dans les coupes C et D traduit l'absence d'apports d'eau douce dans la zone

centrale du lac à cette époque. Le niveau sableux supérieur renferme en partie des espèces présentes dans les niveaux inférieurs et proviendraient d'un remaniement de ces derniers. Son absence dans la coupe B s'expliquerait par l'érosion. Les deux datations obtenues le long de la coupe A à la base et au toit de cette unité confirment pour l'ensemble des dépôts l'âge post-nouakchottien avancé par Elouard et al. (1975).

Unité 3

Elle correspond à la terrasse supérieure rencontrée par toutes les coupes. Elle se caractérise par la dominance de grosses coquilles de *Senilia senilis* dans certains secteurs, indiquant un milieu de dépôt lagunaire chaud, semi-ouvert et peu profond comme l'ont montré les travaux de Debenay & Sy (1989) dans la lagune nouakchottienne de Mbodiène sur la Petite Côte. Ces auteurs ont montré que c'est la période la plus favorable à la production de coquilles de *Senilia senilis*, permettant l'accumulation de la terrasse en quelques décennies. Le développement de *Senilia senilis* est également lié à une bonne oxygénation du milieu (Elouard 1974). Dans cette unité la présence constante sur le flanc sud du lac d'*Ostrea stentina*, associée parfois à *Ostrea stentina* (espèce d'eau saumâtre; Nicklés 1950, Elouard 1974), implique des apports d'eau douce provenant du bassin-versant. L'alimentation en eau douce du paléo-golfe serait plus importante ici que dans les unités précédentes et serait responsable de la plus grande diversité de la faune saumâtre.

CONCLUSION

L'inventaire de la macrofaune a permis d'identifier 23 espèces de mollusques appartenant à 21 genres et une espèce d'échinoderme (*Rotula* sp.). La faune de mollusques comprend douze espèces de gastéropodes dont les plus fréquentes sont *Turritella unguina* et *Bulla striata* et onze espèces de bivalves dont les plus fréquentes sont *Senilia senilis*, *Pelcyora isocardia*, *Ungulina rubra* et *Felania diaphana*. L'étude stratigraphique a montré que les dépôts sont formés par une alternance de niveaux sableux, de coquilles sableuses ou de coquilles faiblement sableuses. Les données faunistiques combinées aux données sédimentologiques et radiométriques ont permis de mettre en évidence trois phases dans l'évolution du lac Retba:

La première phase, caractérisée par une grande diversité de la faune de mollusques avec des coquilles bien conservées associée à un échinoderme marin et une sédimentation essentiellement sableuse (sables moyens à fins) correspondrait à un stade de golfe marin ouvert consécutif à la transgression nouakchottienne (6800-4200 B. P.).

La deuxième phase post-nouakchottienne correspondrait à un stade de golfe marin peu ouvert caractérisé par une diversité spécifique moins élevée.

La dernière phase correspond à un stade de lagune semi fermée mise en place entre le subactuel et l'actuel. Elle se distingue par une faune oligo spécifique spécialisée où *Senilia senilis* et *Pelcyora isocardia* dominant largement. Cette partie de la terrasse est caractérisée par des coquilles

de *Senilia senilis* de grande taille qui font l'objet d'une exploitation artisanale.

Durant toute la période de dépôt, on rencontre par endroit des espèces d'eaux saumâtres comme *Ostrea stentina* et *Ostrea stentina* qui attestent des venues d'eau douce sur le flanc sud du lac.

REMERCIEMENTS

Les évaluateurs anonymes sont remerciés pour leurs commentaires et suggestions.

REFERENCES

- Dollfus G.F. 1911. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. *Mémoire de la Société Géologique de France, Paléontologie*, 44, 1-78.
- Debenay J.P. & Sy I. 1989. Production annuelle de coquilles par *Anadarasenilis* (mollusque ouest africain). Application à la durée d'édification de la terrasse Nouakchottienne. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 6, 8, 1227-1234.
- Dereims A. 1911. Résultats géologiques de la mission P. Blanchet. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. *Mémoire de la Société Géologique de France, Paléontologie*, 44, 5-13.
- Elouard P. 1974. Ecologie des Mollusques de la lagune de Fadioute (Sénégal) et de son homologue fossile de Mbodiène (5500 ans avant nos jours). *Haliotis*, 4, 1-2, 153-166.
- Elouard P., Evin J. & Hébrard L. 1975. Observations et résultats de mesures au radiocarbone sur les cordons littoraux coquilliers du lac Retba - Sénégal. *Bulletin de Liaison de l'ASEQUA*, 46, 15-19.
- Elouard P. & Faure H. 1967. *Quaternaire de l'Inchiri, du Taffoli et des environs de Nouakchott*. Rapport Laboratoire Géologie Faculté des Sciences, Université de Dakar, 19, 65p.
- Elouard P., Faure H. & Hébrard L. 1977. Variations du niveau de la mer au cours des 15 000 dernières années autour de la presque île du Cap-Vert, Dakar - Sénégal. *Bulletin de Liaison de l'ASEQUA*, 50, 29-49.
- Garnier J-M. 1978. Evolution géochimique d'un milieu confiné, le lac Retba (Cap Vert), Sénégal. *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique*, 2, 20, 1, 43-58.
- Michel P., Elouard P. & Faure H. 1968. Nouvelles recherches sur le Quaternaire récent de la région de Saint-Louis (Sénégal). *Bulletin Institut Fondamental d'Afrique noire*, 30, 1, 1-38.
- Moret L. 1958. Manuel de Paléontologie Animale. *Masson & Cie éd.*, Paris VI, 771, 274p.
- Monteillet J. 1974. Etude quantitative d'un échantillon de faune du Quaternaire récent de la région de Saint-Louis (Sénégal). *Bulletin Institut Fondamental d'Afrique noire*, 36, 2, 257-290.
- Nickles M. 1950. Mollusques testacés marins de la côte occidentale d'Afrique. *Paul Lechevalier éd.*, Paris VI, 259p.
- Rosso J-C., Elouard P. & Monteillet J. 1977. Mollusques du Nouakchottien (Mauritanie et Sénégal septentrional) : Inventaire systématique et esquisse paléoécologique. *Bulletin Institut Fondamental d'Afrique noire*, 39, 3, 1-38.
- Sow E., Compère P. & Sarr R. 2006. Diatomées fossiles du lac Retba (Sénégal, Afrique de l'Ouest). *Aperçu paléo-écologique*. *Algological Studies*, 120, 63-80.
- WoRMS—Word Register of Marine Species (Online), 2017 : www.marinespecies.org.

Manuscrit reçu le 07/05/2016
Version révisée acceptée le 08/06/2018
Version finale reçue le 25/07/2018
Mise en ligne le 26/09/2018

Planche (plate) 1. Bivalves. 1 : *Lutraria lutraria*; 2 : *Felania diaphana* ; 3 : *Pelecycora isocardia* ; 4 : *Senilia senilis* de grande taille ; 5 : *Senilia senilis* de petite taille; 6 : *Ostrea stentina*. Barre d'échelle (scale bar) : 1 cm.

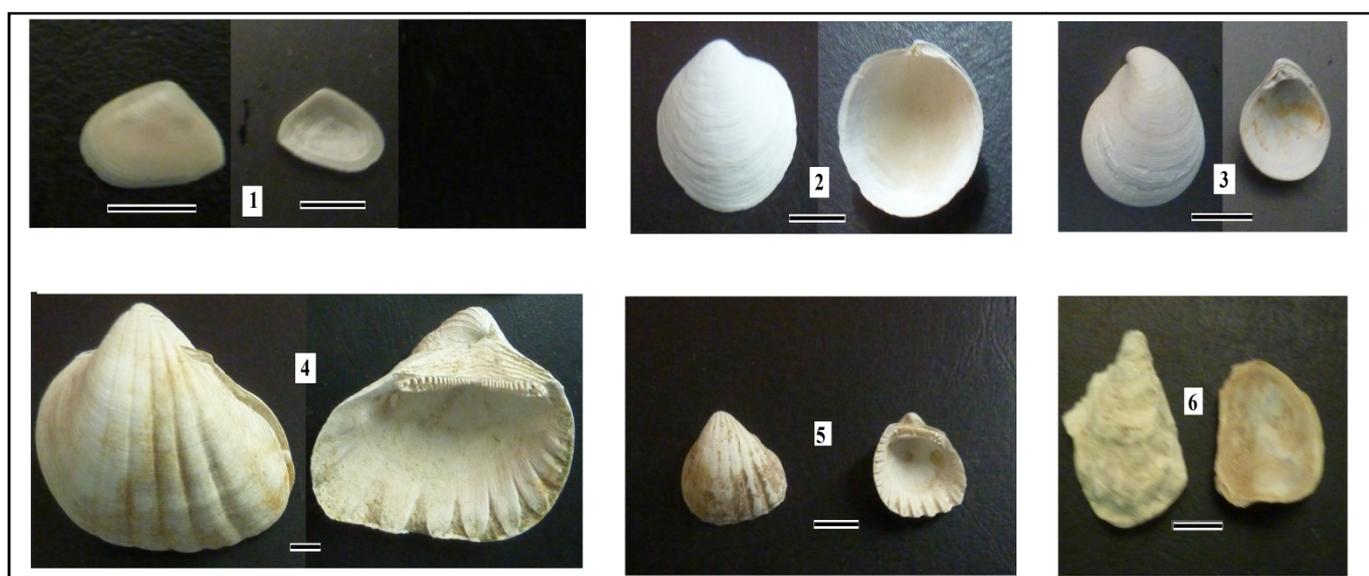


Planche (plate) 2. Gastéropodes. 7 : *Bulla striata*; 8 : *Pugilina morio* ; 9 : *Tympanotonus fuscatus*; 10 : *Turritella unguina* ; 11 : *Rotula* sp.
Barre d'échelle (scale bar) : 1 cm.).

