

Lithologie, biostratigraphie, paléoenvironnement et ostracodes de l'Eocène inférieur de la falaise de Ngazobil (Sénégal)

Raphaël SARR^{1*}, Marième BA¹ & Thierno Diawo DIALLO¹

¹ Laboratoire de Sédimentologie et de Biostratigraphie, Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar - B. P. 5005 Dakar-Fann, Sénégal. E-mail R.S. mbundor52@yahoo.fr; e-mail M.B.: bamamy11@gmail.com; e-mail T.D.D.: diallobousra29@gmail.com

* Auteur correspondant

Résumé

Les études lithologique et biostratigraphique de la falaise de Ngazobil au Sénégal occidental ont permis d'affiner la stratigraphie de cette coupe-type du Membre de Ngazobil de la Formation de Thiès datée de l'Eocène inférieur. La falaise comprend 5 unités successives: (1) calcaire argileux coquillier, (2) alternance de marnes et de calcaire argileux, (3) calcaire noduleux coquillier à silex rares, (4) marnes grises à minces bancs de calcaire argileux et (5) gravillons latéritiques discordants. L'Unité 1 renferme l'association planctonique *Acarinina quetra*, *A. wilcoxensis*, *Parasubbotina inaequispira* et *Pseudohastigerina wilcoxensis* des biozones E5-E6 de l'Yprésien moyen. L'Unité 2 renferme *Acarinina angulosa*, *A. bulbrookii*, *A. pseudotopilensis*, *A. cf. primitiva*, *A. soldadoensis*, *Parasubbotina inaequispira* et *Turborotalia* aff. *frontosa* qui indiquent la biozone E7 de l'Yprésien supérieur. Les Unités 3 et 4 renferment les espèces de l'Unité 2 auxquelles s'ajoutent *Acarinina pentacamerata*, *Pseudohastigerina micra*, *Pseudoglobigerinella bolivariana* et *Subbotina* cf. *eocaena* qui caractérisent la biozone E7 de l'Yprésien supérieur. Chez les ostracodes, les unités 1 à 4 renferment 36 espèces dont 3 nouvelles décrites: *Cytherella ngazobilensis* n. sp., *Paijenborchella pangoli* n. sp. et *Xestoleberis joalfadiouthiensis* n. sp. Les unités 1 et 2 renferment *Evisceratocythere glabella* et *Paracosta culcitosa* qui indiquent l'association H2 de Sarr (2012) de l'Yprésien inférieur à moyen du Sénégal occidental. Les unités 3 et 4 renferment *Loxoconcha lagosensis* et *Semicytherura carioi* de l'association H3 de l'Yprésien supérieur au Lutétien. Les affinités paléogéographiques avec les bassins du Golfe de Guinée, les bassins sud-téthysiens d'Afrique du Nord et les bassins transsahariens sont discutées. Le milieu de dépôt est marqué par des fluctuations du niveau marin dans une plateforme interne à moyenne carbonatée devenant de moins en moins profonde sous un climat tropical chaud.

Mots-clés

Falaise de Ngazobil (Formation de Thiès), Yprésien moyen et supérieur, biostratigraphie, foraminifères, ostracodes, paléoenvironnement, paléobiogéographie.

Abstract

Lithology, biostratigraphy, paléoenvironnement and ostracods of the Lower Eocene of the Ngazobil cliff (Senegal). - Lithologic and biostratigraphic studies of the Ngazobil cliff in Western Senegal allowed to refine the stratigraphy of this type section of the Ngazobil Member in the lower Eocene Thies Formation. The cliff comprises a succession of 5 units: (1) clayey shelly limestones, (2) alternating marls and limestones, (3) nodular bioclastic clayey limestones with scarce flints, (4) grey marls with thin banks of limestones and (5) discordant lateritic gravels. Unit 1 yields *Acarinina quetra*, *A. wilcoxensis*, *Parasubbotina inaequispira* and *Pseudohastigerina wilcoxensis* of biozones E5-E6 of Middle Ypresian. Unit 2 includes *Acarinina angulosa*, *A. bulbrookii*, *A. pseudotopilensis*, *A. cf. primitiva*, *A. soldadoensis*, *Parasubbotina inaequispira* and *Turborotalia* aff. *frontosa* of the Upper Ypresian biozone E7. Units 3 and 4 yield the same species with *Acarinina pentacamerata*, *Pseudohastigerina micra*, *Pseudoglobigerinella bolivariana* and *Subbotina* cf. *eocaena* of the Upper Ypresian biozone E7.

Ostracods of Units 1 to 4 comprise 36 species including 3 newly described: *Cytherella ngazobilensis* n. sp., *Paijenborchella pangoli* n. sp. and *Xestoleberis joalfadiouthiensis* n. sp. Units 1 and 2 contains *Evisceratocythere glabella* and *Paracosta culcitosa* that indicate H2 Zone of Sarr (2012) related to Lower and Middle Ypresian in Western Senegal. Units 3 and 4 contains *Loxoconcha lagosensis* and *Semicytherura carioi* that indicate H3 Zone of the Upper Ypresian to Lutetian. Paleobiogeographic affinities with the Gulf of Guinea basins, the South Tethyan basins of North Africa and the Trans-Saharan basins are discussed. The deposit environment is marked by sea level fluctuations in an internal to mid-shelf carbonate platform becoming shallower under a warm tropical climate.

Keywords

Ngazobil cliff (Thies Formation), Middle and Upper Ypresian, biostratigraphy, foraminifera, ostracods, paleoenvironment, paleobiogeography.

1. INTRODUCTION

La falaise de Ngazobil a fait l'objet de nombreux travaux stratigraphiques et paléontologiques. Meunier (1898) mentionne le premier la présence de calcaire jaune à Joal qu'il place au-dessus des couches de phosphates de Pointe Sarène au sud de Nianing. Les premiers travaux biostratigraphiques ont été menés à partir de mollusques (lamellibranches, gastropodes) et d'échinides. Chautard (1905) décrit la falaise de Ngazobil et en fait le premier inventaire paléontologique. Les mollusques comprennent 20 espèces dont 7 sont décrites. La faune est corrélée avec celle du bassin de Paris et datée de l'Eocène moyen. Besairie (1943) réunit dans le Groupe de Thiès les terrains de l'Eocène inférieur des régions de Dakar et de Thiès. Il rattache la faune de Ngazobil et le calcaire coquillier compact du sondage de Thiès dans la partie moyenne de ce groupe. Tessier (1952) reprend la stratigraphie de la falaise et décrit 4 nouvelles espèces de mollusques. Son inventaire comprend 53 espèces, dont 30 lamellibranches, 19 gastropodes et 4 échinodermes. L'auteur signale la présence du foraminifère benthique *Discocyclina* sp. 2 décrit par la suite comme *Discocyclina senegalensis* Abrard, 1956. Dans la falaise de Thiès, il distingue 5 ensembles lithologiques terminés par l'Horizon de Ngazobil. Tessier (1952) note le caractère progressif du passage Yprésien-Lutétien à l'est de Thiès et fixe la base du Lutétien à l'apparition de l'oursin *Echinolampas* et à l'aspect calcito-crayeux des faciès.

Les premiers travaux sur les microfaunes de Ngazobil ont été faits par Ducasse *et al.* (1978) qui identifient des foraminifères et des ostracodes. Les foraminifères planctoniques *Acarinina angulosa* (Bolli, 1957), *A. bulbrookii* (Bolli, 1957), *A. collactea* (Finlay, 1939), *A. soldadoensis* (Brönnimann, 1952), *A. wilcoxensis* (Cushman & Ponton, 1932), *Globigerina boweri* Bolli, 1957, *Morozovella caucasica* (Glaessner, 1937), *Parasubbotina inaequispira* (Subbotina, 1953), *P. varianta* (Subbotina, 1953), *Planorotalites pseudoscitula* (Glaessner, 1937), *Pseudohastigerina micra* (Cole, 1927) et *Turborotalia aff. frontosa* (Subbotina, 1953) ont permis de dater l'Yprésien à Ngazobil. Les ostracodes comprennent 18 espèces dont 12 rapportées à des taxons connus : *Acanthocythereis* sp. Salahi, 1966, *Afranticythereis bopaensis* (Apostolescu, 1961), *Aysegulina uberata* (Apostolescu, 1961), *Bairdia* cf. *ilaroensis* Reymont & Reymont, 1959, *Buntonia pulvinata* Apostolescu, 1961, *Bythocypris olaredodui* Reymont, 1963, *Eocytheropteron devius* Apostolescu, 1961, *Evisceratocythere glabella* Apostolescu, 1961, *Leguminocythereis senegalensis* Apostolescu, 1961, *Paijenborchellina ijuensis* Reymont, 1959, *Paracosta culcitosa* (Apostolescu, 1961) et *Quadracythere laghiroboensis* (Apostolescu, 1961).

Les travaux de Sarr (1995, 1998, 1999, 2012, 2013) sur le horst de Diass, la région de Mbour-Joal et le Sine Saloum ont permis la description de nouveaux taxons, dont 12 sont signalés dans ce travail : *Aysegulina mbassisensis*

Sarr, 2013, *Buntonia carbonneli* Sarr, 1999, *Buntonia iso-decrepita* Sarr, 1999, *Cytherella bargnyensis* Sarr, 1999, *Cytherella ducassali* Sarr, 1999, *Cytherelloidea brancati* Sarr, 1999, *Hermanites liebauti* Sarr, 1999, *Hermanites pustulosa* Sarr 2013, *Orthonotacythere lebouii* Sarr, 1999, *Reticulina reymonti* Sarr, 1999, *Semicytherura cariouii* Sarr, 2012 et *Uromuellerina guiraudi* Sarr, 2013. Sarr (2012) établit aussi une échelle de biozonation par les ostracodes du Paléogène du Sénégal occidental.

Dans la Notice explicative de la carte géologique du bassin sédimentaire sénégalais, Roger *et al.* (2009) ont défini la Formation de Thiès pour réunir les terrains de l'Eocène inférieur de la région. Les auteurs distinguent les membres de Yène, de Tiémassas, de Pointe Sarène, du Ravin des Voleurs et de Ngazobil. La falaise de Ngazobil ayant été choisie par Roger *et al.* (2009) comme coupe-type dans la localité type de la plage de Ngazobil, ce travail a pour but de compléter les connaissances géologiques sur ce stratotype à partir d'études sédimentologiques et microfaunistiques détaillées.

2. CADRE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

Ngazobil se situe à 100 km au sud-est de Dakar dans la région de Thiès. La falaise borde le littoral du Petit Séminaire jusqu'à la Pointe Gaskel au nord du Port de Joal-Fadiouth où les affleurements s'annoient sous le cordon littoral à la faveur d'une faille. C'est l'affleurement le plus méridional de l'Eocène inférieur du Sénégal (Fig. 1). La falaise est recoupée par des failles verticales qui apparaissent horizontales sur la plage à marée basse. Les directions dominantes sont N135° et N35°, mais on trouve la direction N95° (Sarr, 1982).

La Formation de Thiès affleure à l'est du horst de Diass et forme une longue bande nord-sud entre Mont-Rolland et Ngazobil. Elle repose en discordance sur les calcaires coquilliers de la Formation de Poponguine (Paléocène supérieur). L'épaisseur de la Formation de Thiès diminue du nord (186 m à Taïba) au sud (58 m à Ngazobil). La formation comprend cinq membres :

- (1) le Membre de Yène correspond à un mince banc de calcaire à phosphate, glauconie et silex (1 à 5 m). Il affleure à Fouloume au pied de la falaise de Thiès et dans le marigot de Tiémassas au sud de Nianing sous forme d'argiles brun verdâtre à nodules de sable fin rosé et d'attapulgitite glauconieuse litée (1 m) (Sarr, 1982);
- (2) le Membre de Tiémassas est constitué d'argiles feuilletées blanches à attapulgitite riches en nodules et lentilles de silex. Il affleure au Ravin des Voleurs, à l'est et au sud de Mbour entre Nianing, Ndiémame, Rof et Mbodiène;
- (3) le Membre de Pointe Sarène correspond à un mince banc calcaire phosphaté à silex (5 m) qui affleure sur le littoral de Pointe Sarène et dans les carrières d'attapulgitite de la falaise de Thiès;

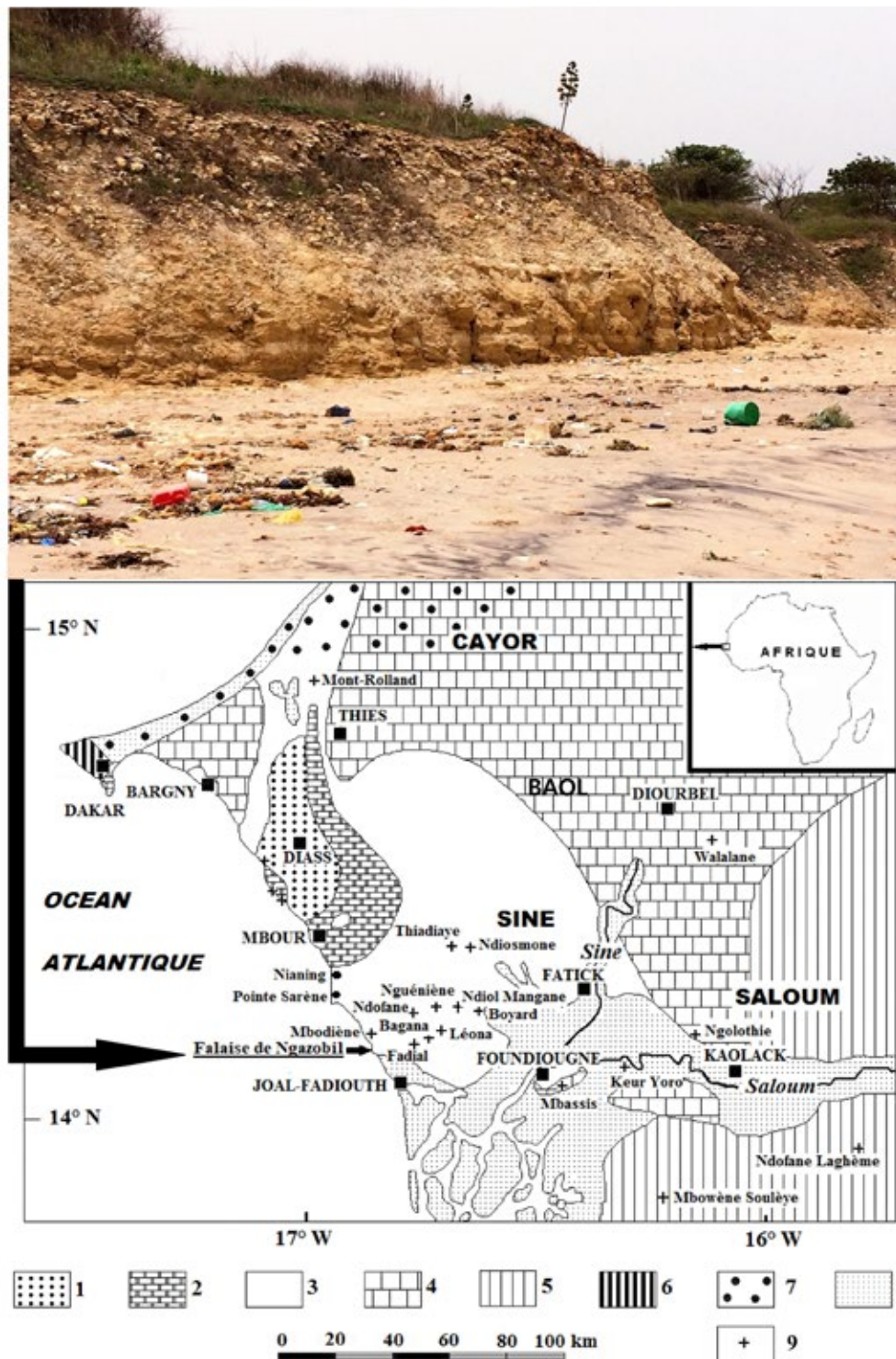


Fig. 1 : Falaise de Ngazobil et carte géologique du Sénégal occidental.

1 : Groupe de Diass (Campanien terminal–Maastrichtien) : sables, grès, argiles ; 2 : Groupe du Cap-Vert (Paléocène) : grès calcaires, marnes, calcaires ; 3 : Formation de Thiès (Yprésien) : argiles, marnes et calcaires ; 4 : Formations de Lam-Lam et Taïba (Lutétien–Bartonien) : marnes, calcaires, calcaires à nummulites ; 5 : Formation du Saloum (Miocène moyen et supérieur) : sables, grès, argiles ; Quaternaire ; 6 : Basaltes et dolérites ; 7 : Dunes Rouges ; 8 : Alluvions récentes ; 9 : Forages étudiés.

Fig. 1 : The Ngazobil cliff and geological map of Western Senegal.

1. Groupe de Diass (Uppermost Campanian–Maastrichtian) : sands, sandstones, clays ; 2. Groupe du Cap-Vert (Paleocene) : calcareous sandstones, marls, limestones ; 3. Formation de Thiès (Ypresian) : clays, marls and limestones ; 4. Lam-Lam and Taïba Formations (Lutetian–Bartonian) : marls, limestones, limestones with nummulites ; 5. Formation du Saloum (Middle and Upper Miocene) : sands, sandstones, clay ; Quaternary ; 6. Basalts and dolerites ; 7. Red Dunes ; 8. Recent alluvium ; 9. Studied wells.

- (4) le Membre du Ravin des Voleurs (75 à 100 m) comprend des marnes à fines plaquettes et lentilles de calcaire fossilifère. Il affleure à Mont-Rolland, au lac Tanma, au Ravin des Voleurs, à Kissane et à Ngolfagnig au sud-est de la falaise de Thiès ;
- (5) le Membre de Ngazobil correspond à une alternance de marnes et de calcaires à mollusques et oursins. Il renferme des foraminifères et des ostracodes qui sont étudiés dans ce travail.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

La coupe a été levée entre l'enceinte nord du Petit Séminaire (14°11'51" Nord; 16°52'05" Ouest) et la Pointe Gaskel au sud (14°12'02" Nord; 16°52'07" Ouest). Treize échantillons numérotés Ng1 à Ng13 ont été prélevés pour des études sédimentologiques et micro-paléontologiques. Les analyses sédimentologiques ont consisté à décrire les roches à l'œil nu puis à déterminer le pourcentage de CaCO_3 par attaque directe à HCl dilué à 37 %. Le résidu est séché puis pesé pour obtenir le pourcentage de CaCO_3 . Pour extraire les microfaunes un poids de 50 g de sédiment séché a été lavé entre les tamis de maille 600 μm et 63 μm . Le refus du tamis de 63 μm est séché puis trié pour prélever séparément les foraminifères et les ostracodes. Un total de 300 individus a été trié en moyenne pour chaque groupe et on a procédé à un second lavage chaque fois que ce nombre n'était pas atteint. Les microfossiles ont été déterminés à l'aide de la collection du Laboratoire de Sédimentologie et de Biostratigraphie du Département de Géologie de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar et à partir de la littérature scientifique disponible. Certaines espèces d'ostracodes ont été photographiées au Microscope Electronique à Balayage (MEB) pour l'illustration. L'échelle de biozonation des foraminifères planctoniques de Berggren & Pearson (2005) ainsi que la base de données en ligne des foraminifères planctoniques <https://www.mikrotax.org/pforams/> ont été utilisées pour calibrer les âges. Pour les ostracodes, nous avons utilisé l'échelle établie par Sarr (2012) pour le Sénégal occidental.

4. LITHOLOGIE ET BIOSTRATIGRAPHIE

4.1. Lithologie

La falaise de Ngazobil est constituée d'une alternance marno-calcaire d'environ 7,50 m d'épaisseur. Le découpage en 5 unités lithologiques a été établi à partir des caractères pétrographiques et sédimentologiques (Fig. 2).

4.1.1. Calcaire argileux coquillier (Unité 1)

Le banc de calcaire argileux blanc à jaunâtre (0,60 m) s'observe à marée basse sur la plage. C'est un calcaire

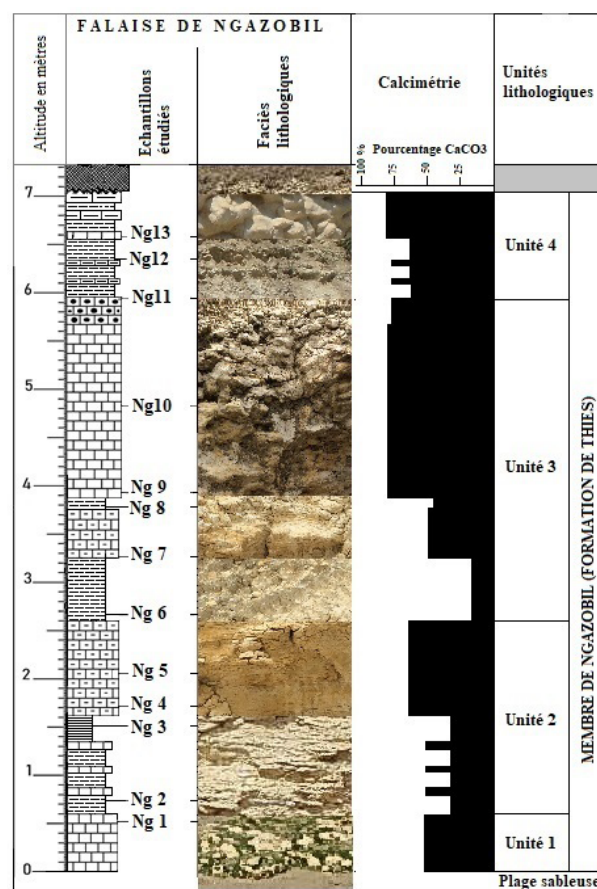


Fig. 2: Coupe géologique et calcimétrie de la falaise de Ngazobil.

Fig. 2: Geological section and calcimetry of the Ngazobil cliff.

wackestone argileux bioclastique riche en lamelli-branches, gastropodes, échinodermes, foraminifères et ostracodes.

Les foraminifères planctoniques comprennent *Acarinina quetra* (Bolli, 1957), *A. wilcoxensis*, *Chiloguembelina* sp., *Parasubbotina inaequispira* et *Pseudohastigerina wilcoxensis*. Les foraminifères benthiques comprennent *Cancris subconicus* (Terquem, 1882), *Cibicides* gr. *lobatulus* (Walker & Jacob, 1798), *Discocyclus senegalensis*, *Nonionella* cf. *insecta* (Schwager, 1883), *Rotorbinella hensoni* (Smout, 1954), *Textularia* cf. *minuta* Berthelin, 1880 et *Textularia* sp.

Les ostracodes sont très diversifiés avec 26 espèces, dont *Afranticythereis bopaensis*, *Aysegulina papillata* Sarr, 2013, *Buntonia carbonneli*, *B. pulvinata*, *Cytherella bargnyensis*, *C. ducassalii*, *C. ngazobilensis* n. sp., *Cytherelloidea brancarti*, *Evisceratocythere glabella*, *Hermanites? liebaui*, *H. pustulosa*, *Orthonotacythere leboui*, *Paracosta culcitosa*, *Uromuellerina guiraudi* et *Xestoleberis joalfadiouthiensis* n. sp. datent de l'Eocène inférieur à moyen.

4.1.2. Alternance de marnes et de calcaire argileux (Unité 2)

L'alternance de marnes jaunes à blanches à minces bancs calcaires est surmontée par un banc calcaire argileux induré (3,25 m). Le calcaire est de type wackestone bioclastique très bioturbé. Les marnes ont des stratifications obliques et entrecroisées en mamelons avec des crachées de calcarénites. La faune comprend des lamellibranches, gastropodes, radioles d'oursins et dents de poissons. La microfaune est très diversifiée.

Les foraminifères planctoniques s'enrichissent avec *Acarinina angulosa*, *A. pseudotopilensis*, *A. cf. primitiva* et *Turborotalia* aff. *frontosa*. Les espèces benthiques *Altitoma* gr. *tenuis* de Klasz & Rérat, 1962, *Bulimina* cf. *propinqua*, *Eponidopsis eshira* de Klasz & Rérat, 1962, *Eponides lotus* (Schwager, 1883), *Lagena* cf. *striata* (d'Orbigny, 1839) et divers *Bolivina*, *Discorbis*, *Eponides*, *Quinqueloculina* font leur apparition.

Les ostracodes s'enrichissent avec *Buntonia isodecrepita*, *Bythocypris alejo* Reymont, 1963, *Paijenborchella pangoli* n. sp., *Paijenborchellina ijuensis* Reymont, 1959, *Reticulina reymonti*, *Soudanella laciniola laciniola* Apostolescu, 1961 et *Uroleberis glabella* Apostolescu, 1961.

4.1.3. Calcaire noduleux coquillier (Unité 3)

Le calcaire noduleux blanc (2 m) forme des bancs discontinus et ondulés intercalés de minces lentilles marneuses. C'est un calcaire wackestone à packstone bioclastique bioturbé et qui renferme de rares nodules de silex. Les mollusques et les oursins sont souvent en position de vie. Le calcaire est raviné au sommet et surmonté par un calcaire wackestone à matrice argileuse.

Dans cette unité apparaissent *Acarinina bulbrookii*, *A. pentacamerata*, *Pseudoglobigerinella bolivariana* (Petters, 1954), *Pseudohastigerina micra* (Cole, 1927), *Subbotina* cf. *eocaena* (Guembel, 1868) et divers *Clavigerinella*? et *Hastigerina*? indéterminés. Les foraminifères benthiques *Eponidopsis eshira* de Klasz & Rérat, 1962 et *Eponides africana* de Klasz & Rérat, 1962 apparaissent avec divers *Baggina* sp., *Bolivina* sp., *Eponides* sp.

Chez les ostracodes *Loxoconcha lagosensis* Reymont, 1963 et *Semicytherura carioi* apparaissent à la base, suivis par *Ayseculina mbassisensis* au sommet.

4.1.4. Marnes grises et calcaire argileux (Unité 4)

Les marnes alternent avec de minces bancs de calcaire argileux de plus en plus épais au sommet (1,20 m). Les calcaires sont micritiques et bioclastiques et le niveau renferme des radioles d'oursins et une microfaune diversifiée. Les espèces planctoniques de l'Unité 3 se poursuivent alors que *Subbotina* cf. *eocaena* disparaît. Chez les foraminifères benthiques, *Valvulineria* sp. apparaît. Chez les ostracodes, *Neonesidea elongatoilarioensis* disparaît.

4.1.5. Cuirasse latéritique

La cuirasse est formée de gravillons ferrugineux à matrice argilo-sableuse (0,30 à 0,50 m) et repose en discordance sur différents termes de la falaise de Ngazobil.

4.2. Biostratigraphie

La répartition verticale des foraminifères planctoniques et benthiques dans la coupe est donnée à la Figure 3. La Figure 4 donne la répartition verticale des ostracodes. La Planche I illustre les foraminifères planctoniques et benthiques et la Planche II les ostracodes de la falaise de Ngazobil.

4.2.1. Données des foraminifères planctoniques

La présence dans l'Unité 1 des espèces *Acarinina questra* (E3-E6), *A. wilcoxensis*, (P5-E5), *Parasubbotina inaequispira* (E1-E8) et *Pseudohastigerina wilcoxensis* (E2-E10) caractérise les biozones E5-E6 de l'Yprésien moyen.

Dans l'Unité 2, l'association comprenant *Acarinina angulosa* (P5-E7), *A. bulbrookii* (E7a-E11), *A. pseudotopilensis* (E1-E7a), *A. cf. primitiva* (E6-E13), *A. soldadoensis* (P4c-E7), *Parasubbotina inaequispira* (E1-E8) et *Turborotalia* aff. *frontosa* (E7-E11) caractérise la biozone E7 de l'Yprésien supérieur.

L'Unité 3 renferme les espèces planctoniques de l'Unité 2 auxquelles s'ajoutent *Acarinina pentacamerata* (E5-E7), *Pseudohastigerina micra* (E7-O1), *P. wilcoxensis* (E2-E10), *Pseudoglobigerinella bolivariana* (E7-E10) et *Subbotina* cf. *eocaena* (E6-O6). Elles caractérisent toujours la biozone E7 de l'Yprésien supérieur.

L'Unité 4 renferme la même association planctonique que les unités 2 et 3 et appartient à la biozone E7 de l'Yprésien supérieur.

La falaise de Ngazobil est datée de l'Yprésien moyen (Unité 1) et supérieur (Unités 2, 3 et 4).

4.2.2. Données des foraminifères benthiques

Les espèces benthiques *Altitoma* gr. *tenuis*, *Bulimina* cf. *propinqua*, *Cancris subconicus*, *Cibicides lobatulus*, *Discocyclina senegalensis*, *Lagena* cf. *striata*, *Nonionella* cf. *insecta*, *Rotorbinella hensoni* et *Textularia* cf. *minuta* sont communes dans l'Yprésien supérieur de la région de Thiès, du Sine-Saloum et de Matam (Sarr, 1995; Coulibaly & Sarr, 2019). Les espèces *Discocyclina senegalensis*, *Eponides africana*, *Eponidopsis eshira* et *Eponides lotus* caractérisent le passage de l'Yprésien au Lutétien au Sénégal (Brancart, 1977; Ducasse *et al.*, 1978; Sarr, 1995; Coulibaly & Sarr, 2019). D'autre part *Bulimina propinqua*, *Eponides africana* et *Eponidopsis eshira* sont bien connues dans l'Eocène inférieur et moyen des bassins du golfe de Guinée, notamment au Togo (Johnson *et al.*, 2000), au Nigeria (Fadiya *et al.*, 2014) et au Gabon (de Klasz & Rérat, 1962).

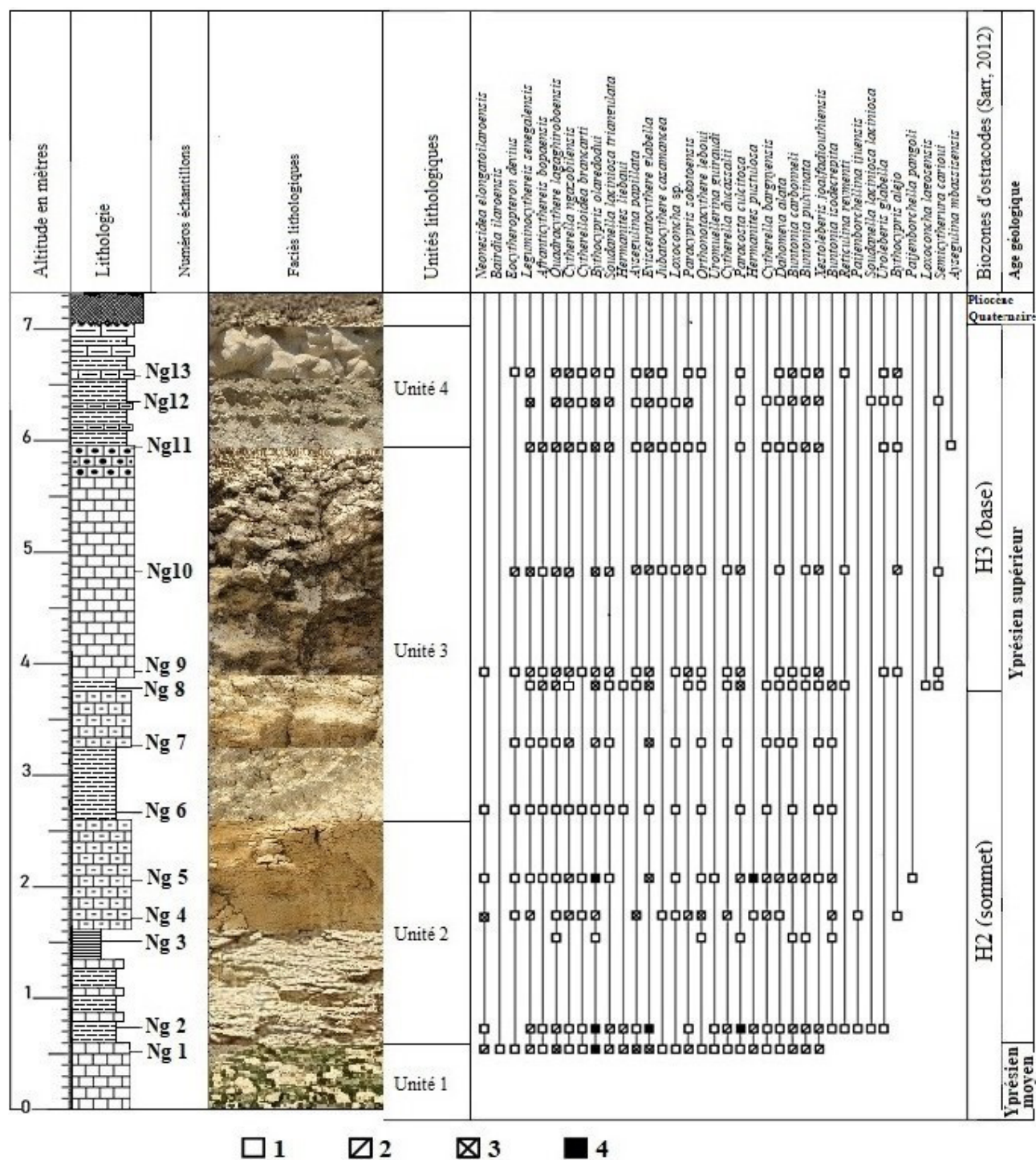


Fig. 4: Répartition verticale des ostracodes de la falaise de Ngazobil. 1: Rare (1-10 spécimens); 2: Fréquent (11 à 50 spécimens); 3: Abondant (51 à 100 spécimens); 4: Très abondant (> 100 spécimens).

Fig. 4: Vertical distribution of ostracods of the Ngazobil cliff. 1. Scarce (1-10 specimen); 2. Frequent (11 to 50 specimen); 3. Abundant (51 to 100 specimen); 4. Very abundant (> 100 specimen).

5. ÉTUDE DES OSTRACODES

5.1. Etude systématique

L'étude systématique est limitée aux 3 taxons décrits et à 15 espèces parmi les plus caractéristiques, notamment les index des zones H2 et H3 (Pl. II). Certaines espèces illustrées, dont deux nouvelles, proviennent de forages hydrauliques (Keur Yoro, Mbassis, Ngolothie) ou d'affleurements (tranchée de Bargny) dont la localisation est donnée à la Figure 1. La classification adoptée est celle de Horne *et al.* (2002). Les échantillons d'ostracodes numéros RSO/100 001 à 100/160 sont conservés dans la collection du Département de Géologie de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

Classe Ostracoda Latreille, 1806
Sous-classe Podocopa G. W. Müller, 1894
Ordre Platycopida Sars, 1866
Sous-ordre Platycopina Sars, 1866
Super-famille Cytherelloidea Sars, 1866
Famille Cytherellidae Sars, 1866
Genre *Cytherella* Jones, 1849
Espèce type: *Cytherella ovata* Roemer, 1840

***Cytherella bargnyensis* Sarr, 1999**
Pl. II, fig. 2

1978. *Cytherella* sp. 13.—Ducasse *et al.*, pl. 8, fig. 4.
1999. *Cytherella bargnyensis* n. sp.—Sarr, p. 5, pl. 1, figs 1-3.

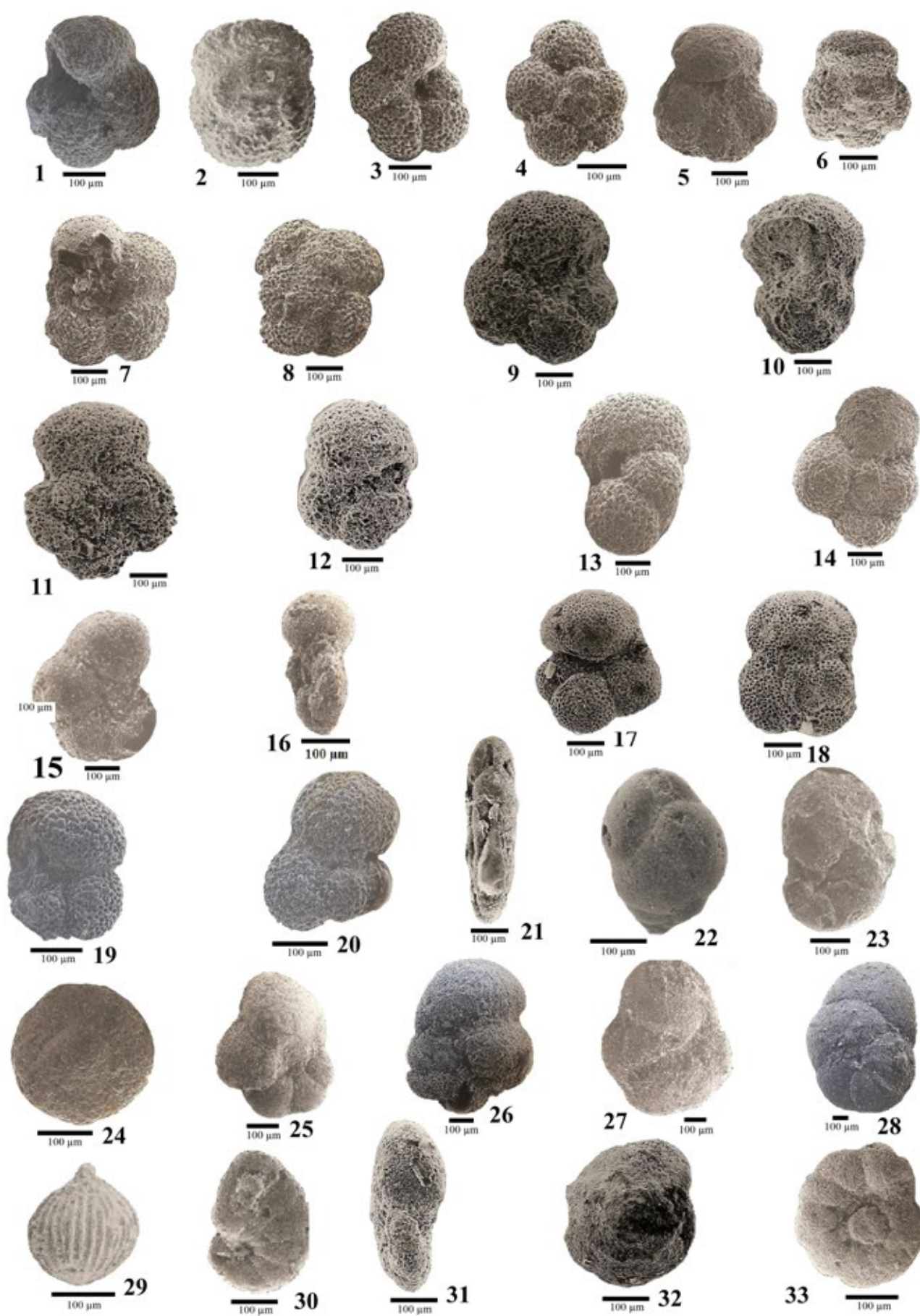
Matériel: 3 carapaces n° RSO/100 001.
Dimensions: L = 0,55 m ; H = 0,36 mm.

Planche I

Foraminifères de l'Yprésien de Ngazobil et du Sénégal occidental.

Les échantillons de foraminifères sont conservés dans la collection du Département de Géologie de Dakar.

- Figs 1-2: *Acarinina bulbrooki* (Bolli, 1957)
1. Face ombilicale; umbilical side; 2. face spirale; spiral side; échantillons RSF/110 de Ng12.
- Figs 3-4: *Acarinina pentacamerata* (Subbotina, 1947)
4. Face ombilicale; umbilical side; 5. Face spirale; spiral side; Ngazobil Ng8; n° RSF/111.
- Figs 5-6: *Acarinina* cf. *quetra* (Bolli, 1957)
5. Face ombilicale; umbilical side; 6. Face spirale; spiral side; Ngazobil Ng1; n° RSF/112.
- Figs 7-8: *Acarinina soldadoensis* (Bronnimann, 1952)
7. Face ombilicale; umbilical side; 8. Face spirale; spiral side; Ngazobil Ng8; n° RSF/113.
- Figs 9-11: *Acarinina* cf. *wilcoxensis* (Cushman & Ponton, 1932)
9. Face ombilicale; umbilical side; 10. Profil apertural; apertural view; 11. Face spirale; spiral side; Ngazobil Ng3; n° RSF/114.
- Figs 12-14: *Parasubbotina inaequispira* (Subbotina, 1948)
12. Face ombilicale; umbilical side; 13. Profil apertural; apertural view; 14. Face spirale; spiral side; Forage de Mbassis (90 m); n° RSF/115.
- Figs 15-16: *Pseudohastigerina micra* (Cole, 1927)
15. Face spirale; spiral side; 16. Profil apertural; apertural view; Ngazobil Ng12; n° RSF/116.
- Figs 17-18: *Acarinina* cf. *primitiva* (Finlay, 1947)
17. Face ombilicale; umbilical side; 18. Face spirale; spiral side; Ngazobil Ng13; n° RSF/117.
- Figs 19-20: *Turborotalia* aff. *frontosa* (Subbotina, 1953)
19. Face ombilicale; umbilical side; 20. Face spirale; spiral side; Ngazobil Ng12; n° RSF/118.
- Fig. 21: *Altistoma* gr. *tenuis* de Klsz & Rérat, 1962
Vue aperturale; apertural view; Ng12; n° RSF/119.
- Fig. 22: *Bulimina* cf. *propinqua* Stache, 1865
Vue aperturale; apertural view; Ngazobil Ng12; n° RSF/120.
- Fig. 23: *Cancris subconicus* (Terquem, 1882)
Face ombilicale; umbilical side; Ngazobil Ng12; n° RSF/121.
- Fig. 24: *Discocyclina senegalensis* Abrard, 1956
Vue externe avec bouton central; external view with central button; Ngazobil Ng5; n° RSF/122.
- Figs 25-26: *Eponides africana* de Klsz & Rérat, 1962
25. Face ombilicale; umbilical side; 26. Face spirale; spiral side; Ngazobil Ng11; n° RSF/123.
- Figs 27-28: *Eponidopsis eshira* de Klsz & Rérat, 1962
27. Face ombilicale; umbilical side; 28. Face spirale; spiral side; Ngazobil Ng9; n° RSF/124.
- Fig. 29: *Lagena* cf. *striata* d'Orbigny, 1848
Vue latérale; lateral view; Ngazobil Ng2; n° RSF/125.
- Figs 30-31: *Nonionella* cf. *insecta* (Schwager, 1883)
30. Face ombilicale; umbilical side; 31. Vue aperturale; apertural view; Ng7; n° RSF/126.
- Figs 32-33: *Rotorbinella hensoni* Smout, 1954
32. Face spirale; spiral side; 33. Face ombilicale; umbilical side; Forage de Bagana (120 m); n° RSF/127.



Répartition géographique et stratigraphique: Sénégal (Yprésien et Lutétien): Bargny, Boyard, Fadial, Mbodiène, Ngazobil, Ngolothie, Walalane.

***Cytherella ducassalii* Sarr, 1999**

Pl. II, fig. 1

1978. *Cytherella* sp. 11.—Ducassee *et al.*, pl. 8, figs 1-2.

1999. *Cytherella ducassalii* n. sp.—Sarr, p. 5, pl. 1, figs 4-6.

Matériel: 15 carapaces n° RSO / 100 002 provenant des échantillons Ng4 et Ng8.

Dimensions: L = 0,50 mm ; H = 0,38 mm.

Répartition géographique et stratigraphique (Ducassee *et al.*, 1978; Sarr, 1999; Coulibaly & Sarr, 2019): Sénégal (Eocène inférieur et moyen): Bargny, Boyard, Fadial, Keur Yoro, Mbodiène, Mbowène Souleye, Ndothane, Ngazobil, Walalane, Matam (Ourosogui et Tiambé).

***Cytherella ngazobilensis* n. sp.**

Pl. II, figs 3-5

1978. *Cytherella* sp. 12.—Ducassee *et al.*, pl. 8, fig. 3.

1999. *Cytherella* sp. 12.—Sarr, p. 6, pl. 1, figs 7-9.

Origine du nom: De Ngazobil, près de Joal-Fadiouth.

Planche II

Ostracodes de l'Yprésien de Ngazobil et du Sénégal occidental.

Fig. 1: *Cytherella ducassalii* Sarr, 1999

Carapace vue de gauche; carapace left side; Mbowène Souleye, 192 m; n° RSO/100 002.

Fig. 2: *Cytherella bargnyensis* Sarr, 1999

Carapace vue de gauche; carapace left side; tranchée de Bargny (B-88-1); n° RSO/100 001.

Figs 3-5: *Cytherella ngazobilensis* n. sp.

Holotype, carapace vue de gauche; carapace left side; Ngazobil (Ng 4); n° RSO/100 004 A. 4. Paratype, carapace en vue dorsale; carapace dorsal view; Ngazobil (Ng 10); n° RSO/100 004 B. 5. Paratype, carapace vue de droite; carapace right side; Ngazobil (Ng 4); n° RSO/100 004 C.

Fig. 6: *Cytherelloidea brancarti* Sarr, 1999

Carapace vue de droite; carapace right side; Mbowène Souleye, 192 m; n° RSO/100 009.

Fig. 7: *Neonesidea elongatoilarioensis* Foster, Swain & Petters, 1983

Carapace vue de gauche; carapace left side; Ngolothie, 170 m; n° RSO/100 016.

Fig. 8: *Bythocypris olaredodui* Reymont, 1963

Carapace vue de gauche; carapace left side; Keur Yoro, 170 m; n° RSO/100 019.

Fig. 9: *Evisceratocythere glabella* Apostolescu, 1961

Carapace vue de droite; carapace right side; tranchée de Bargny (B-881); n° RSO/100 033.

Figs 10-13: *Paijenborchella pangoli* n. sp.

Holotype, carapace vue de droite; carapace right side; Mbowène Souleye, 210 m; n° RSO/100 056 A. 11. Paratype, carapace vue de gauche; carapace left side; Ngazobil (Ng 2); n° RSO/100 056 D. 12. Carapace usée vue de droite; worn carapace right side; Mbassis, 24 m; n° RSO/100 056 C. 13. Paratype, carapace en vue dorsale; carapace dorsal side; Mbowène Souleye, 210 m; n° RSO/100 056 B.

Fig. 14: *Semicytherura carioui* Sarr, 2012

Carapace vue de droite; carapace right side; Ngazobil (Ng 8); n° RSO/100 060.

Fig. 15: *Leguminocythereis senegalensis* Apostolescu, 1961

Carapace vue de droite; carapace right side; Ngazobil (Ng 10); n° RSO/100 067.

Fig. 16: *Quadracythere lagaghiroboensis* (Apostolescu, 1961)

Carapace vue de droite; carapace right side; Ngazobil (Ng 1).

Fig. 17: *Loxoconcha* sp.

Carapace vue de droite; carapace right side; tranchée de Bargny (B-88-1); n° RSO/100 078.

Fig. 18: *Buntonia carbonneli* Sarr, 1999

Carapace vue de droite; carapace right side; Mbassis, 14 m; n° RSO/100 57.

Fig. 19: *Buntonia pulvinata* Apostolescu, 1961

Carapace vue de gauche; carapace left side; tranchée de Bargny (B-88-1); n° RSO/100 094.

Fig. 20: *Soudanella laciniola laciniola* Apostolescu, 1961

Carapace vue de droite; carapace right side; Ngazobil (Ng 2); n° RSO/100 117.

Fig. 21: *Afranticythereis bopaensis* (Apostolescu, 1961)

Carapace vue de droite; carapace right side; Ngazobil (Ng2), n° RSO/100 123.

Fig. 22: *Paracosta culcitosa* (Apostolescu, 1961)

Carapace vue de droite; carapace right side; tranchée de Bargny (B 88-1); n° RSO/100 143.

Figs 23-25: *Xestoleberis joalfadiouthiensis* n. sp.

23. Holotype, carapace vue de droite; carapace right side; sondage de Ngolothie, 50 m; n° RSO/100 160 A. 24. Paratype, carapace en vue dorsale; carapace dorsal view; sondage de Mbowène Souleye, 192 m; n° RSO/100 160 C. 25. Paratype, carapace vue de gauche; carapace left side; Ngazobil (Ng 2), n° RSO/100 160.



Holotype: Une carapace déposée dans la collection du Département de Géologie sous le numéro n° RSO / 100 004 A de la Planche II, figure 3.

Paratypes: 15 carapaces n° RSO / 100 004 B de l'échantillon Ng7.

Localité type: Falaise de Ngazobil, échantillon Ng7.

Position stratigraphique: Yprésien supérieur.

Diagnose: La carapace est subrectangulaire avec un recouvrement important de la valve droite sur les bordures, sauf à l'extrémité postérieure.

Description: La carapace est subrectangulaire et de taille moyenne. Les bords dorsal et ventral convergent vers l'avant, le bord postérieur étant plus large. La plus grande épaisseur se situe au quart postérieur de la carapace. Le recouvrement de la valve gauche est plus faible en avant. En vue dorsale, la carapace est renflée sur la moitié postérieure et aplatie dans la moitié antérieure.

Dimensions: Holotype: L = 0,58 mm; H = 0,37 mm.

Paratypes: L = 0,57-0,58 mm; H = 0,35-0,37 mm; E = 0,26 mm.

Rapports et différences: L'espèce se distingue de *Cytherella bargnyensis* Sarr par le recouvrement faible du bord postérieur de la valve gauche. Elle se distingue de *C. ducassalii* Sarr par le bord postérieur beaucoup moins large. *C. ngazobilensis* n. sp. se distingue de *C. sylvestrobradleyi* Reymont, 1963 par sa taille plus petite, le recouvrement plus faible de la valve gauche sur les bordures et par l'absence de sillon antéro-dorsal.

Répartition géographique et stratigraphique: Sénégal (Yprésien moyen et supérieur): Bargny, Boyard, Fadial, Mbodiène, Ngazobil, Ngolothie, Walalane.

Genre *Cytherelloidea* Alexander, 1929

Espèce type: *Cytherella williamsoniana* Alexander, 1929

***Cytherelloidea brancarti* Sarr, 1999**

Pl. II, fig. 6

1999. *Cytherelloidea brancarti* n. sp. – Sarr, p. 6, pl. 1, figs 10-13.

2014. *Cytherelloidea brancarti* Sarr. – Thiam, p. 11, fig. 7.

2019. *Cytherelloidea brancarti* Sarr. – Coulibaly & Sarr, p. 27, pl. 2.

Matériel: 3 carapaces n° RSO / 100 009.

Dimensions: L = 0,45 mm; H = 0,27 mm.

Répartition géographique et stratigraphique: Sénégal (Eocène inférieur et moyen): Bargny, Boyard, Fadial, Keur Yoro, Mbassis, Mbodiène, Mbowène Soulye, Ndofane, Ngazobil, Ngolothie, Walalane; Casamance (Adéane, Bounkiling); Matam (Ourosogui et Tiambé).

Ordre Podocopida Sars, 1866

Sous-ordre Bairdocopina Sars, 1888

Super-famille Bairdioidea Sars, 1888

Famille Bairdiidae Sars, 1888

Genre *Neonesidea* Maddocks, 1969

Espèce type: *Bairdia subdeltoidea* subsp. *conformis* Terquem, 1878

***Neonesidea elongatoilarioensis* Foster, Swain &**

Petters, 1983

Pl. II, fig. 7

1983. *Neonesidea elongatoilarioensis* n. sp. – Foster *et al.*, p. 108, pl. 1, figs 4 et 6.

1991. *Neonesidea elongatoilarioensis* Foster *et al.* – Carbonnel & Oyède, p. 70, pl. 1, figs 2-4.

1995. *Neonesidea elongatoilarioensis* Foster *et al.* – Sarr, p. 43, pl. 3, figs 1-2.

Matériel: 3 carapaces n° RSO / 100 160 016.

Dimensions: L = 0,61 mm; H = 0,35 mm.

Répartition géographique et stratigraphique: Sénégal (Paléocène à Eocène moyen): Bagana, Boyard, Fadial, Keur Yoro, Léona, Mbassis, Mbowène Soulye, Ndiol Mangane, Ndofane, Ngazobil, Ngolothie, Nguéniène, Poponguine, Thiadiaye, Toubab Dialaw, Walalane. Bénin et Nigeria: Paléocène supérieur (Foster *et al.*, 1983; Carbonnel & Oyède, 1991).

Famille Bythocypridae Maddocks, 1969

Genre *Bythocypris* Brady, 1880

Espèce type: *Bairdia bosquetiana* Bosquet, 1866 (= *Bythocypris reniformis* Brady, 1880)

***Bythocypris olaredodui* Reymont, 1963**

Pl. II, fig. 8

1963. *Bythocypris olaredodui* sp. nov. – Reymont, p. 75, pl. 9, fig. 1.

1977. *Bythocypris* cf. *olaredodui* Reymont. – Brancart, pl. 2, figs 10-11.

1978. *Krithe* cf. *perratica* Alexander in Barsotti. – Ducasse *et al.*, pl. 9, fig. 4.

1982. *Bythocypris* cf. *olaredodui* Reymont. – Diop *et al.*, pl. 1, fig. 4.

1998. *Bythocypris olaredodui* Reymont. – Sarr, p. 158, pl. 1, fig. 4.

Matériel: 35 carapaces n° RSO / 100 019 des échantillons de Keur Yoro (170 m) et Ng4 et Ng11.

Dimensions: L = 0,78 mm; H = 0,34 mm.

Répartition géographique et stratigraphique (Sarr, 1995; Diop *et al.*, 1982): Sénégal (Paléocène à Eocène moyen): Bargny, Boyard, Fadial, Keur Yoro, Léona, Mbassis, Mbodiène, Mbowène Soulye, Ndofane, Ngazobil, Ngolothie, Nguéniène, Poponguine, Thiadiaye, Toubab Dialaw, Walalane.

Nigéria: Paléocène (Reymont, 1963).

Sous-ordre Cytherocopina Ulrich & Bassler, 1923

Superfamille Cytheroidea Ulrich & Bassler, 1923

Famille Bythocytheridae Sars, 1926

Sous-famille Bythocytherinae Sars, 1926

Genre *Evisceratocythere* Apostolescu, 1961

Espèce type: *Evisceratocythere glabella* Apostolescu, 1961

***Evisceratocythere glabella* Apostolescu, 1961**

Pl. II, fig. 9

1961. *Evisceratocythere glabella* n. g. n. sp. – Apostolescu, p. 797, pl. 2, figs 26-28; pl. 17, figs 316-319.

1982. *Evisceratocythere* cf. *glabella* Apostolescu. – Diop *et al.*, p. 26, pl. 2, fig. 3.

1989. *Evisceratocythere glabella* Apostolescu. – Carbonnel, p. 94, pl. 1, fig. 4.

2012. *Evisceratocythere glabella* Apostolescu. – Sarr, pl. 1, fig. 3.

Matériel: 70 carapaces n° RSO / 100 032 des échantillons Ng2, Ng4 et Ng13.

Dimensions: L = 0,57 mm à 0,60 mm; H = 0,31 mm; E = 0,31 mm.

Répartition géographique et stratigraphique: Sénégal (Eocène inférieur et moyen): Bargny, Boyard, Fadial, Keur Yoro, Mbassis, Mbodiène, Mbowène Souleye, Ndothane, Ngazobil, Ngolothie, Nguéniène, Walalane; Casamance (Djibélor); nord du Sénégal (lac de Guiers et Ferlo); Matam (Ourosogui et Tiambé).

Famille Cytheruridae G. W. Müller, 1894

Sous-famille Cytherurinae G. W. Müller, 1894

Genre *Paijenborchella* Kingma, 1948

Espèce type: *Paijenborchella iocosa* Kingma, 1948

***Paijenborchella pangoli* n. sp.**

Pl. II, figs 10-13

Origine du nom: de Pangol, esprits des ancêtres dans la mythologie des Sérères.

Holotype: une carapace n° RSO / 100 056 A figurée Pl. II, fig. 10.

Paratypes: 4 carapaces n° RSO / 100 056 B de Mbassis (24 m), Mbowène Souleye (210 m).

Localité type: forage de Mbowène Souleye, profondeur 210 m.

Position stratigraphique: Yprésien supérieur et Lutétien.

Diagnose: La carapace est ceinturée par une crête antéro-dorsale oblique devenant rectiligne sur le bord ventral. Le processus caudal est fortement incliné vers le bas. La côte médiane se ramifie en avant en 3 costules qui butent contre la crête antérieure. L'espace intercostal est réticulé.

Description: La carapace est trapézoïdale et allongée. Le bord dorsal est droit et incliné vers l'arrière, le bord ventral étant droit. L'extrémité antérieure est obliquement arrondie et pointue vers le bas. Le processus caudal est étiré et fortement incliné vers le bas. La valve

gauche recouvre la valve droite aux extrémités du bord dorsal. Les tubercules oculaires sont obliques et sail-lants. La carapace est ceinturée par une crête antéro-dorsale oblique, devenant droite sur le bord ventral. La côte médiane se ramifie en avant en 3 costules qui butent contre la crête antérieure. L'espace intercostal réticulé est formé de fossettes polygonales. Les caractères internes n'ont pas été observés.

Dimensions: Holotype: L = 0,52 mm; H = 0,29 mm.

Paratypes: L = 0,34-0,52 mm; H = 0,19-0,29 mm; E = 0,18-0,19 mm.

Rapports et différences: L'espèce du genre la plus proche sur la marge atlantique africaine est *Paijenborchella* (*Eopaijenborchella*) aff. *malaiensis* Kingma connue dans le Miocène du Gabon (van den Bold, 1966) et le Pliocène de Côte d'Ivoire (Babinot, 1982). *Paijenborchella pangoli* n. sp. s'en distingue par le profil, l'allure du processus caudal et le détail de l'ornementation.

Répartition géographique et stratigraphique (Sarr, 1995; Sarr, 1999; Sarr, 2013; Coulibaly & Sarr, 2019): Sénégal (Yprésien supérieur et Lutétien): Bargny, Fadial, Mbassis, Mbodiène, Mbowène Souleye, Ngazobil, Ngolothie, Walalane; Matam (Ourosogui et Tiambé).

Genre *Semicytherura* Wagner, 1957

Espèce type: *Cythere nigrescens* Baird, 1938

***Semicytherura carioui* Sarr, 2012**

Pl. II, fig. 14

2012. *Semicytherura carioui* sp. nov. – Sarr, p. 147, pl. 1, figs 6-8.

Matériel: 7 carapaces et valves n° RSO / 100 060 A, B et C des échantillons Ng8 et Ng12.

Dimensions: L = 0,31 mm; H = 0,17 mm.

Répartition géographique et stratigraphique: Sénégal (Yprésien supérieur et Lutétien): Mbowène Souleye, Boyard, Ngazobil.

Famille Hemicytheridae Puri, 1953

Sous-famille Campylocytherinae Puri, 1960

Genre *Leguminocythereis* Howe & Law, 1936

Espèce type: *Leguminocythereis scarabeus* Howe & Law, 1936

***Leguminocythereis senegalensis* Apostolescu, 1961**

Pl. II, fig. 15

1961. *Leguminocythereis senegalensis* n. sp. – Apostolescu, p. 824, pl. 10, figs 190-193.

1963. *Leguminocythereis senegalensis* Apostolescu. – Reymont, p. 136, pl. 1, figs 8 a-c, 9; pl. 13, figs 1-4.

1986. *Leguminocythereis senegalensis* Apostolescu. – Carbonnel, p. 88, pl. 3, fig. 4.

Matériel: 100 carapaces et valves n° RSO / 100 067 des échantillons Ng2 et Ng6 et Ng12.

Dimensions : L = 0,65-0,90 mm ; H = 0,35-0,47 mm.

Répartition géographique et stratigraphique : Sénégal (Paléocène supérieur à Eocène moyen) : Bagana, Bargny, Boyard, Fadial, Keur Yoro, Léona, Mbassis, Mbodiène, Mbowène Souleye, Mont Rolland, N dofane, Ngazobil, Ngolothie, Thiadiaye, Walalane ; Casamance (Adéane, Bounkiling) ; Matam (Oourossogui et Tiambé). Côte d'Ivoire : Eocène inférieur. Togo et Bénin : Paléocène et Eocène inférieur. Nigéria : Paléocène.

Genre *Quadracythere* Hornibrook, 1952

Espèce type : *Cythere truncula* Brady, 1898

***Quadracythere lagaghiroboensis* (Apostolescu, 1961)**

Pl. II, fig. 16

1961. *Bradleya lagaghiroboensis* n. sp. – Apostolescu, p. 817, pl. 11, figs 224-226.
 1982. *Quadracythere* (?) *lagaghiroboensis* (Apostolescu).– Diop *et al.*, p. 26, pl. 2, fig. 6.
 1986. *Quadracythere lagaghiroboensis* (Apostolescu).– Carbonnel, p. 116, pl. 12, fig. 1.
 2015. *Quadracythere lagaghiroboensis* (Apostolescu).– Sarr, p. 337, pl. 1, fig. 5.

Matériel : 15 carapaces et valves n° RSO / 100 070 des échantillons Ng1, Ng8, Ng12 et Ng13.

Dimensions : L = 0,53-1,02 mm ; H = 0,31-0,56 mm.

Répartition géographique et stratigraphique : Sénégal (Paléocène à Eocène moyen) : Bagana, Bargny, Boyard, Fadial, Keur Yoro, Léona, Mbassis, Mbodiène, Mbowène Souleye, N dofane, Ngazobil, Ngolothie, Nguéniène, Poponguine, Thiadiaye, Toubab Dialaw, Walalane. Côte d'Ivoire, Togo et Bénin : Paléocène (Apostolescu, 1961). Nigéria (Sokoto) et Niger : Paléocène supérieur (Reyment, 1963). Libye : Paléocène (Barsotti, 1963).

Famille Loxoconchidae Sars, 1952

Sous-famille Loxoconchinae Sars, 1925

Genre *Loxoconcha* Sars, 1925

Espèce type : *Cythere rhomboidea* Fischer, 1855

***Loxoconcha* sp.**

Pl. II, fig. 17

Matériel : 5 carapaces n° RSO / 100 078 des échantillons de Bargny 88-1, Ng1, Ng4, Ng11, Ng12.

Remarques taxonomiques : Le bord dorsal courbé et les côtes latérales inclinées vers le bas en avant de l'empreinte oculaire distinguent cette espèce de *Loxoconcha saharaensis* Bassiouni & Luger, 1990 qui est connue dans le Paléocène de Libye (Salahi, 1966) et d'Egypte (Bassiouni & Luger, 1990) et dans l'Eocène inférieur et moyen du Sénégal (Sarr, 1995 et 2012).

Dimensions : L = 0,51 mm ; H = 0,28 mm.

Répartition géographique et stratigraphique :

Sénégal (Eocène inférieur et moyen) : Bargny, Ngazobil.

Famille Trachyleberididae Sylvester-Bradley, 1948

Sous-famille Buntoniinae Apostolescu, 1961

Genre *Buntonia* Howe, 1935

Espèce type : *Buntonia shubutaensis* Howe, 1935 (*in* Howe & Chambers, 1935)

***Buntonia carbonneli* Sarr, 1999**

Pl. II, fig. 18

1999. *Buntonia carbonneli* n. sp. – Sarr, p. 10, pl. 3, figs 5-7.

2019. *Buntonia carbonneli* Sarr. – Coulibaly & Sarr, pl. 2, fig. 2.

Matériel : 15 carapaces et valves n° RSO / 100 087 de Mbassis (14 m), Ng1, Ng5, Ng11 et Ng12.

Dimensions : L = 0,41 mm ; H = 0,28 mm.

Répartition géographique et stratigraphique : Sénégal (Eocène inférieur et moyen) : Bagana, Boyard, Fadial, Keur Yoro, Mbassis, Mbodiène, Mbowène Souleye, N dofane, Ngazobil, Nguéniène, Walalane ; Matam (Oourossogui et Tiambé).

***Buntonia pulvinata* Apostolescu, 1961**

Pl. II, fig. 19

1961. *Buntonia pulvinata* n. sp. – Apostolescu, p. 803, pl. 5, figs 113-115.

Matériel : 7 carapaces n° RSO / 100 094.

Dimensions : L = 0,50 - 0,63 mm ; H = 0,32-0,37 mm.

Répartition géographique et stratigraphique : Sénégal (Eocène inférieur et moyen) : Bargny, Boyard, Fadial, Keur Yoro, Mbassis, Mbodiène, Mbowène Souleye, N dofane, Ngazobil, Ngolothie, Nguéniène, Walalane ; Matam (Oourossogui et Tiambé). Côte d'Ivoire : Eocène inférieur et moyen (Apostolescu, 1961). Togo, Bénin et Nigeria : Paléocène (Apostolescu, 1961 ; Reyment, 1963). Libye : Paléocène supérieur (Barsotti, 1963).

Genre *Soudanella* Apostolescu, 1961

Espèce type : *Soudanella laciniosa laciniosa* Apostolescu, 1961

***Soudanella laciniosa laciniosa* Apostolescu, 1961**

Pl. II, fig. 20

1961. *Soudanella laciniosa laciniosa* n. g. n. sp. – Apostolescu, p. 809, pl. 6, figs 124-126 ; pl. 7, fig. 136 ; pl. 16, figs 304-306.

1982. *Soudanella laciniosa laciniosa* Apostolescu. – Diop *et al.*, p. 25, pl. 2, fig. 2.

1986. *Soudanella laciniosa laciniosa* Apostolescu. – Carbonnel, p. 126, pl. 7, fig. 3.

Matériel : 3 carapaces n° RSO / 100 117 des échantillons Ng2 et Ng12.

Dimensions : L = 0,57 mm ; H = 0,32 mm.

Répartition géographique et stratigraphique : Sénégal (Paléocène à Eocène inférieur) : Bagana, Fadial, Keur Yoro, Léona, Mbassis, Mbodiène, Mbowène Soulève, Mont Rolland, Ndiol Mangane, Ndiosmone, N dofane, Ngolothie, Nguéniène, Thiadiaye, Walalane ; Matam (Ourossogui et Tiambé). Côte d'Ivoire, Togo, Bénin et Nigeria : Paléocène.

Sous-famille Trachyleberidinae Sylvester-Bradley, 1948

Genre *Afranticythereis* Carbonnel, 1989

Espèce type : *Afranticythereis bopaensis* (Apostolescu, 1961).

***Afranticythereis bopaensis* (Apostolescu, 1961)**

Pl. II, fig. 21

1961. *Anticythereis bopaensis* n. sp. – Apostolescu, p. 815, pl. 10, figs 197-205.

1978. *Anticythereis* cf. *bopaensis* Apostolescu. – Ducasse *et al.*, pl. 9, fig. 7.

1986. *Anticythereis bopaensis* Apostolescu. – Carbonnel, p. 149, pl. 1, figs 5-6.

1990. *Afranticythereis bopaensis* (Apostolescu). – Carbonnel, pl. 1, figs 5-6.

Matériel : 5 carapaces n° RSO / 100 123 des échantillons Ng2 et Ng8.

Dimensions : L = 0,67 mm ; H = 0,35 mm.

Répartition géographique et stratigraphique : Sénégal et Mauritanie (Paléocène supérieur à Eocène supérieur) : Bargny, Fadial ; Mbowène Soulève, Ngazobil, Ngolothie ; Casamance et Guinée Bissau.

Côte d'Ivoire : Eocène inférieur (Apostolescu, 1961 ; Carbonnel, 1990).

Togo et Bénin : Paléocène (Apostolescu, 1961 ; Carbonnel, 1990).

Libye : Paléocène (Barsotti, 1963).

Genre *Paracosta* Siddiqui, 1971

Espèce type : *Paracosta decivis* (Siddiqui, 1971) Hartmann & Puri, 1974.

***Paracosta culcitosa* (Apostolescu, 1961)**

Pl. II, fig. 22

1961. *Anticythereis culcitosa* n. sp. – Apostolescu, p. 815, pl. 11, figs 216-219.

1995. *Paracosta culcitosa* (Apostolescu). – Sarr, p. 125, pl. 18, fig. 4.

Matériel : 27 carapaces et valves n° RSO / 100 143 de Bargny 88-1, Ng2, Ng5 et Ng7.

Dimensions : L = 0,65 mm ; H = 0,35 mm.

Répartition géographique et stratigraphique :

Sénégal (Eocène inférieur et moyen) : Bargny, Boyard,

Fadial, Keur Yoro, Mbassis, Mbodiène, Mbowène Soulève, N dofane, Ngazobil, Ngolothie, Nguéniène, Walalane ; Matam (Ourossogui et Tiambé).

Famille Xestoleberididae Sars, 1925

Sous-famille Xestoleberidinae Sars, 1925

Genre *Xestoleberis* Sars, 1866

Espèce type : *Cythere aurantia* Baird, 1838

***Xestoleberis joalfadiouthiensis* n. sp.**

Pl. II, figs 23-25

1966. *Xestoleberis* n. sp. 2 Salahi, p. 28, pl. 2, fig. 1-3.

1978. *Xestoleberis* n. sp. 2 Salahi. – Ducasse *et al.*, pl. 10, figs 4-5.

1995. *Xestoleberis* n. sp. 2 Salahi. – Sarr, p. 135, pl. 19, figs 17-21.

Origine du nom : De la commune de Joal-Fadiouth dans la région de Thiès.

Holotype : Une carapace n° RSO/100 159 A figurée Pl. II, fig. 23 du forage de Ngolothie (50 m).

Paratypes : 20 carapaces et valves n° RSO / 100 159 B et C. de Ng1 Ng2, Ng9, Ng1 et Ng12.

Localité type : forage de Ngolothie (50 m), près de Kaolack (Fig. 1).

Position stratigraphique : Yprésien supérieur.

Diagnose : La carapace est piriforme en vue latérale avec une hauteur et une largeur maximales situées au tiers postérieur. L'extrémité antérieure est obliquement arrondie et inclinée vers le bas. L'extrémité postérieure est régulièrement arrondie et pointue. La valve gauche recouvre légèrement la valve droite sur les bords dorsal, antérieur et ventral sauf postéro-ventral.

Description : La carapace est petite et piriforme en vue latérale. La plus grande largeur et la plus grande hauteur se situent au tiers postérieur de la carapace. Le bord dorsal est voûté et le bord ventral presque droit à légèrement convexe. L'extrémité antérieure est obliquement arrondie et inclinée vers le bas. L'extrémité postérieure est régulièrement arrondie. La valve gauche recouvre légèrement la valve droite sur les bords dorsal, antérieur et ventral, sauf sur le bord postéro-ventral. La carapace est ovoïde en vue dorsale et dépourvue d'ornementation.

Dimensions : Holotype : L = 0,49 mm ; H = 0,30 mm ; Paratypes : L = 0,37-0,49 mm ; H = 0,24-0,30 mm ; E = 0,24 mm.

Rapports et différences : *Xestoleberis joalfadiouthiensis* n. sp. a un profil proche de *Xestoleberis* n. sp. 2 Salahi, 1966 de l'Eocène inférieur de Libye (Salahi, 1966). Il s'en distingue par la taille plus petite et la position différente des plus grandes largeur et hauteur de la carapace.

Répartition géographique et stratigraphique : Sénégal (Eocène inférieur et moyen) : Bargny, Boyard, Fadial, Keur Yoro, Mbassis, Mbodiène, Mbowène Soulève, N dofane, Ngazobil, Ngolothie, Nguéniène, Walalane ; Matam (Ourossogui et Tiambé).

5.2. Conclusions sur les ostracodes

5.2.1. Répartition systématique

Les ostracodes de Ngazobil comprennent 36 espèces réparties en 25 genres et 11 familles. On note la prépondérance des Trachyleberididae (36,11 %), des Cytheruridae (13,88 %), des Cytherellidae (11,11 %) et des Hemicytheridae (8,33 %). Les Bairdiidae, Bythocyprididae, Loxoconchidae et Xestoleberididae (5,55 % chacune) sont moins diversifiées.

5.2.2. Paléobiogéographie

Les ostracodes de l'Yprésien moyen et supérieur de la falaise de Ngazobil montrent un endémisme marqué avec 21 espèces (58,33 %) limitées au bassin sénégal-mauritanien. Les affinités faunistiques sont plus étroites avec les bassins du Golfe de Guinée (Côte d'Ivoire, Ghana, Togo, Bénin, bassin côtier du Nigeria) avec 14 espèces communes (38,88 %). Suivent les bassins sud-téthysiens d'Afrique du Nord et du Proche Orient avec 8 espèces (22,22 %) et les bassins transsahariens (Sokoto au nord du Nigeria, sud du Niger, Gao et vallée du Tilemsi au Mali) avec 3 espèces (8,33 %). Les relations faunistiques avec les bassins africains voisins restent inchangées par rapport au Paléocène (Sarr, 2015).

6. PALÉOENVIRONNEMENT

Les paléoenvironnements sont reconstitués à partir de la sédimentologie et des microfaunes.

6.1. Données sédimentologiques

L'alternance de calcaires et de marnes ou d'argiles caractérise une sédimentation rythmique de plateforme carbonatée interne à moyenne. L'évolution de la calcimétrie (Fig. 2) montre des fluctuations en rapport avec la sédimentation rythmique. La teneur en CaCO_3 augmente de la base (52,20 %) au sommet (80,92 %) et traduit une baisse progressive du niveau marin sous un climat tropical chaud (Sarr, 1999, 2013).

6.2. Données des foraminifères

Les foraminifères planctoniques sont présents dans les unités 1 à 4 de la coupe. L'évolution de l'indice de pélagisme sur la falaise de Ngazobil (Fig. 3) montre deux pics à la base de l'Unité 2 (33,07 %) et dans le calcaire noduleux de l'Unité 3 (29,26 %). Les pics sont séparés par des creux à faible indice de pélagisme dans le calcaire de l'Unité 2 (3,78 %) et dans l'Unité 4 (12,12 %). L'évolution de l'indice de pélagisme traduit la permanence des influences océaniques avec des fluctuations du niveau marin. L'Yprésien moyen se termine par un bas

niveau marin suivi par un haut niveau marin au début de l'Yprésien supérieur. Un second haut niveau marin s'observe dans le calcaire noduleux de l'Unité 3 où les mollusques et oursins en place caractérisent une thanatocénose. L'Yprésien se termine par un bas niveau marin dans l'Unité 4. Les foraminifères benthiques caractérisent une plateforme interne à moyenne.

6.3. Données des ostracodes

La grande diversité des ostracodes indique une plateforme interne à moyenne chaude et peu profonde. Le regroupement des familles par affinité écologique permet de distinguer 4 ensembles. Le premier réunit les Trachyleberididae et les Hemicytheridae (44,44 %) qui renferment des genres à carapace ornée des zones infralittorale et littorale. Le second rassemble les Cytherellidae, Bairdiidae, Bythocyprididae et Paracyprididae (25 %) à genres ubiquistes pas ou peu ornés. La présence du genre orné *Cytherelloidea brancarti* indique une mer chaude dont la température dépasse 12°C (Sohn, 1962). Le troisième ensemble réunit les Bythocytheridae, les Brachyocytheridae et les Cytheruridae (19,44 %) à genres fouisseurs de fonds vaseux. Le quatrième rassemble les Loxoconchidae et Xestoleberididae (11,11 %) à genres phytiaux (Athersuch, 1976; Izuka & Kaesler, 1986), bien que certains vivent dans les interstices des sédiments. Les ostracodes de Ngazobil caractérisent une plateforme interne à moyenne à fond vaseux bien éclairé et tapissé d'algues.

6.4. Evolution du milieu de dépôt de la falaise de Ngazobil

Les données sédimentologiques et microfaunistiques permettent de reconstituer l'évolution du milieu de dépôt de la falaise de Ngazobil. A la base l'Yprésien moyen se termine par un dépôt de plateforme interne confinée. L'Yprésien supérieur est marqué par des fluctuations du niveau marin. La mer plus est ouverte à la base de l'Unité 2 et au milieu de l'Unité alors que l'Unité 4 caractérise une mer moins profonde et plus confinée. Le fond marin vaseux était peuplé d'algues (Ducasse *et al.*, 1978; Sarr, 1999) et le climat de type tropical chaud. La baisse du niveau marin à la fin de l'Yprésien a été reconnue dans la région de Thiès, le Sine-Saloum (Sarr, 1995, 1999, 2013), la Casamance (Ly, 1985; Ly & Carbonnel, 1987) et Matam (Coulibaly, 2020; Coulibaly & Sarr, 2019). Elle s'inscrit dans la tendance des bassins péri-atlantiques de l'époque (Ly & Anglada, 1991).

7. CONCLUSIONS

Ce travail sur les foraminifères et ostracodes de la falaise de Ngazobil a permis de fixer le toit de l'Yprésien moyen

avec les foraminifères planctoniques. Les ostracodes sont très diversifiés avec 3 espèces décrites, dont une provient de la falaise de Ngazobil. Leur endémisme marqué à l'Yprésien et leurs affinités avec les bassins du Golfe de Guinée et les bassins Téthysiens d'Afrique du Nord et transsahariens sont discutés. Le milieu de dépôt est une plateforme carbonatée soumise à des fluctuations sous un climat tropical chaud. Le fond marin était vaseux et peuplé d'algues. La baisse du niveau marin à la fin de l'Yprésien s'inscrit dans la tendance des bassins péri-atlantiques de l'époque.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Apostolescu V. 1961. Contribution à l'étude paléontologique (ostracodes) et stratigraphique des bassins crétacés et tertiaires de l'Afrique occidentale. *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 16(7-8): 779-867.
- Athersuch J. 1976. *Sagmatocythere napolitana* (Puri). *Stereo-Atlas of Ostracod Shells*, 3: 117-124.
- Babinot J. F. 1982. Ostracodes du Crétacé supérieur-Cénozoïque de Côte d'Ivoire. *Cahiers de Micropaléontologie*, 2: 53-69.
- Barsotti G. 1963. Paleocene ostracods of Libya (Sirt basin) and their wide African distribution. *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 18(11): 1520-1535.
- Bassiouni M. A. A & Luger P. 1990. Maastrichtian to Early Eocene Ostracoda from southern Egypt: paleontology, paleoecology, paleogeography and biostratigraphy. *Berliner Geowissenschaftlichen Abhandlungen A* 120(2): 755-928.
- Berggren W.A. & Pearson P. N. 2005. A revised tropical to sub-tropical Paleogene planktonic foraminiferal zonation. *Journal of Foraminiferal Research*, 35(4): 279-298.
- Besairie H. 1943. Monographie géologique du Sénégal. Archives de la Direction des Mines de l'AOF, Dakar (inédit).
- Bold W. A. van den. 1966. Les ostracodes du Néogène du Gabon. *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 21(2): 155-189.
- Brancart R. Y. 1977. *Etude micropaléontologique et stratigraphique du Paléogène sur le flanc occidental du horst de Ndiass et dans la région de Taïba*. Thèse Doctorat de 3^e cycle, Université de Provence, volume 1: 89 pp. (inédit).
- Carbonnel G. 1986. Ostracodes tertiaires (Paléogène à Néogène) du bassin sénégal-guinéen. *Documents du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 101: 33-243.
- Carbonnel G. 1989. Les ostracodes saumâtres des lignites de l'Eocène inférieur au Sénégal: point de convergence des flux migratoires. *Forschungsinstitut Senckenberg* 113: 89-95.
- Carbonnel G. 1990. Les traits majeurs de la faune d'ostracodes paléogènes (P3a - P14) dans les bassins côtiers de l'Afrique de l'Ouest et du Golfe de Guinée. *Forschungsinstitut Senckenberg*: 119-208.
- Carbonnel G. & Oyédé M. 1991. Les ostracodes d'Onigbolo (Bénin). Leur place dans le bassin du Togo-Nigéria. *Annales de Paléontologie*, 77(2): 65-106.
- Chautard J. 1905. Sur les formations éocènes du Sénégal. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4(5): 141-153.
- Coulibaly S. 2020. *Biostratigraphie, paléoenvironnement et cartographie des dépôts de l'Eocène inférieur et moyen du secteur de Ourosogui-Tiambé (région de Matam, nord-est du Sénégal)*. Thèse Doctorat Unique de l'Université de Thiès: 133 pp. (inédit).
- Coulibaly S. & Sarr R. 2019. Biostratigraphie et paléoenvironnement de la Formation de Matam (Eocène inférieur et moyen) dans le secteur d'Ourosogui-Tiambé (Matam, Nord-Est du Sénégal). *BIOTERRE, Revue Internationale des Sciences de la Vie et de la Terre*, 19(2): 49-66.
- Diop A., Guernet C. & Poignant A. 1982. Microfaunes du Paléocène de quelques sondages du dôme du Sénégal occidental: observations sur les ostracodes. *Géobios*, 15(1): 19-31.
- Ducasse O., Dufaure P. & Flicoteaux R. 1978. Le passage de l'Eocène inférieur à l'Eocène moyen dans la presqu'île du Cap-Vert (Sénégal occidental). Révision micropaléontologique et synthèse stratigraphique. *Cahiers de Micropaléontologie*, 1: 3-50.
- Fadiya S. L., Jaiyeola-Ganiyu F. A. & Fajemila O. T. 2014. Foraminifera biostratigraphy and paleoenvironment of sediments from Well AM-2, Niger delta. *Ife Journal of Science*, 16(1): 61-72.
- Foster C.A., Swain F.M. & Petters S.W. 1983. Late Paleocene ostracoda from Nigeria. *Revista Espanol de Micropaleontologia*, 15: 103-166.
- Horne D. J., Cohen A. & Martens K. 2002. Taxonomy, morphology and biology of Quaternary and living Ostracoda. The Ostracoda: Application in Quaternary Research. *Geophysical Monograph*, 131: 5-36. Copyright by the American Geophysical Union (Ed.).
- Izuka S. K. & Kaesler R. L. 1986. Biostratigraphy of ostracode assemblages from a small reef flat in Maunaloa bay, Oahu, Hawaii. *Journal of Paleontology*, 60(2): 347-360.
- Johnson A. K., Rat P. & Lang J. 2000. Le bassin sédimentaire phosphaté du Togo (Maastrichtien-Eocène): stratigraphie, environnements et évolution (The phosphate sedimentary basin of Togo [Maastrichtian-Eocene]: stratigraphy, environments and evolution). *Journal of African Earth Sciences*, 30(1): 183-200.
- Klasz I. de & Rérat D. 1962. Quelques nouveaux foraminifères du Crétacé et du Tertiaire du Gabon (Afrique Equatoriale). *Revue de Micropaléontologie*, 4(4): 175-189.
- Ly A. 1985. *Le Tertiaire de Casamance (Sénégal). Biostratigraphie (foraminifères) et sédimentologie d'après les données de subsurface*. Thèse Doctorat Unique de l'Université Aix-Marseille III: 215 pp.
- Ly A. & Anglada R. 1991. Le bassin sénégal-mauritanien dans l'évolution des marges péri atlantiques au Tertiaire. *Cahiers de Micropaléontologie N. S.*, 6(2): 23-47.
- Ly A. & Carbonnel G. 1987. Stratigraphie de la série tertiaire de Casamance (Sénégal). *Géobios*, 20(6): 789-810.
- Meunier S. 1898. Roches phosphatées du Bas Sénégal. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 4: 111-113.
- Reyment R.A. 1963. Studies on Nigerian Upper Cretaceous and Lower Tertiary Ostracoda. Part 2: Danian, Paleocene and Eocene Ostracoda. *Stockholm Contributions in Geology*, 10: 1-287.
- Roger J., Banton O., Barusseau J. P., Castaigne P., Comte J.-C., Duval C., Nehlig P., Noël B. J., Serrano O. & Travi Y. 2009. Notice explicative de la cartographie multicouches à 1/50 000 et 1/20 000 de la zone d'activité du Cap-Vert. Ministère des Mines, de l'Industrie et des PME, Direction des Mines et de la Géologie, Dakar: 245 pp.

- Salahi D. 1966. Ostracodes du Crétacé supérieur et du Tertiaire en provenance d'un sondage de la région de Zelten (Libye). *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 21(1): 3-42.
- Sarr R. 1982. *Etude géologique et hydrogéologique de la région de Joal-Fadiouth (Sénégal)*. Thèse doctorat 3^e cycle de l'Université de Dakar, 191 pp. (inédit).
- Sarr R. 1995. *Etude biostratigraphique et paléoenvironnementale des séries d'âge Crétacé terminal à Eocène moyen du Sénégal occidental. Systématique et migration des ostracodes*. Thèse Doctorat d'Etat de l'Université de Dakar, 365 pp. (inédit).
- Sarr R. 1998. Les ostracodes paléocènes du horst de Diass (Sénégal) : biostratigraphie, systématique, paléoenvironnement. *Revue de Micropaléontologie*, 41(2): 151-174.
- Sarr R. 1999. Le Paléogène de la région de Mbour-Joal (Sénégal occidental) : biostratigraphie, étude systématique des ostracodes, paléoenvironnement. *Revue de Paléobiologie*, 18(1): 1-29.
- Sarr R. 2012. Biozonation et paléoenvironnement des ostracodes du Paléogène du Sénégal occidental (Afrique de l'Ouest). *Revue de Paléobiologie*, 31(1): 145-158.
- Sarr R. 2013. Ostracodes nouveaux du Paléogène du Sine-Saloum (Sénégal, Afrique de l'Ouest) : biostratigraphie et paléoenvironnement. *Revue de Paléobiologie*, 32(2): 569-588.
- Sarr R. 2015. Paleobiogeographic implications of Paleocene ostracods from Senegal and related West and North Africa basin. *Revue de Micropaléontologie*, 58: 333-349.
- Sohn I. J. 1962. The ostracode genus *Cytherelloidea*, a possible indicator of paleotemperature. *Short Papers in Geology, Hydrology and Topography*, Article 120-179: 144-146.
- Tessier F. 1952. Contribution à la stratigraphie et à la paléontologie de la partie Ouest du Sénégal (Crétacé et Tertiaire). *Bulletin Direction des Mines de l'AOF*, 14(1). Partie 1: 267 pp.
- Thiam M. 2014. *Etudes biostratigraphiques et paléoenvironnementales du Cénozoïque de la marge continentale ouest-africaine en Casamance (Sénégal) d'après les ostracodes et les foraminifères*. Thèse Doctorat Unique Université Cheikh Anta Diop Dakar: 208 pp. (inédit).