

Sommaire

REMERCIEMENTS

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX, PLANCHES ET LES ABREVIATIONS

PARTIE I INTRODUCTION

1.1. Cadre géographique des régions étudiées	1
1.1.1. La région d'Antsalova	1
1.1.2. La région d'Andranomavo	1
1.2. Cadre géologique	1
1.2.1. Bassin de Morondava	1
1.2.2. Bassin de Mahajanga	2
1.3. Historique des travaux sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur	2
1.3.1. Bassin de Morondava	2
1.3.2. Bassin de Mahajanga	3
1.4. But	3
1.5. Objectifs	3
1.6. Résultats escomptés	3

PARTIE II METHODOLOGIE

2.1. Les travaux sur terrains	4
2.1.1. Echantillonnage	4
2.1.2. Les matériels utilisés	4
2.2. Les travaux aux laboratoires	16
2.2.1. Traitement des échantillons	16
2.2.1.1. Trempage	16
2.2.1.2. Tamisage et séchage	16
2.2.1.3. Triage et mise en population	16
2.2.1.4. Détermination	17
2.2.2. Confection des lames minces	17
2.2.2.1. Matériels utilisés	17
2.2.2.2. Sciage de l'échantillon	17
2.2.2.3. Séchage et collage de l'échantillon	18
2.2.2.4. Finition	18
2.2.2.5. Recouvrement de la lame	18
2.3. Méthodes statistiques	18

PARTIE III RESULTATS

3.1. Les Foraminifères.....	20
3.1.1. Les Foraminifères à test agglutiné.....	22
3.1.2. Les Foraminifères calcitiques à test hyalin	23
3.2. Les Ostracodes	38
3.3. Microfaciès	45
3.4. Résultat de comptage au laboratoire et analyse statistique	48

PARTIE IV INTERPRETATIONS

4.1. Interprétation des groupes étudiés	50
4.1.1. Les Foraminifères	50
4.1.2. Ostracodes	51
4.1.3. Remarques.....	52
4.2. Stratigraphie.....	52
4.2.1. La région d'Antsalova.....	52
4.2.2. La région d'Andranomavo.....	56
4.3. Corrélation stratigraphique des régions d'Andranomavo et d'Antsalova.....	60
4.4. Paléoécologie.....	62
4.5. Paléobiogéographie.....	62

CONCLUSION

Conclusion	64
------------------	----

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	73
---	-----------

RESUME

Liste des Figures, Tableaux, Planches et les abréviations

Fig. 1 : CARTE ROUTIERE DE LA REGION D'ANTSALOVA ET D'ANDRANOMAVO	5
Fig. 2 : CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION D'ANTSALOVA	6
Fig. 3 : COUPE LITHOLOGIQUE AU SUD – EST D'ANTSALOVA.....	8
Fig. 4 : CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION D'ANDRANOMAVO	9
Fig. 5 : COUPE LITHOLOGIQUE AU NORD D'ANDRANOMAVO.....	11
Fig. 6 : COUPE AU NORD D'ANDRANOMAVO	13
Fig. 7 : COUPE LITHOLOGIQUE DE KOMIHEVITRA	14
Fig. 8 : COUPE LITHOLOGIQUE DE MARERANO	16
Fig. 9 : REPARTITION DES FORAMINIFERES HYALINS ET AGGLUTINES DANS LES REGIONS ETUDIEES	50
Fig. 10 : REPARTITION DES FAMILLES DES FORAMINIFERES.....	51
Fig. 11 : CORRELATION STRATIGRAPHIQUE DES REGIONS D'ANTSALOVA ET D'ANDRANOMAVO.....	61
Tableau 1 : REPARTITION DES FORAMINIFERES ET DES OSTRACODES RENCONTRES SUIVANT LES DIFFERENTS GISEMENTS	47
Tableau 2 : EFFECTIF DES FORMES RENCONTRES DANS LES DEUX REGIONS.....	48
Tableau 3 : REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES FORMES RENCONTREES DANS LA REGION D'ANTSALOVA BAJOCIEN – ALBIEN	55
Tableau 4 : REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES FORMES RENCONTREES DANS LA REGION D'ANDRANOMAVO BAJOCIEN – PORTLANDIEN	57
Tableau 6 : REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES FOSSILES RENCONTRES (Foraminifères, Ostracodes, Bélemnites et Ammonites).	59
Tableau 7 : REPARTITION PALEOBIOGEOGRAPHIQUE DU Genre <i>Majungaella</i>	62
Planche 1 : Foraminifères	65
Planche 2: Foraminifères	67
Planche 3: Foraminifères	69
Planche 4: Ostracodes	71

OMNIS : Office des Mines Nationales des Industries Stratégiques

D.P.A.B. : Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique

Partie I
INTRODUCTION

Nos études sur terrain ont été faites avec la collaboration de l'OMNIS. En effet, dans le cadre de la recherche pétrolière, l'OMNIS entreprend des campagnes géologiques dans les bassins sédimentaires.

Les microfossiles étant les éléments de datation des formations traversées par les forages, leurs études s'avèrent nécessaires. Nous avons profité de la campagne de 2008 qui couvrait le Nord du bassin de Morondava et le Sud du bassin de Mahajanga pour prélever des échantillons respectivement dans les régions d'Antsalova et d'Andranomavo.

Ainsi, les études micropaléontologiques des Foraminifères et Ostracodes du Jurassique supérieur – Crétacé inférieur feront l'objet du présent mémoire.

Cet intervalle de temps géologique a été choisi, car il constitue la période des premières proliférations des microfossiles benthiques, les planctoniques étant encore à leur forme primitive : les Protoglobigérines et les Hedbergelles et à l'aide de ces microfossiles on essayera de voir la limite Jurassique-Crétacé.

1.1. Cadre géographique des régions étudiées

Les zones d'études se trouvent dans les régions d'Antsalova et d'Andranomavo.

1.1.1. La région d'Antsalova

Le gisement étudié se localise à 25 km du village d'Antsalova de direction NW-SE vers le Parc National de Tsingy de Bemaraha.

1.1.2. La région d'Andranomavo

Les sites étudiés dans la région d'Andranomavo se répartissent sur 3 localités :

- Entre 6 et 8 km au Nord du village d'Andranomavo.
- Komihevitra se trouvant à 11km au Nord d'Andranomavo dans la direction Nord-Sud.
- Marerano à 18 km au Nord d'Andranomavo près de la route vers Mitsinjo.

1.2. Cadre géologique

Les Bassins de Mahajanga et de Morondava présentent des formations sédimentaires marines du Jurassique supérieur - Crétacé inférieur.

1.2.1. Bassin de Morondava

La transgression marine débute au Jurassique. Elle est témoignée par des couches marno- calcaires.

Le Jurassique moyen calcaire forme le plateau de Bemaraha. A partir de la Tsiribihina, son épaisseur est de 600 m au parallèle de Maintirano pour diminuer au Nord, où il est recouvert par une carapace sableuse.

Le Jurassique supérieur est essentiellement marneux renfermant toutefois quelques bancs calcaires (BESAIRIE H. 1971).

Pour le contenu paléontologique, le Jurassique supérieur révèle une faune abondante d’Invertébrés. La détermination de la faune d’Ammonites réalisée par M. COLLIGNON (1959) a été utilisée dans cette étude.

Le Crétacé débute généralement par une transgression marine avec des marnes à *Duvalia*. Leur faciès est constitué par de l’argile, grès calcaire et grès glauconieux.

1.2.2. Bassin de Mahajanga

Le Dogger présente des faciès mixtes au Nord de la Betsiboka avec plusieurs niveaux calcaires d’épaisseur métrique.

Les uns, correspondent à des formations marines renfermant des Rhynchonelles, les autres à des formations lagunaires à *Corbules*.

Le Jurassique marin (Bajocien – Bathonien) est très développé à l’Ouest du fleuve Betsiboka avec une épaisseur de 250 à 400 m, représenté par des calcaires, des marnes, des argiles et des grès (BESAIRIE H. 1971).

Le Jurassique supérieur montre une série très large à prédominance marine. Les faciès sont variés avec prédominance de formations argilo – marneuses. Les dépôts argileux et marno – calcaires sont très fossilifères.

Le Crétacé présente une variation de faciès.

Le Crétacé inférieur, comporte un niveau inférieur glauconieux riche en Bélemnites et un niveau supérieur à *Holcostephanus*.

De l’Hauterivien à l’Aptien se développent des faciès mixtes avec des intercalations de grès continentaux.

1.3. Historique des travaux sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur

1.3.1. Bassin de Morondava

Des travaux sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur ont été faits dans le bassin de Morondava (BESAIRIE H., 1971), des études biostratigraphiques ont été effectuées par :

- COLLIGNON M. (1959) : étude sur les Ammonites caractéristiques de Madagascar ;
- KUNTZ & BIRO (1961) : étude stratigraphique du bassin de Morondava ;
- VITAMARINA (1995) : Description des Ammonites pyriteuses du Callovien de la région Begidro Tsiribihina (Bassin de Morondava) ;

- ANDRIAMALALA F. (1995) : étude des microfossiles du Jurassique du Bassin de Morondava ;
- VOAHANGINIRINA H. H. (1993) : étude stratigraphique des Phylloceratidae d'Ankilizato – Soaravikely ;
- LALAOHARIJAONA R. R. (1993) : étude de l'évolution de la marge Ouest malgache au Jurassique dans le bassin de Morondava entre les fleuves Tsiribihina et Mangoky ;

1.3.2. Bassin de Mahajanga

Plusieurs chercheurs ont effectué des études géologiques et paléontologiques dans le bassin de Mahajanga :

- BESAIRIE H. (1938) : études concernant le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur du Bassin de E Mahajanga;
- SPITALIE J. & SIGAL J. (1963) : étude détaillée sur les Foraminifères du Jurassique supérieur et du Néocomien du bassin de Mahajanga ;
- GREKOFF N. (1963) : travaux sur les Ostracodes du Mésozoïque moyen (Bathonien – Valanginien) du Bassin de Mahajanga ;
- RASOANAIVO W. (1963) : étude sur les microfaunes du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur du Sud du Bassin de Mahajanga.

1.4. But

Précision stratigraphique des régions d'Antsalova et d'Andranomavo par l'étude des microfaunes

1.5. Objectifs

Ce Mémoire consiste :

- à inventorier les microfaunes des régions d'Antsalova et d'Andranomavo. Le calage des formes obtenues se fait avec les zones d'Ammonites établies par M. COLLIGNON (1959) ;
- à déterminer les positions stratigraphiques des formes dégagées et celles examinées en lame mince ;
- à établir des corrélations stratigraphiques des deux régions sus- mentionnées.

1.6. Résultats escomptés

Après la réalisation des travaux, les informations paléontologiques des gisements d'Antsalova et d'Andranomavo peuvent être obtenues :

- la détermination de la microfaune,
- la biostratigraphie des régions étudiées.

Partie II
METHODOLOGIE

2.1. Les travaux sur terrains

2.1.1. Echantillonnage

Le terrain du présent Mémoire se localise dans les gisements fossilifères d'Antsalova et d'Andranomavo. La prise des échantillons a été faite sur des sédiments en place non altérés. Les sédiments prélevés sont constitués par des marnes, des argiles, des grès, et quelques formations calcaires.

2.1.2. Les matériels utilisés

- matériels de prélèvement :
 - bêches,
 - marteau de géologue,
 - barre à mines,
 - sachets plastiques ;
- matériels utilisés pour la prise de note :
 - carnet de notes
 - stylo marker,
 - crayon,
 - des étiquettes ;
- matériels utilisés pour la prospection :
 - mètre,
 - loupe,
 - appareil photo,
 - cartes (topographique, géologique) de la partie Nord du bassin de Morondava et de la partie Sud du bassin de Mahajanga,
 - un G.P.S. qui peut servir à la fois de repérage, des positions de déplacements, des coordonnées des sites et orientation,
 - une boussole, pour la détermination des pendages des couches,
 - acides chlorhydriques, pour tester les roches calcaires.

Nous avons effectué les prélèvements de nos échantillons dans les régions d'**Antsalova** et d'**Andranomavo**. (Fig.1). L'accès dans les sites s'avère difficile à cause des problèmes routiers.

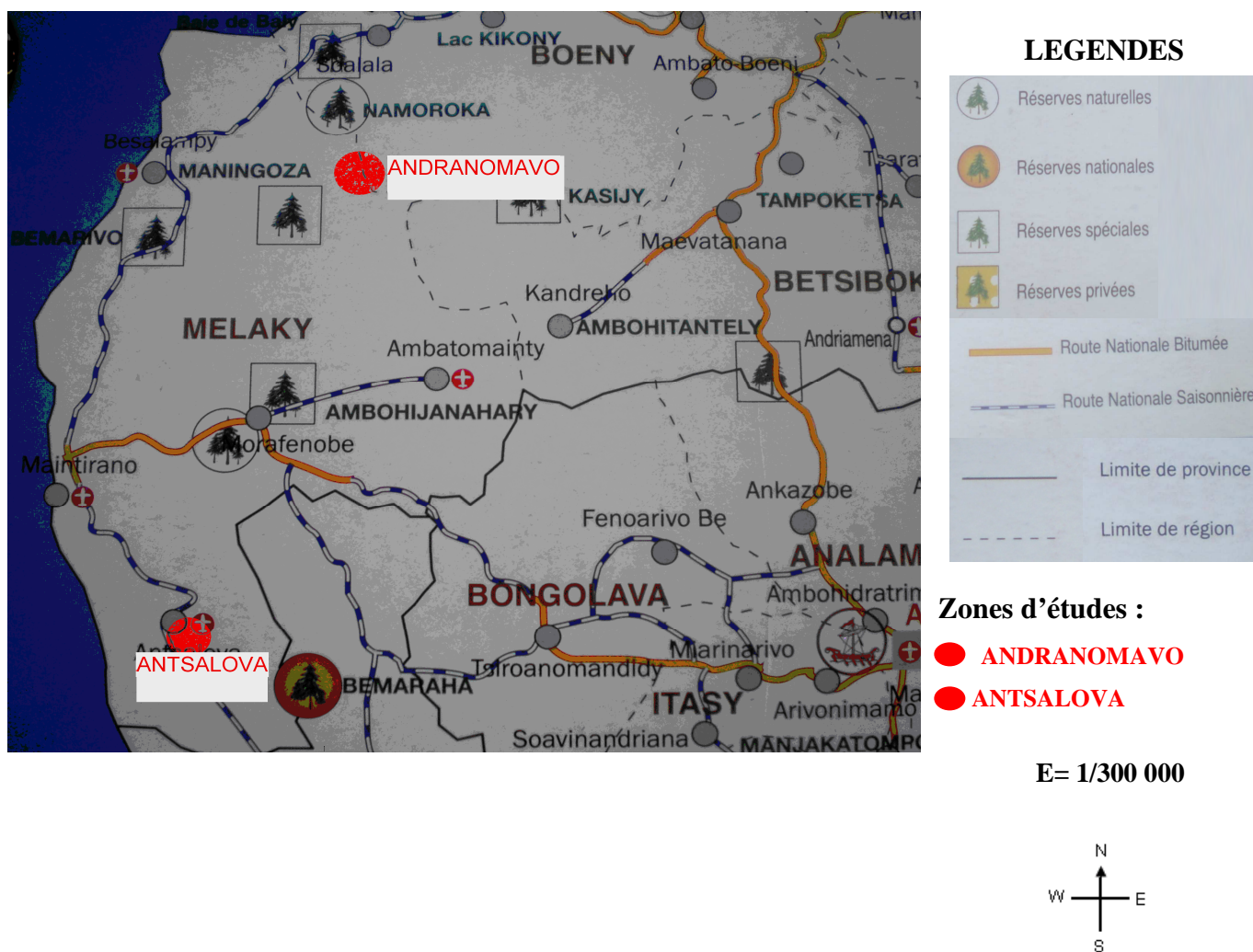


Fig. 1 : CARTE ROUTIERE DE LA REGION D'ANTSALOVA ET D'ANDRANOMAVO (FTM 2008)

Le gisement fossilifère étudié dans la région d'Antsalova se trouve au Sud – Est de la ville, proche du Parc National du Tsingy de Bemaraha. Ce gisement est riche en macrofossiles comme les *Bélemnites*, les *Aptychus*,... (Fig.2)

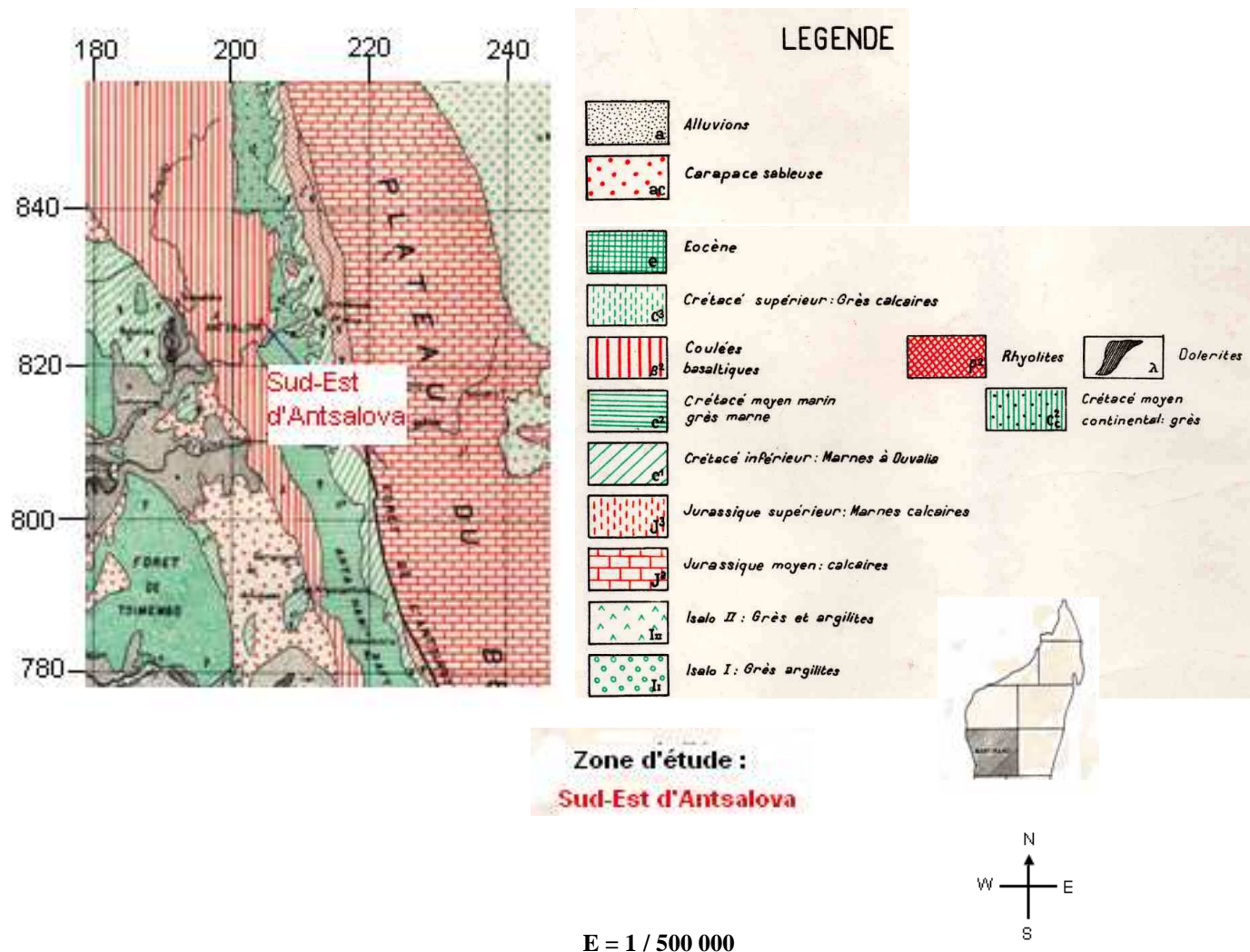


Fig. 2 : CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION D'ANTSALOVA

(Extrait de la Carte Géologique de Madagascar, Service géologique, 1956)

La coupe d'Antsalova a été réalisée à 30 km au Sud – Est d'Antsalova sur une épaisseur de 19,75 m. Elle est caractérisée de par des marnes inférieures à Bélemnites et à *Aptychus* (10 m) masquées par des grès supérieurs (9,75 m). (Fig.3)

013 : SUD : 18° 45' 26.6''

EST : 44° 42' 36.2''

014 : SUD : 18° 45' 26.6''

EST : 44° 42' 36.2''

018 : SUD : 18° 41' 50.7''

EST : 44° 37' 14.3''

019 : SUD : 18° 44' 05.1''

EST : 44° 41' 44.7''

020 : SUD : 18° 43' 34.8''

EST : 44° 39' 28.5''

021 : SUD : 18° 41' 50.9''

EST : 44° 37' 09.0''

Numéros	Nature des couches	Epaisseurs
021/4	grès moyen	2 m
021/3	grès moyen jaunâtre	3,75 m
021/2	grès grossier rouge à jaune	1 m
021/1	grès grossier rouge	3 m
020	marne verdâtre à Bélemnites	2,30 m
019	marne friable verdâtre à Bélemnites et à <i>Aptychus</i>	4 m
018/3	marne verdâtre tachetée de jaune	1 m
018/2	marne jaune à verte	1,10 m
018/1	marne grise jaunâtre	1,70 m

COUPE LITHOLOGIQUE AU SUD – EST D'ANTSALOVA

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{SUD : } 18^{\circ} 41' 50.7'' \\ \text{EST : } 44^{\circ} 37' 14.3'' \end{array} \right. \quad \text{à} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{SUD : } 18^{\circ} 43' 34.8'' \\ \text{EST : } 44^{\circ} 39' 28.5'' \end{array} \right.$$

Echelle : 1/100

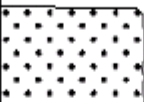

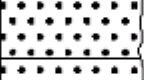
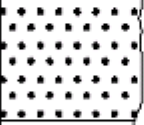





AGE	EPAISSEUR (mètres)	N° ECHANTILLON	COUPE	LITHOLOGIE
CRETACE MOYEN	2	021/4		grès moyen jaune
	3,75	021/3		grès moyen jaunâtre
	1	021/2		grès grossier rouge à jaune
	3	021/1		grès grossier rouge
CRETACE INFÉRIEUR	2,30	020		marne verdâtre à Bélemnites
JURASSIQUE SUPÉRIEUR	4	019		marne verdâtre à Bélemnites et à Aptychus
CALLOVIEN	1	018/3		marne verdâtre tachetée de jaune
	1,10	018/2		marne jaune à verte
	1,70	018/1		marne grise jaunâtre

Fig. 3 : COUPE LITHOLOGIQUE AU SUD – EST D'ANTSALOVA

(Source : Auteur, 2009)

Le prélèvement des échantillons dans la région d'Andranomavo se répartît sur trois localités :

- 1- Au Nord d'Andranomavo,
- 2- Komihevitra,
- 3- Marerano.

Ces localités sont riches en macrofossiles en particulier les Ammonites, les Bélemnites,...).

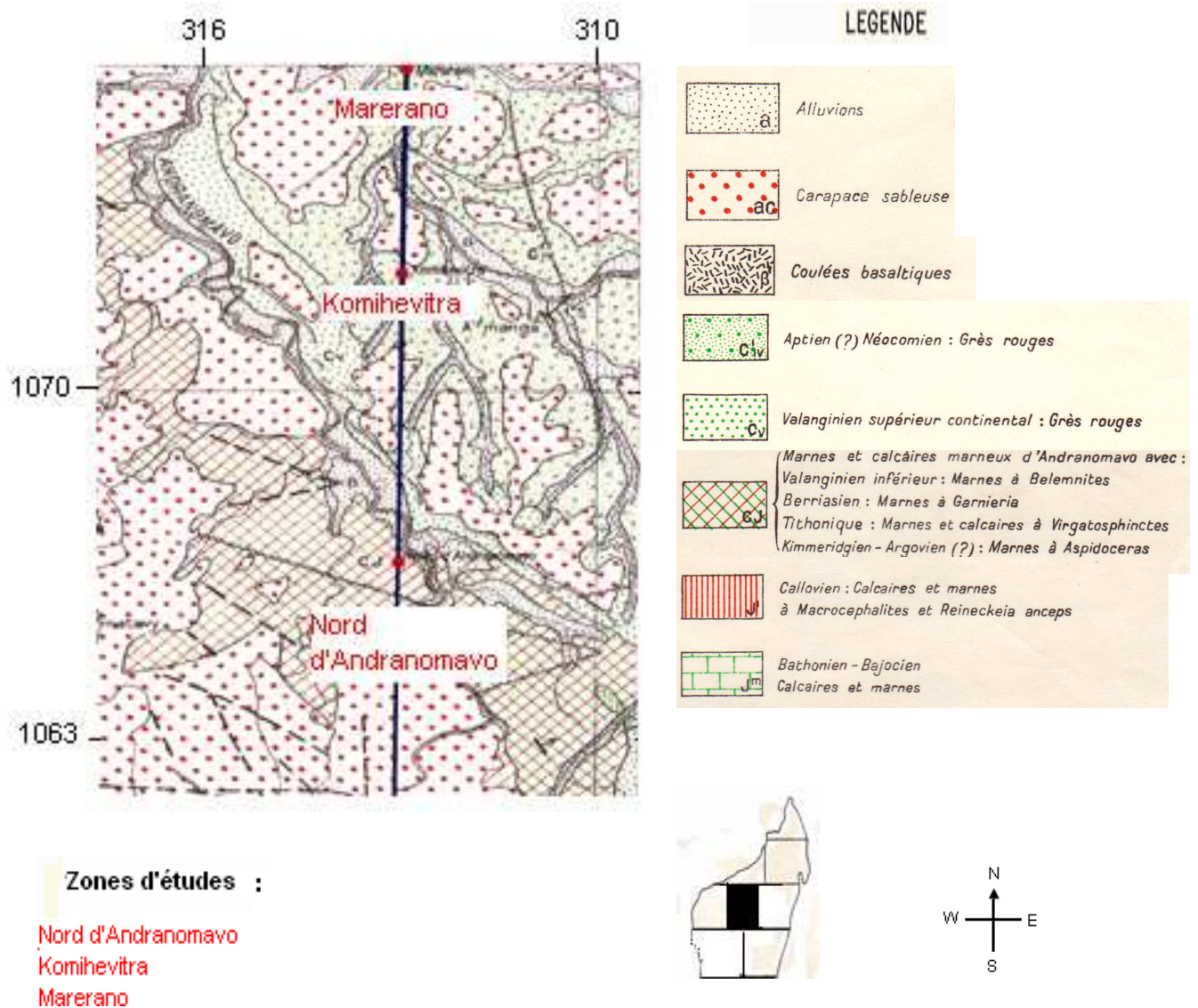


Fig. 4 : CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION D'ANDRANOMAVO

(Extrait de la Carte Géologique de Madagascar, Service géologique, 1956)

La coupe au Nord d'Andranomavo a été faite à 6 km au Nord de la ville d'Andranomavo. Elle s'expose sur une épaisseur de 19,75m (Fig.5). Les coordonnées géographiques des échantillons prélevés sont :

026 : SUD : 16° 27' 55.6''

EST : 45° 25' 00.2''

027 : SUD : 16° 33' 14.7''

EST : 45° 33' 55.1''

028 : SUD : 16° 33' 14.7''

EST : 45° 33' 51.4''

029 : SUD : 16° 33' 11.1''

EST : 45° 33' 56.7''

030/1 : SUD : 16° 33' 12.1''

EST : 45° 33' 50.5''

030/2 : SUD : 16° 30' 29.5''

EST : 45° 35' 35.5''

Numéro	Nature des couches	Epaisseur
030/2	marne jaune gréseuse à Bélemnites	2,30 m
030/1	marne jaune tachetée de blanche	9,25 m
029	marne jaune à grain grossier de Quartz	2,75 m
028	marne jaune rouge finement gréseuse	3,5 m
027	marne jaune à grise tachetée de blanche	1,75 m

COUPE LITHOLOGIQUE AU NORD D'ANDRANOMAVO

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{SUD : } 16^{\circ} 33' 14.7'' \\ \text{EST : } 45^{\circ} 33' 53.1'' \end{array} \right. \quad \text{à} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{SUD : } 16^{\circ} 30' 29.5'' \\ \text{EST : } 45^{\circ} 35' 35.5'' \end{array} \right.$$

Echelle : 1/100

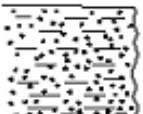



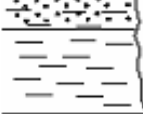
AGE	EPASSEUR (mètres)	N° ECHANTILLON	COUPE	LITHOLOGIE
CRETACE INFERIEUR	2,30	30/2		<i>marne jaune gréseuse à Bélemnites</i>
JURASSIQUE SUPERIEUR	9,25	30/1		<i>marne jaune tacheté de blanche</i>
	2,75	029		<i>marne jaune à grain grossier de Quartz</i>
CALLOVIEN	3,5	028		<i>marne jaune rouge finement gréseuse</i>
	1,75	027		<i>marne jaune à grise tachetée de blanche</i>

Fig. 5 : COUPE LITHOLOGIQUE AU NORD D'ANDRANOMAVO

(Source : Auteur, 2009)

La coupe débute à l’affleurement du pont à 8 km au Nord de la ville d’Andranomavo jusqu’au sommet avec une épaisseur de 20 m. (Fig. 6).

Les coordonnées géographiques des échantillons récoltés sont :

031 : SUD : 16° 32' 09.8''

EST : 45° 35' 04.8''

032 : SUD : 16° 31' 47.2''

EST : 45° 35' 05.1''

033 : SUD : 16° 31' 49.5''

EST : 45° 35' 05.4''

Numéro	Nature des couches	Epaisseur
033	marne gréseuse jaune à blanche	1 m
032/3	marne jaune à Bélemnites	0,25 m
032/2	grès fin jaunâtre entrecroisé à Bélemnites	1 m
032/1	marne jaune blanchâtre (niveau tendre)	8 m
031/9	marne jaune	1 m
031/8	marne silteuse jaune à Bélemnites et à Ammonites	0,25 m
031/7	marne jaune à grise à Bélemnites	2 m
031/5	marne argileuse jaune tachetée de blanche à Bélemnites	1,25 m
031/4	argile marneuse verdâtre	0,8 m
031/3	argile marneuse grise en plaquette	2 m
031/2	argile silteuse grise indurée	0,25 m
031/1	argile grise (niveau mou)	0,70 m

COUPE LITHOLOGIQUE AU NORD D'ANDRANOMAVO

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{SUD : } 16^{\circ} 32' 09.8'' \\ \text{EST : } 45^{\circ} 35' 04.8'' \end{array} \right\} \text{ à } \left\{ \begin{array}{l} \text{SUD : } 16^{\circ} 31' 49.5'' \\ \text{EST : } 45^{\circ} 35' 05.4'' \end{array} \right\}$$

Echelle : 1/250

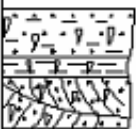
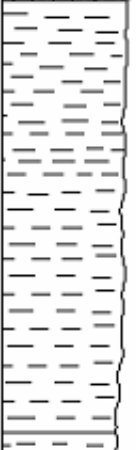
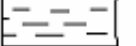
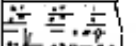
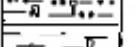
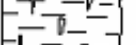
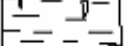
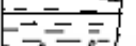
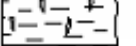
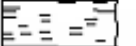
AGE	EPASSEUR (mètres)	N° ECHANTILLON	COUPE	LITHOLOGIE
CRETACE INFÉRIEUR	1 0,25 1	033 032/3 032/2		marne gréseuse jaune à blanche marne jaune à Bélemnites grès fin jaunâtre entrecroisé à Bélemnites
	8	032/1		marne jaune blanchâtre (niveau tendre)
JURASSIQUE SUPÉRIEUR	1	031/9		marne jaune
	1	031/8		marne silteuse jaune à Bélemnites et à Ammonites
	2	031/7		marne jaune grise à Bélemnites
	1,5	031/5		marne argileuse jaune tachetée de blanche à Bélemnites
	0,8	031/4		argile marneuse verdâtre
	2	031/3		argile marneuse grise en plaquette
	0,25	031/2		argile silteuse grise indurée
	0,70	031/1		argile silteuse grise (niveau mou)

Fig. 6 : COUPE AU NORD D'ANDRANOMAVO

(Source : Auteur, 2009)

La coupe Komihevitra a été faite à 11 km au Nord d'Andranomavo. Les couches sont constituées par des marnes sur une épaisseur de 9 m. (Fig.7)

Les coordonnées géographiques des échantillons récoltés sont :

035 : SUD : 16° 23' 52.2''

EST : 45° 35' 47.7''

Numéro	Nature des couches	Epaisseur
035/2	marne jaune verdâtre tachetée de blanche à Ammonites	4 m
035/1	marne verte tachetée de jaune	5 m

COUPE LITHOLOGIQUE DE KOMIHEVITRA (Nord D'ANDRANOMAVO)

SUD : 16° 23' 52.2''
EST : 45° 35' 47.7''

Echelle : 1/100


AGE	EPAISSEUR (mètres)	N° ECHANTILON	COUPE	LITHOLOGIE
JURASSIQUE SUPERIEUR	4	035/2		marne jaune verdâtre tachetée de blanche à Ammonites
	5	035/1		marne verte tachetée de blanche à Ammonites

Fig. 7 : COUPE LITHOLOGIQUE DE KOMIHEVITRA

(Source : Auteur, 2009)

La coupe de Marerano est formée par des marnes jaunes, se situe à 18 km au Nord d'Andranomavo sur une épaisseur de 11,75 m. (Fig.8)

Les coordonnées géographiques des échantillons récoltés sont :

036 : SUD : 16° 22' 34.3''

EST : 45° 35' 23.2''

Numéro	Nature des couches	Epaisseur
036	marne jaune tachetée de blanche	11,75 m

COUPE LITHOLOGIQUE DE MARERANO (Nord D'ANDRANOMAVO)

SUD : 16° 22' 34.3''
EST : 45° 35' 23.2''

Echelle : 1/100

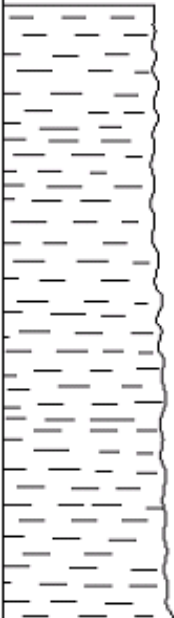
AGE	EPAISSEUR (mètres)	N° ECHANTILLON	COUPE	LITHOLOGIE
CALLOMIEN	11,75	036		<i>marne jaune tachetée de blanche</i>

Fig. 8 : COUPE LITHOLOGIQUE DE MARERANO

(Source : Auteur, 2009)

2.2. Les travaux aux laboratoires

Les échantillons sont traités et étudiés au laboratoire.

2.2.1. Traitement des échantillons

2.2.1.1. Trempage

Les échantillons récoltés sont constitués par des roches meubles comme les marnes, les argiles et les grès, nous avons utilisé du pétrole.

Le procédé est le suivant :

- mettre dans un bécher bien propre 100g de sédiment,
- ajouter du pétrole en mélangeant le tout,
- laisser tremper pendant 15 minutes tout en agitant le mélange toutes les 3 minutes,
- récupérer le pétrole dans un autre bécher, puis le remplacer par de l'eau bouillante.

Quand le sédiment devient fluide, on commence le lavage.

2.2.1.2. Tamisage et séchage

Le lavage s'effectue sur une série de 3 tamis de mailles respectivement : 500 μ , 200 μ , 100 μ , sous un jet d'eau au robinet. Il faut éviter le débordement des tamis qui risque d'emporter les microfossiles. La maille de 500 μ retient la faunule et les grands Foraminifères, la maille de 100 μ laisse passer les argiles qui ont généralement de dimensions inférieures à 63 μ . Quand le fond de la série de tamis est bouché par la boue argileuse, on agite doucement le tout en évitant tout débordement. On peut aussi brosser le fond de la série de tamis avec le dos de la main. Le lavage est terminé quand l'eau sortant de la série de tamis est claire. On récupère le résidu de lavage dans 3 boîtes de pétri différentes qui porteront les numéros des échantillons. Le séchage peut se faire dans une étuve à 70°C pendant deux heures ou à l'air libre pendant 48 heures. Une fois séché, le résidu de lavage sera rangé dans un pilulier ou dans un flacon de verre numéroté. Après chaque utilisation les tamis sont brossés puis plongés dans une solution à 5% de bleu de méthylène pendant une minute. Les microfossiles ainsi retenus sont colorés en bleu. Une telle séparation nous a permis de vérifier les éléments restants des lavages précédents.

2.2.1.3. Triage et mise en population

Le tri se fait à la loupe binoculaire à l'aide d'une aiguille montée dont la pointe est électrisée par le passage dans les cheveux. On verse une très petite quantité de résidu et on place la loupe au faible grossissement. Les microfossiles récupérés sont à placer dans une cellule simple.

La mise en population consiste à placer les différentes formes dégagées pour chaque échantillon dans des cases appropriées d'une cellule multiple.

2.2.1.4. Détermination

La détermination se fait au fort grossissement à l'aide de catalogue ou fiche de référence. A la fin de la détermination, la forme dégagée doit avoir sa propre fiche de diagnose qui va porter les désignations suivantes :

- type de préparation
- type de prélèvement
- localisation
- lithologie
- âge attribué à l'origine
- diagnose et description des caractères spécifiques.
- nom du genre et de l'espèce
- âge attribué après détermination.

2.2.2. Confection de la lame mince

La confection de lame mince nécessite de matériels communs et spéciaux. Elle comporte plusieurs étapes :

2.2.2.1. Matériels utilisés

Les matériels utilisés sont les suivants :

- tour lapidaire
- microscope polarisant
- scie à diamant
- plaque chauffante
- colle géofix
- poudre abrasif (émeri : 180, 320, 800)
- aiguille montée
- lame porte objet et lamelle
- baume Canada.

2.2.2.2. Sciage de l'échantillon

- tailler l'échantillon à la dimension de la lame porte-objet, et scier à l'épaisseur voulue (2 à 4 mm),
- passer ensuite au tour lapidaire à moins de 1mm.

2.2.2. 3. Séchage et collage de l'échantillon

- sécher l'échantillon sur la plaque chauffante, la surface polie sur la platine,
- poser ensuite la lame porte-objet sur la plaque chauffante,
- prendre l'échantillon chauffé et passer sur la surface plane une légère couche de baume de Canada, faire de même sur la lame porte-objet,
- accoler la lame sur l'échantillon tout en évitant les bulles d'air entre la roche et la lame porte-objet en appuyant légèrement sur la lame avec une spatule.

2.2.2.4. Finition

- faire descendre l'épaisseur de la lame à la rectifieuse jusqu'au plus bas possible à l'estimation de l'opérateur,
- passer ensuite sur le tour lapidaire avec l'émeri 320 et finir avec le carborendum 180.

2.2.2.5. Recouvrement de la lame

- chauffer la lamelle sur la platine en mettant une grosse goutte de baume Canada et laisser chauffer,
- prendre ensuite la lamelle et l'accoler sur la plaque mince en prenant la précaution de chasser les bulles d'air lors de la pose,
- laisser, sécher ensuite et nettoyer à l'essence.

Remarques :

- pour connaître la cuisson du baume de Canada, il faut qu'il fasse un fil cassant pour donner une poudre blanche entre les doigts.
- les lames micropaléontologiques sont, d'ordinaire un peu plus épaisses que les lames pétrographiques, car un amincissement trop poussé de l'échantillon masquerait les détails de structure de certains microfossiles.

2.3. Méthodes statistiques

L'étude statistique est faite pour vérifier l'homogénéité des deux régions étudiées. Pour cela, nous avons intérêt à appliquer le test d'homogénéité pour nous assurer que les deux régions sont homogènes ou non.

- Test d'homogénéité

Le test d'homogénéité ou d'égalité est destiné à comparer les variances des deux populations.

On fait l'hypothèse que les deux échantillons proviennent de 2 populations dont les variances sont égales à $H_0: S_1^2 = S_2^2$ c'est-à-dire que les deux régions étudiées sont homogènes.

Pour ce test, deux cas peuvent se présenter :

1^{er} cas si : $S_1^2 < S_2^2$, la valeur de F se calcule de la façon suivante :

$$F = \frac{S_2^2}{S_1^2}$$

2^e cas si : $S_1^2 > S_2^2$, on calcule la valeur de F de la manière suivante :

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

- Règle de décision

Voici la règle de décision que nous avons prise ; rappelons que le seuil de signification est de 0,05.

- Si F calculée est supérieure à F seuil lue dans la table de Fisher-Snedecor pour un risque d'erreur α fixé et (n_1-1, n_2-1) degrés de liberté, l'hypothèse nulle est rejetée.
- Si F calculée est inférieure à F seuil lue dans la table de Fisher-Snedecor pour un risque d'erreur α fixé et (n_1-1, n_2-1) degrés de liberté, l'hypothèse nulle est acceptée.

Avec F : valeur du test

n_1 : taille des échantillons de la population 1

n_2 : taille des échantillons de la population 2

n_1-1 : premier degré de liberté

n_2-1 : deuxième degré de liberté

S_1^2 : variance de l'échantillon 1

S_2^2 : variance de l'échantillon 2

Partie III
RESULTATS

Les microfossiles rencontrés dans les régions d'Antsalova et d'Andaranomavo :

- les FORAMINIFERES
- les OSTRACODES

Nous avons rencontré des formes nouvelles dont les caractéristiques sont différentes à celle trouvée en bibliographie. Elles sont laissées en nomenclature ouverte.

3.1. Les Foraminifères

Ce sont des êtres unicellulaires marins qui se distinguent des autres Rhizopodes par la présence d'un réseau de pseudopodes très fins. Il possède un test ou squelette, formation endosquelettique calcaire ou chitineux qui est constitué par la succession des loges communicant entre-elles par des forams (PIVETAU J. 1952).

Classification (NEWMAN M., 1967)

Règne : ANIMAL

Embranchement des PROTOZOAIREs

Sous- embranchement des RHIZOPODES

Classe des GRANULO-RETICULOSA

Ordre des FORAMINIFERIDA.

La classification que nous allons suivre est basée sur les caractéristiques suivantes :

- 1- nature du test (chitineuse, calcitique, aragonite, silicieuse) ;
- 2- microstructure de la paroi (agglutinée, pseudo- fibreuse, microgranulaire, porcelanée, hyaline...) ;
- 3- enroulement (planispiralé, trochospiralé, pelotonné) et agencement (mixte, complexe...) ;
- 4- nombres des loges (uniloculaire, pluriloculaire) et leur arrangement;(unisérié, bisérié) ;
- 5- forme générale (globuleuse, cylindrique, nautiloïde, hélicoïdale, flabelliforme, discoïde, fusiforme, lenticulaire...) ;
- 6- architecture de la paroi (lamellaire, non lamellaire) ;
- 7- absence ou présence de pores (morphologie, disposition, répartition et taille des perforations) ;
- 8- ouvertures (formes et positions, uniques, multiple, simple ou complexe) ;
- 9- test libre ou fixe ;
- 10- structure interne de la paroi labyrinthe canalicule, embryon, forme, taille, position :
 - loges post-embryonnaires (nepiontes) : disposition, formes, taille,
 - cloison : nombre, orientation,
 - pilier : forme, disposition ;

- 11- rapport des dimensions du test ;
- 12- formes et dimensions relatives des loges ;
- 13- caractère des sutures (épaisseur, position, ornementation) ;
- 14- ornementation (aspect, localisation) ;

On utilise les caractères :

- 1 à 4 pour la détermination du groupe,
- 1 à 8 pour la famille,
- 1 à 11 pour le genre,
- 1 à 14 pour l'espèce.

Les descriptions suivantes sont regroupées par famille, genre. Les répartitions des formes seront discutées pour les interprétations des résultats.

Ordre FORAMINIFERIDA EICHWALD, 1830

3.1.1. Les Foraminifères à test agglutiné

Les Foraminifères à test agglutiné ou arénacé sont caractérisés par des tests exogènes, constitués d'éléments empruntés aux milieux extérieurs (grain de quartz, spicules d'éponges, granules calcaires...) soudés par un ciment microgranuleux sécrété par l'animal.

Sous-ordre TEXTULARIINA DELAGE et HEROUARD, 1896

Famille TEXTULARIIDAE EHRENBURG, 1838

Sous-famille TEXTULARIINAE EHRENBURG, 1838

Genre *Textularia* DEFRANCE, 1824.

Pl. 1, fig. 1

Description

Test agglutiné, forme triangulaire élancée, loges bisériées de taille croissante au nombre de 7 séparées par des sutures déprimées. Ouverture en fente à la base de la dernière loge.

Répartition stratigraphique : Portlandien - Berriasien

Gisement : marnes d'Antsalova (020), d'Andranomavo (031) et de Marerano (036)

Sous- famille GLOBOTEXTULARIA CUSHMAN, 1922

Genre *Dorothia* PLUMMER, 1931

Description

Test agglutiné, légèrement comprimé. Forme élancée, évasée, pointue à la base. Surface rugueuse, loges bisériées plus larges que hautes. Sutures distinctes, déprimées. Ouverture en fente horizontale.

Dorothia sp.

Pl. 1, fig. 2

Description

Test agglutiné, légèrement comprimé. Forme évasée, pointue à la base. Surface rugueuse, loges bisériées plus larges que hautes. Sutures très distinctes, déprimées. Ouverture en fente horizontale.

Répartition stratigraphique : Kimméridgien - Oxfordien

Gisement : marnes de Komihevitra (035/1, 035/2).

Famille LITUOLIDAE REUSS, 1861

Sous-famille LITUOLINAE DE BLINVILLE, 1825

Genre *Ammobaculites* CUSHMAN, 1910

Description

Test agglutiné, portion initiale spiralée suivie d'une hampe unisériée. Sutures déprimées et avec une ouverture terminale simple et arrondie.

Ammobaculites sp.

Pl.1, fig. 3

Description

Test agglutiné, portion initiale spiralée suivie d'une hampe unisériée. Sutures assez déprimées et une ouverture terminale simple.

Répartition stratigraphique : Tithonique supérieur - Berriasien

Gisement : marnes d'Antsalova (020).

3.1.2. Les Foraminifères calcitiques à test hyalin

Les Foraminifères calcitiques à test hyalin sont caractérisés par des tests transparents et vitreux, formés de cristaux de calcite de grande dimension (supérieure à 5 microns), qui s'ordonnent le plus souvent en fibres perpendiculaires à la surface du test.

La muraille des foraminifères hyalins est traversée par des perforations permettant le passage de pseudopodes.

Sous-ordre ROTALIINA DELAGE et HEROUARD, 1896

Super -famille NODOSARIACEA EHRENBURG, 1838

Famille NODOSARIIDAE EHRENBURG, 1838

Sous-famille de NODOSARIINAE EHRENBURG, 1838

Genre Astacolus

Description

Test allongé ; spire incomplète ; loges terminales tendant à se dérouler reposant sur la périphérie du tour précédent ; Ouverture radiée.

Astacolus mutilatus **ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 1, fig. 4

Description et comparaison

Test peu comprimé, périphérie subaiguë carénée. Face orale triangulaire plane. Loges au nombre de 10, séparées par des sutures régulièrement arquées et légères qui vont en s'accroissant vers le centre. Ouverture radiée.

La variation se manifeste surtout au niveau de la taille et des sutures.

Répartition stratigraphique : Portlandien - Hauterivien

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/4, 031/7).

Astacolus eritheles **LOEBLICH ET TAPPAN, 1950**

Pl. 1, fig.5

-Astacolus eritheles **ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Description et comparaison

Test assez fortement renflé, avec 10 loges dans le dernier tour de spire. Les loges sont de forme régulièrement triangulaire, séparées par des sutures arquées. Ouverture radiée.

La variation est celle surtout dans le degré de déroulement, ne dépassant le stade *Astacolus* déroulé.

Répartition stratigraphique : Callovien moyen - Oxfordien inférieur

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/7).

***Astacolus* sp. 3307 ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Description et comparaison

C'est une espèce de plus petite taille, loges au nombre de 7. Présence d'une hampe composée de 2 loges séparées par des sutures inclinées.

Cette espèce diffère d'*Astacolus eritheles*, LOEBLICH ET TAPPAN, 1950, par des sutures qui ne touchent pas la périphérie.

Répartition stratigraphique : Kimméridgien - Portlandien

Gisement : marnes d'Antsalova (020).

***Astacolus dorsoacriatus*, WISNIOWSKI, 1890.**

Pl. 1, fig. 6

Description

Test plus fortement arqué et dont la largeur augmente dans de plus grandes proportions. Loges au nombre de 5 séparées par des sutures inclinées et avec une ouverture radiée.

Répartition stratigraphique : Callovien moyen – Portlandien inférieur

Gisement : Marnes d'Andranomavo (031/8)

***Astacolus aff. insecta* SCHWAGER, 1865**

Pl. 1, fig. 7

Description

Test très simple, de petite taille formé de 9 loges relativement renflées, séparées par des sutures arquées et déprimées profondément.

Répartition stratigraphique : Callovien moyen – Oxfordien inférieur

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/8, 032/3, 033)

Genre *Lenticulina* LAMARCK, 1804

Description

Test lenticulaire à subcirculaire, enroulement planispiralé involute ou évolute ; spire ou tour complète, fermée. Présence de carène, sutures en relief fin venant se souder autour de l'ombilic. Ouverture radiée.

***Lenticulina* sp. 129 ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 1, fig. 8

Description et comparaison

Test lenticulaire épais, loges nombreuses (7-11) séparées par des sutures arquées, disposées tangentiellement par rapport au disque. Ouverture radiée et une périphérie aigue.

La variation se traduit :

- dans le degré d'aplatissement latéral du test,
- dans le nombre de loges et même les sutures.

Répartition stratigraphique : Callovien moyen - Hauterivien

Gisement : marnes d'Antsalova (019, 020) ; d'Andranomavo (030,031/4, 031/5, 031/8, 031/9, 032/1, 033, 034) ; de Komihevitra (035/1, 035/2) et de Marerano (036).

***Lenticulina collignoni* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 1, fig.9

Description et comparaison

Test à face latérale orné de cotes longitudinales, un peu obliques s'arrêtant brusquement au dessus de la partie supérieure déprimée de la loge précédente. Loges au nombre de 6 séparées par des sutures déprimées.

La variation essentielle est dans le mode d'ornementation c'est-à-dire plus ou moins rugueuse.

Répartition stratigraphique : Kimméridgien – Portlandien inférieur

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/7, 031/8).

***Lenticulina subtilis* WISNIOWSKI, 1890**

Pl. 1, fig. 10

Description et comparaison

Test petit, involute, ombiliqué, caréné, composé de 8 loges, séparées par des sutures fines arquées, puis légèrement déprimées.

La variation se manifeste sur le degré d'involution, le déroulement jusqu'au stade *astaculus*, d'ailleurs assez grande : sur la taille des dernières loges, surtout de l'ombilic plus ou moins fermé et occupé même par un umbo.

Répartition stratigraphique : Callovien - Valanginien

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/2) et de Komihevitra (035/1).

***Lenticulina fracta* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 1, fig. 11

Description et comparaison

Test peu renflé, 8 loges régulièrement triangulaires séparées par des sutures faiblement arquées. Face orale de la dernière loge évasée et légèrement convexe. Ouverture radiée.

Variation autour du type : le nombre de loges varie peu (7 à 9) ; la variation essentielle est celle de la forme générale du test, on observe en effet des individus correspondant à un stade *astaculus* c'est-à-dire une tendance au déroulement.

Répartition stratigraphique : Oxfordien inférieur

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/2) et de Komihevitra (35/1).

***Lenticulina andromede* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 1, fig. 12

Description

Test moyennement involute, montrant une tendance au déroulement peu prononcé. Périphérie légèrement polygonale. Loges au nombre de 10 dans le dernier tour. Sutures légèrement arquées, fortement en relief. Face orale plus ou moins triangulaire et ouverture radiée.

Le nombre de loges peut varier entre 7 et 10. On note un épaississement plus sensible de la suture à une petite distance du départ du disque ombilical.

Répartition stratigraphique : Portlandien - Barrémien

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/1, 031/4).

***Lenticulina cf. secans var. angulosa* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

- *Cristellaria secans var. angulosa* non var. CHAPMAN, 1896

Description

Test involute avec légère tendance au déroulement, assez aplati, à périphérie carénée. Loges au nombre de 9 dans le dernier tour, sutures arquées, en crête en relief. Ouverture radiée et face orale triangulaire.

Répartition stratigraphique : Berriasien - Hauterivien

Gisement : marnes d'Andranomavo (030/2).

***Lenticulina tsaramandrosoensis* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 2, fig. 13

Description

Test involute, de petite taille, 8 loges séparées par des sutures arquées et qui ne touchent pas la périphérie. Face orale très peu convexe, en triangle et ouverture radiée.

Répartition stratigraphique : Portlandien - Hauterivien

Gisement : marnes d'Antsalova (020).

***Lenticulina dineontos* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 2, fig. 14

Description

Test involute, peu épais, caréné. Loges au nombre de 8 dans le dernier tour, séparées par des sutures arquées au ras du test à la périphérie. Face orale légèrement convexe et ouverture radiée.

Répartition stratigraphique : Portlandien - Hauterivien

Gisement : marnes d'Antsalova (020).

Genre *Marginulina* d'ORBIGNY, 1926

Description

Test unisériel, allongé caractérisé par de spire formée de (4-5) loges renflées. Les sutures sont déprimées et presque horizontales ou inclinées. Ouverture terminale radiée.

***Marginulina gracilissima* REUSS, 1892**

Pl. 2, fig. 15

-*Cristellaria gracilisima n. sp.* REUSS, 1862

-*Marginulina gracilissima* ESPITALIE & SIGAL, 1963

Description

Test allongé caractérisé par la dernière spire formée de 5 loges renflées. Les sutures sont déprimées et presque horizontales. Ouverture radiée.

Répartition stratigraphique : Kimméridgien - Berriasien

Gisement : marnes d'Andranomavo (030/2).

***Marginulina sp. 3330* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 2, fig. 16

Description et comparaison

Test macrosphérique à loges légèrement renflées. Loges au nombre de 5 séparées par des sutures déprimées assez obliques. Ouverture radiée.

Répartition stratigraphique : Callovien moyen - Oxfordien

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/7, 031/9) et de Marerano (036).

***Marginulopsis embaensis* FURSENKO ET POLENOVA, 1950**

Pl. 2, fig. 17

-*Cristellaria embaensis n. sp.* FURSENKO ET POLENOVA, 1950

- *Marginulopsis embaensis n. sp.* ESPITALIE & SIGAL, 1963

Description

Test arqué, parcouru par des côtes parallèles, et franchissant les sutures qui sont au ras du test et à peine déprimés sur la fin. Loges au nombre de 6 et ouverture radiée.

Répartition stratigraphique : Portlandien - Berriasien

Gisement : marnes d'Andranomavo (030/1).

Genre *Neoflabellina* BARTENSTEIN, 1948

Flabellina SCHUBERT, 1948

Falsopalmula BARTENSTEIN, 1948

Description

Test multiloculaire, forme losangique ou ovale. Partie initiale non enroulée en spire complète (unisérié). Sutures en relief. Ouverture radiée.

***Neoflabellina (Falsopalmula) malakialinensis* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 2, fig. 18

Description

Test losangique de contour ovale, limité par une marge périphérique finement caréné, stade initial enroulé, 6 loges, suivi d'un stade unisérié, composé de proloculus macrosphérique et composée de 2 à 5 loges. Loges séparées par des sutures déprimées. Ouverture radiée.

Répartition stratigraphique : Kimméridgien – Portlandien inférieur

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/5).

***Neoflabellina lanceolata* MAMONTOVA, 1957**

Pl. 2, fig. 19

- *Neflabellina lanceolata* ESPITALIE & SIGAL, 1963.

Description et comparaison

Forme en losange allongée, avec la partie initiale unisériée. Les sutures en léger relief sur les premières loges, puis en crête limbée dans les sillons suturaux légèrement déprimées. Ouverture radiée.

La variation essentielle est au niveau de la forme générale du test, d'ovale losangique à un losange un peu surbaissé, selon la manière dont les loges se prolongent vers le bas du test.

Répartition stratigraphique : Callovien supérieur- Oxfordien

Gisement : marnes d'Antsalova (019) et d'Andranomavo (031/4).

Genre *Nodosaria* LAMARCK, 1812

Pl. 2, fig. 20

Description

Test unisérié, de forme rectiligne, surface ornée de côtes longitudinales fines. Sutures horizontales déprimées plus nettes au sommet. Ouverture terminale, centrale radiée.

Répartition stratigraphique : Portlandien supérieur - Hauterivien

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/9).

Genre *planularia* ESPITALIE & SIGAL, 1963

Description

Test plat déroulé, en éventail à suture très inclinée et montrant le plus souvent des côtes obliques très fines localisées vers la marge dorsale.

***Planularia madagascariensis* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 2, fig. 21

- *Planularia madagascariensis* n. sp. ESPITALIE & SIGAL, 1963

Description et comparaison

Test déroulé, comprimé, en éventail, bord ventral légèrement tronqué, bord dorsal pourvu d'une carène et régulièrement arqué. Loges au nombre de 8, étroites, séparées par des sutures légèrement limbées, à peine déprimées. Ornementation constituée par des courtes rides peu élevées obliques par rapport au bord dorsal.

La variation affecte la forme générale du test (en éventail plus ou moins ouvert, loges descendant plus ou moins bas sur le bord ventral, vers la spire initiale, bord dorsal plus ou moins arqué), la forme de la loge et de l'ornementation.

Répartition stratigraphique : Callovien moyen - Berriasien

Gisement : marnes d'Antsalova (019) ; d'Andranomavo (031/7, 033) et de Komihevitra (035/2).

Genre *Saracenaria* ESPITALIE & SIGAL, 1963

Description

Test massif unisérié, composée d'un petit nombre de loges dont la face orale forme un angle 90° environ avec la face ventrale. Face latérale légèrement convexes, face proximale concave. Loges séparées par des sutures en relief.

***Saracenaria tsaramandrosoensis* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 2, fig. 22

Description et comparaison

Coquille relativement longue déroulée, arquée et fortement carénée, portant une partie initiale spiralée formée d'un proloculus arrondi. Les flancs sont aplatis, loge au nombre de 6 à 9 séparés par des sutures obliques. Face orale à peine convexe.

La variation est sensible dans le nombre de loges et la minceur du test.

Répartition stratigraphique : Kimméridgien - Valanginien

Gisement : marnes d'Antsalova (020) et d'Andranomavo (031/3, 031/8, 031/9, 033).

***Saracenaria compacta* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

-Saracenaria compacta n. sp. ESPITALIE & SIGAL, 1963

Description

Test unisériel, composé des loges nombreuses unisériées. Sutures très nettes faiblement inclinées.

Répartition stratigraphique : Portlandien supérieur - Hauterivien

Gisement : marnes d'Andranomavo (030/2).

Genre *Lingulina* ESPITALIE & SIGAL, 1963

Description

Test unisériel, allongé, qui s'évasent lentement et régulièrement. Loges relativement longues, renflées, séparées par des sutures horizontales.

***Lingulina sp.* 2824 ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 2, fig. 23

Description et comparaison

Test légèrement comprimé, allongé, qui s'évasent lentement et régulièrement et devient subparallèle, non orné, à loges relativement longues séparées par des sutures déprimées horizontales.

Test plus allongé avec des loges plus longues que chez *Rectoglandulina*

Répartition stratigraphique : Portlandien

Gisement : marnes d'Andranomavo (30/1).

Genre *Dentalina* d'Orbigny, 1839

Description

Test unisérié, élancé plus ou moins rectiligne. Loges renflées disposées linéairement, dernière loge plus haute que large. Ouverture terminale radiée.

***Dentalina* sp. 3330 ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 2, fig. 24

Description

Cette espèce caractérisée par son test unisérié, faiblement arqué, composé de 4 loges renflées, augmentant lentement et régulièrement de taille, plus longues que hautes, séparées par des sutures profondes. Ouverture radiée.

Répartition stratigraphique : Kimméridgien – Portlandien inférieur

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/7).

Famille GLANDULINIDAE REUSS, 1860

Sous- famille GLANDULININAE REUSS, 1860

Genre *Rectoglandulina* LOEBLICH ET TAPPAN, 1955

Description

Test unisérié, allongé, surface lisse. Loges peu larges que hautes. Sutures horizontales déprimées. Ouverture centrale, terminale radiée

***Rectoglandulina brandi* TAPPAN, 1955**

Pl. 3, fig.25

- *Rectoglandulina brandi* n. sp. TAPPAN, 1955

- *Rectoglandulina brandi* ESPITALIE & SIGAL, 1963

Description et comparaison

Forme à test s'évasant régulièrement et fortement. Loge au nombre de 4 à 5 séparées par des sutures horizontales, ouverture radiée.

La variation se manifeste au niveau de la forme générale du test et la longueur des loges. Test moins allongé et globuleux par rapport au *Lingulina*.

Répartition stratigraphique : Portlandien supérieur - Hauterivien

Gisement : marnes d'Antsalova (020) et d'Andranomavo (031/7).

Genre *Tristix* MAC FADYEN, 1941

Description

Test subcirculaire, unisérié, section triangulaire. Suture à peine déprimée, ouverture terminale radiée.

***Tristix suprajurassica* PAALOW, 1932**

Pl. 3, fig. 26

- *Rhabdogonium suprajurassicum* n. sp. PAALOW, 1932

- *Tristix suprajurassica* ESPITALIE & SIGAL, 1963

Description

Cette espèce est caractérisée par un test peu envasé, puis rétréci vers l'extrémité supérieure. Les faces sont peu concaves, les carènes tranchantes, les loges, aux dimensions irrégulières de l'une à l'autre, séparées par des sutures déprimées et moyennement cintrées.

Répartition stratigraphique : Kimméridgien – Valanginien

Gisement : marnes de Komihevitra (035/2).

Famille VAGINULIDAE REUSS, 1890

Sous-famille VAGINULINAE REUSS, 1860

Genre *Vaginulina* d'ORBIGNY, 1826

Pl. 3, fig. 27

Citharina d'Orbigny, 1826

Description

Test de forme aplatie, multiloculaire. Présence de carènes et des côtes, sutures inclinées et ouverture terminale radiée.

Répartition stratigraphique : Valanginien supérieur – Hauterivien

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/7).

Vaginulina (Citharina) sparicostata **REUSS, 1863 ; BARTESTEIN ET BRAND, 1951**

Pl. 3, fig. 28

- *Vaginulina sparicostata* n. sp. **REUSS, 1863**
- *Citharina sparicostata* **BARTENST. Und BRAND, 1951**
- *Vaginulina citharina sparicostata* **ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Description

Test ornementé de côtes fines et courtes réparties irrégulièrement sur la surface du test.

Répartition stratigraphique : Valanginien supérieur – Hauterivien

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/7).

Famille SPIRILLINIDAE REUSS, 1891

Sous- famille SPIRILLININAE REUSS, 1891

Genre *Spirillina*

Description

Test planispiralé, circulaire à tours embrassants.

Spirillina tenuissima **GUMBEL, 1862**

Pl. 3, fig. 29

- *Spirillina tenuissima* n. sp. **GUMBEL, 1892**
- *Spirillina tenuissima* **ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Description

Espèce à test circulaire, à tour légèrement embrassant et augmentant de taille d'une manière sensible.

Répartition stratigraphique : Kimméridgien - Berriasien

Gisement : marnes d'Antsalova (020) et d'Andranomavo (031/2, 031/4, 031/9, 033).

Super-famille ROBERTINACEA REUSS, 1850

Famille EPISTOMINIDAE BROTZEN, 1942

Sous-famille EPISTOMININAE BROTZEN, 1949

Genre *Epistomina* TERQUEM, 1883

Description

Test multiloculaire, enroulement trochospiralé, sutures épaisses.

***Epistomina ventriosa* ESPITALIE & SIGAL, 1963**

Pl. 3, fig. 30

Description et comparaison

Test d'assez forte taille biconvexe, profil à peu près symétrique. Loges au nombre de 6 séparées par des sutures limbées et très légèrement en relief

La variation autour du type : essentiellement dans le degré et le rapport de convexité des deux faces, ainsi que dans le degré de limbation des sutures.

Répartition stratigraphique : Kimméridgien - Berriasien

Gisement : Marnes d'Andranomavo (030/1, 031/3) et de Komihevitra (035/2)

***Epistomina elschankaensis* MJATLJUK, 1953**

-*Epistomina elchankaensis* n. sp. MJATLJUK, 1953

- *Epistomina elchankaensis*. ESPITALIE & SIGAL, 1963

Description

Test subsymétrique, loges au nombre de 10 séparées par des sutures limbées et fortement en relief sur les deux faces.

Répartition stratigraphique : Callovien supérieur - Oxfordien inférieur

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/4).

Famille POLYMORPHINIDAE D'ORBIGNY, 1839

Sous-famille POLYMORPHININAE D'ORBIGNY, 1939

Genre *Globulina* d'ORBIGNY, 1824

Pl. 3, fig. 31

Globulina aff oolithica ESPITALIE & SIGAL, 1963

Description

Test unisérié et allongé à surface lisse. Loges au nombre de 4 séparées par des sutures très inclinées et peu déprimées, Extrémité inférieure pointue, ouverture tubulaire.

Répartition stratigraphique : Callovien moyen

Gisement : marnes d'Antsalova (019, 020) et d'Andranomavo (031/9).

Famille GLOBIGERINIDAE

Genre *Protoglobigerina*

Pl. 3, fig. 32

Description

Test de petite taille trochoïde biconvexe, contour lobé, ouverture principale ombilicale, ombilic bordé par une lèvre mince. Absence de carène. Sutures déprimées et radiales à la face ombilicale ou légèrement arquées à la face spirale.

Répartition stratigraphique : Oxfordien

Gisement : marnes de Komihevitra (035/2).

3.2. Les Ostracodes

Les Ostracodes sont des Crustacés dont le corps est entièrement enfermé dans une carapace constituée de deux valves, le plus souvent calcaire, articulée dorsalement. Ils occupent tous les milieux : eaux douces, lagunaires ou marines.

CLASSIFICATION

Règne ANIMAL

Embranchement des ARTHROPODES

Classe des CRUSTACES

Sous - classe des OSTRACODES

Les caractères suivants devront être observés:

- forme générale : ovale ou réniforme, triangulaire ou quadrangulaire
- les extrémités (antérieure et postérieure) : pointues ou tronquées ou arrondies
- le bord dorsal et le bord ventral : rectiligne ou concave ou subanguleux...
- empreintes musculaires : forme, nombre (si les deux valves sont séparées)
- l'ornementation : telle que les côtes, les sillons ou d'épines ou des ponctuations...et leur positions aux extrémités et sur la face latérale.

La classification adoptée pour la description des Ostracodes est celle proposée par GREKOFF N. (1963).

Sous classe OSTRACODA LATRELLE, 1806

Ordre PODOCOPIDA MULLER, 1894

Sous ordre PLATYCOPINA SARS, 1866

Famille CYTHERELLIDAE SARS, 1866

Genre *Cytherella* JONES, 1849

Description

Forme subquadrangulaire, surface lisse. Tubercule oculaire absent. Bord dorsal et ventral légèrement arrondi. Extrémité postérieure brusquement arrondie. La valve droite plus grande que la valve gauche.

***Cytherella index* OERTLI, 1959**

Pl. 4, fig. 33

- *Cytherella index* GREKOFF N., 1963

Description

L'espèce *Cytherella index* est caractérisée entre autre par la présence d'une angulosité à l'extrémité postérieure, à la valve droite, au dessous de laquelle cette valve est tronquée sous un angle de 30° environ par rapport à la verticale.

Longueur : 1,2mm

Hauteur : 0,7 - 0,8mm

Répartition stratigraphique : Callovien inférieur- Oxfordien

Gisement : marnes d'Antsalova (018) ; d'Andranomavo (027, 029, 030, 031/1, 031/2, 031/3, 031/4, 031/5, 031/7, 031/8, 031/9, 032/1) et de Komihevitra (035/2).

***Cytherella ex gr. pyriformis* CORNUEL 1846**

Pl. 4, fig. 34

- *Cythere amygdaloïdes* var. *pyriformis* CORNUEL, 1846

Description

Forme moins comprimée en vue dorsale et relativement moins allongée, tout en étant plus grande.

Longueur : 1,1mm

Hauteur : 0,7mm

Répartition stratigraphique : Kimméridgien - Portlandien

Gisement : marnes d'Antsalova (020) et d'Andranomavo (031/4, 032/3, 033, 030/2).

Genre *Cyterelloidea* GREKOFF N., 1963

Pl. 4, fig. 35

- *Cyterelloidea* GREKOFF N., 1963

Description et comparaison

Surface lisse, extrémité antérieure arrondie et extrémité postérieure tronquée presque verticalement souligna une angulosité postéro- ventrale. Cette espèce se rapproche du *Cytherella index* OERTLI, 1959.

Longueur : 1mm

Hauteur : 0,7mm

Répartition stratigraphique : Callovien moyen

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/4) et de Marerano (036).

Sous-famille PROGONOCYTHERINAE SYLVESTER-BRADLEY, 1948

Genre *Lophocythere* SYLVESTER-BRADLEY, 1948

Description

Carapace caractérisée par la présence d'une côte médio – latérale inclinée vers l'avant et par des cotes périphériques.

***Lophocythere devexa* GREKOFF N., 1963**

Pl. 4, fig. 36

- *Lophocythere devexa* n. sp. GREKOFF N., 1963

Description

L'extrémité antérieure est tronquée. La surface est couverte de cotes à tracé irrégulier, une cote dorsale courte mais large en vue dorsale. Le bord dorsal est court, caché par des côtes dorsales. Le tubercule oculaire est relativement fort prolongé vers le bas par un renflement.

Longueur : 0,9mm

Hauteur : 0,6mm

Répartition stratigraphique : Callovien moyen

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/8).

Genre *Majungaella* GREKOFF N., 1963

Description

Carapace massive, solide. Valve gauche la plus grande et déborde la droite à l'extrémité antérieure, au bord dorsal et à la moitié supérieure de l'extrémité postérieure. L'extrémité postérieure est formée en un angle obtus. Le bord ventral peut être caché par les carènes des faces latéro - ventrales. Surface couverte de nombreuses et fortes ponctuations divergentes à partir d'un point situé immédiatement derrière l'angle frontal.

***Majungaella nematis* GREKOFF N., 1963**

Pl. 4, fig. 37

- *Majungaella nematis* n. g. sp. GREKOFF N., 1963

Description et comparaison

Carapace relativement allongée, sans renflements latéraux- ventraux, couverte d'un réseau de réticulations. Ces réticulations divergent d'un point situé derrière de l'angulosité frontale d'où cet aspect d'un réseau « dorso rayonnant ». En vue dorsale, les zones marginales sont moins comprimées et moins larges que celles de *Majungaella perforata*

Longueur : 0,9 - 1mm

Hauteur : 0,5 - 0,7mm

Répartition stratigraphique : Portlandien - Valanginien

Gisement: marnes d'Andranomavo (031/1, 032/1).

***Majungaella perforata* GREKOFF N., 1963**

Pl. 4, fig. 38

- *Majungaella perforata* n. g. sp. GREKOFF N., 1963

Description

Les ponctuations qui couvrent la surface divergent depuis un point situé immédiatement derrière l'angle frontal. Elles sont toujours fortes et se situent souvent dans des sillons légèrement déprimés surtout dans les parties postérieures et quelques fois ventrales.

En vue dorsale, les parties antérieures sont plus arrondies que les parties postérieures quoique la plus grande largeur se situe au milieu de la longueur. Les zones marginales antérieures sont comprimées.

Longueur : 1mm

Hauteur : 0,7mm

Répartition stratigraphique : Kimméridgien

Gisement : marnes d'Andranomavo (030/2, 032/3, 033).

Sous ordre CLADOCOPA SARS, 1866

Famille POLYCOPIDAE SARS, 1866

Genre *Polycope* SARS, 1866

Pl. 4, fig. 39

- *Polycope* GREKOFF N., 1963

Description

Le profil latéral est presque circulaire, moins régulier. En vue dorsale les flancs sont régulièrement et assez fortement renflés dans les parties centrales.

Longueur : 0,8mm

Hauteur : 0,7mm

Répartition stratigraphique : Valanginien

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/1).

Sous-ordre PODOCOPA SARS, 1866

Super-famille CYPRIDACEAE (DANA) SWAIN, 1961

Famille CYPRIDIDAE BAIRD, 1850

Sous- famille PARACYPRIDINAE MERTENS, 1958

Genre *Paracypris* SARS, 1866

Description

Forme allongée, subtriangulaire. Surface lisse, tubercule oculaire absente, valve gauche plus grande que la valve droite. Extrémité antérieure arrondie et courbée sur le postéro-ventral. Bord dorsal très arqué et bord ventral convexe.

***Paracypris cf. acris* OERTLI, 1959**

Pl. 4, fig. 40

- *Paracypris cf. acris* OERTLI, GREKOFF N., 1963

Description

Forme un peu plus renflée à l'avant, de plus, la valve gauche forme un petit lobe dans la région frontale qui recouvre légèrement la valve droite

Longueur : 0,9mm

Hauteur : 0,4mm

Répartition stratigraphique : Callovien inférieur

Gisement : marnes d'Andranomavo (033) et de Marerano (036).

Super-famille CYTHERACEAE BAIRD, 1850

Famille CYTHERIDAE BAIRD 1850

Sous-famille PROGONOCYTHERINAE SYLVESTER-BRADLEY, 1948

Genre *Trichordis* GREKOFF N., 1963

Description

Carapace de taille moyenne ou petite, valve gauche plus grande que la valve droite. Extrémité antérieure tronquée et extrémité postérieure de profil différent selon les valves. A la valve droite, cette extrémité est obliquement tronquée. Bord dorsal sensiblement rectiligne. La surface porte des bourrelets ayant une apparence de cordes. Un long bourrelet prend naissance à l'angle postero-dorsal jusqu'à l'extrémité antérieure sans s'interrompre. Un autre bourrelet horizontal, plus court, couvre les flancs des valves.

***Trichordis praetexta* GREKOFF N., 1963**

Pl. 4, fig. 41

Diagnose

Espèce du genre *Tricordis* bordé par un bourrelet. La surface est couverte d'assez grosses ouvertures de canaux de pores normaux, très espacées ;

Description

La carapace est petite à moyenne, valve gauche plus grande que la valve droite. Les bourrelets longitudinaux sont tous les trois de même largeur. A leur surface, on observe de grosses ouvertures de canaux de pores normaux espacées.

Longueur : 0,7 - 0,9 mm

Hauteur : 0,4 - 0,5 mm

Répartition stratigraphique : Bathonien moyen – Callovien inférieur

Gisement : marnes de Marerano (036).

Sous-famille CYTHERURINAE MULLER, 1894

Genre *Cytheropteron* SARS, 1866

Description

Carapace relativement allongée, proéminence ailiforme longue et lamellaire, sans angulosités notables. Surface couverte de profondes ponctuations disposées en rangées horizontales sur les flancs des valves.

***Cytheropteron corrosus* GREKOFF N., 1963**

- *Cytheropteron crossum* n. sp. GREKOFF N., 1963

Description

Les deux valves sont allongées. Sur la valve droite, la partie antérieure est surbaissée par un renflement antefrontal ; la partie postérieure n'est que très légèrement tronquée. La surface est couverte d'assez profondes ponctuations. Ces ponctuations sont grosses au dessus des carènes aliformes.

Longueur : 0,7 mm

Hauteur : 0,5 mm

Répartition stratigraphique : Portlandien

Gisement : marnes d'Andranomavo (031/4).

Sous-famille SCHULERIDEINAE MANDELSTAM, 1959

Genre *Pirileberis* GREKOFF N., 1963

Description

Carapace au profil piriforme asymétrique, extrémité postérieure relevée. L'extrémité antérieure est tronquée, bord dorsal droit à peine concave, bord ventral convexe. Surface lisse ou finement ponctuée.

***Pirileberis prognata* GREKOFF N., 1963**

Pl. 4, fig. 42

- *Pirileberis prognata* n. sp. GREKOFF N., 1963

Diagnose

Espèce du genre *Pirileberis* à surface couverte de très nombreuses et très petites punctuations, quelque fois lisse.

Description

Carapace de taille moyenne, en vue latérale, le profil est irrégulièrement piriforme, l'extrémité antérieure est tronquée de quelques 30° à 35° dans son tiers supérieur, arrondie dans les deux tiers inférieurs avec une faible proéminence vers l'avant. Surface lisse, tubercules oculaires non décelés. En vue dorsale rhomboïdale aux extrémités émoussées, plus grande épaisseur aux milieux.

Longueur : 1 mm

Hauteur : 0,7 mm

Répartition stratigraphique : Kimméridgien inférieur

Gisement : marnes de Komihevitra (031/5).

3.3. Microfaciès

Le microfaciès est l'ensemble des caractères lithologiques et paléontologiques présentés par une roche sédimentaire sur les lames minces.

La reconnaissance d'un microfaciès nous permet d'examiner la matrice de la roche et les éléments minéraux ainsi que la détermination des bioclastes. L'étude des lames minces au microscope optique permet d'avoir l'image dont les types d'éléments figurés sont les suivants :

1) lithoclastes

Fragment de roche, généralement réservé au débris de roche sédimentaire carbonaté remanié dans un sédiment lui-même carbonaté.

2) bioclastes

Tout élément fossile, entier ou plus souvent fragmenté, d'origine animale ou végétale dans une roche.

3) phase de liaison

Nous avons adopté la classification de FOLK (1959) dont nous rappelons la définition suivante :

des cristaux de phase de liaison ou orthochèmes : c'est de la calcite qui est bien cristallisée avec une taille supérieure à 5 microns ; dans ce cas, elle est appelée sparite. Quand la taille est inférieure à 0,01 microns ou taille microcristalline, la phase est appelée micrite.

Pour les roches dures, deux sections perpendiculaires ont été effectuées sur des calcaires proches d'Antsalova et d'Andranomavo :

- lame n° 01 : Antsalova 014
- lame n° 02 : Andranomavo 026

4) Résultats sur les microfaciès

Après l'observation des lames minces sous une loupe binoculaire, on note l'absence des bioclastes.

Antsalova 014 : - Lithoclaste : cristaux de calcite

- Phase de liaison : la matrice de la roche est un ciment sparitique

Andranomavo 026 : - Lithoclaste : cristaux de calcite

- Phase de liaison : la matrice de la roche est un ciment sparitique

Ainsi, les Foraminifères et les Ostracodes rencontrés dans les différentes localités des zones étudiées sont résumés dans le tableau ci-dessous (Tableau1) :

LOCALITES FORAMINIFERES ET OSTRACODES	Nord d'Andranomavo	Komihevitra	Marerano	Antsalova
<i>Ammobaculites</i> sp.				X
<i>Astacolus mutilatus</i>	X			
<i>Astacolus eritheles</i>	X			
<i>Astacolus</i> sp.3307				X
<i>Astacolus dorsoacriatus</i>	X			
<i>Astacolus</i> aff. <i>insecta</i>	X			
<i>Dentalina</i> sp.3330	X			
<i>Dorothia</i> sp.		X		
<i>Epistomina ventriosa</i>	X	X		
<i>Epistomina elschankaensis</i>	X			
<i>Globulina</i> d'Orbigny	X			
<i>Lenticulina</i> sp.129	X	X	X	X
<i>Lenticulina collignoni</i>	X			
<i>Lenticulina subtilis</i>	X	X		
<i>Lenticulina fracta</i>	X		X	X
<i>Lenticulina andromede</i>	X			
<i>Lenticulina</i> cf. <i>secans</i> var. <i>angulosa</i>	X			
<i>Lenticulina dineontos</i>				X
<i>Lenticulina tsaramandrosoensis</i>				X
<i>Lingulina</i> sp.2824	X			
<i>Marginulina gracillissima</i>	X			
<i>Marginulina</i> sp.3330	X		X	
<i>Marginulinopsis embaensis</i>	X			
<i>Neoflabellina falsopalmula</i> , <i>malakialinensis</i>	X			
<i>Neoflabellina lanceolata</i>				X
<i>Nodosaria</i>	X			
<i>Planularia madagascariensis</i>	X	X		X
<i>Rectoglandulina brandi</i>	X			X
<i>Saracenaria tsaramandrosoensis</i>	X			X
<i>Saracenaria compacta</i>	X			
<i>Spirillina tenuissima</i>	X			X
<i>Prooglobigerina</i>		X		
<i>Tristix suprajurassica</i>		X		
<i>Textularia</i>	X		X	X
<i>Vaginulina</i> <i>Citharina</i> <i>sparicostata</i>	X			
<i>Cytherella index</i>	X	X	X	X
<i>Cytherella</i> ex gr. <i>pyriformis</i>	X			X
<i>Cytherelloidea</i>	X		X	
<i>Cytheropteron corrosum</i>	X			
<i>Lophocythere devexa</i>	X			
<i>Majungaella nematis</i>	X			
<i>Majungaella perforata</i>	X			
<i>Polycope</i>	X			
<i>Paracypris</i> cf. <i>acris</i>	X		X	
<i>Trichordis praetexta</i>		X	X	
<i>Pirileberis prognata</i>		X		

**Tableau 1 : REPARTITION DES FORAMINIFERES ET DES OSTRACODES RENCONTRES
SUIVANT LES DIFFERENTS GISEMENTS**

3.4. Résultat de comptage au laboratoire et analyse statistique

Les formes rencontrées dans les deux régions étudiées sont regroupées en famille dont les résultats de comptage sont résumés de la façon suivante (Tableau 2) :

REGIONS FORAMINIFERES ET OSTRACODES	ANTSALOVA	ANDRANOMAVO
TEXTULARIIDAE	9	2
ATAXOPHRAGMIIDAE		2
EPISTOMIDAE		12
POLYMORPHINIDAE	4	11
SPIRILLINIDAE	2	7
NODOSARIIDAE	64	303
VAGINULIDAE		2
GLANDULIDAE		2
LITUOLIDAE	1	
GLOBIGERINIDAE		2
CYTHERELLIDAE	27	150
CYTHERIDAE		25
CYPRIDIDAE		12
POLYCOPIDAE		10
TOTAL	107	539
VARIANCE	603,77	7265,96

Tableau 2 : EFFECTIF DES FORMES RENCONTREES DANS LES DEUX REGIONS

Calcul statistique

S_1^2 = Variance de l'échantillon d'Antsalova

S_2^2 = Variance de l'échantillon d'Andranomavo

Le calcul que nous avons effectué montre que S_1^2 est inférieur à S_2^2 ,

$$\text{Donc : } F = \frac{7265,96}{603,77}$$

$$F = 12,03$$

$$F_0 = 1,00 \text{ (valeur de F indiquée sur la table)}$$

$$\text{Avec } ddl_1 = 106$$

$$ddl_2 = 538$$

Signification du test

Au seuil de sécurité 0,05 et de degré de liberté ddl_1 et ddl_2 ; la valeur de F calculée est supérieure à la valeur de F indiquée sur la table. Donc l'hypothèse nulle est rejetée. Cela veut dire que les variances des deux populations sont statistiquement différentes, donc les deux régions ne sont pas homogènes.

Partie IV
INTERPRETATIONS

4.1. Interprétation des groupes étudiés

Beaucoup des travaux ont été faits dans les bassins de Morondava et de Mahajanga concernant les Foraminifères et les Ostracodes :

- RAMASIZANABOLA J. de D. (1986) a fait une étude micropaléontologique préliminaire du Jurassique supérieur d'Ankilizato dans la Bassin de Morondava.

- ESPITALIE & SIGAL (1963) effectuait des études sur les Foraminifères du Jurassique supérieur et Néocomien du bassin de Mahajanga.

- GREKOFF N. (1963) étudia les Ostracodes du Bathonien - Valanginien du bassin de Mahajanga.

Les sédiments marneux renferment une association de microfaunes diversifiée et abondante dont la conservation est plus ou moins complète.

4.1.1. Les Foraminifères

Les Foraminifères rencontrés sont des Foraminifères à test hyalin et des Foraminifères à test agglutinés. Pour les deux régions étudiées :

- Les Foraminifères benthiques sont abondants et bien conservés dans les gisements étudiés. L'importance des Foraminifères hyalins est remarquable au niveau de chaque coupe, mais les formes agglutinées sont rares (Fig. 9).

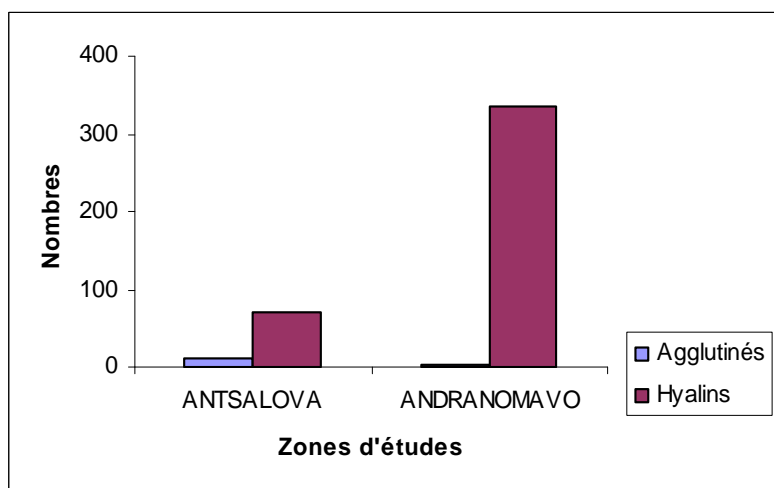


Fig. 9 : REPARTITION DES FORAMINIFERES HYALINS ET AGGLUTINES DANS LES REGIONS ETUDIEES

- la famille des Nodosariidae prédomine car elle représente 75 % (cas d'Antsalova) et 88 % (cas d'Andranomavo) des formes rencontrées (Fig. 10). En effet, les deux régions ont subi les

mêmes conditions du milieu c'est-à-dire qu'on est en mer ouverte assez profonde, favorable à la prolifération des Foraminifères à test calcaire. Ainsi, le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur sont parmi les périodes d'épanouissement des Foraminifères benthiques.

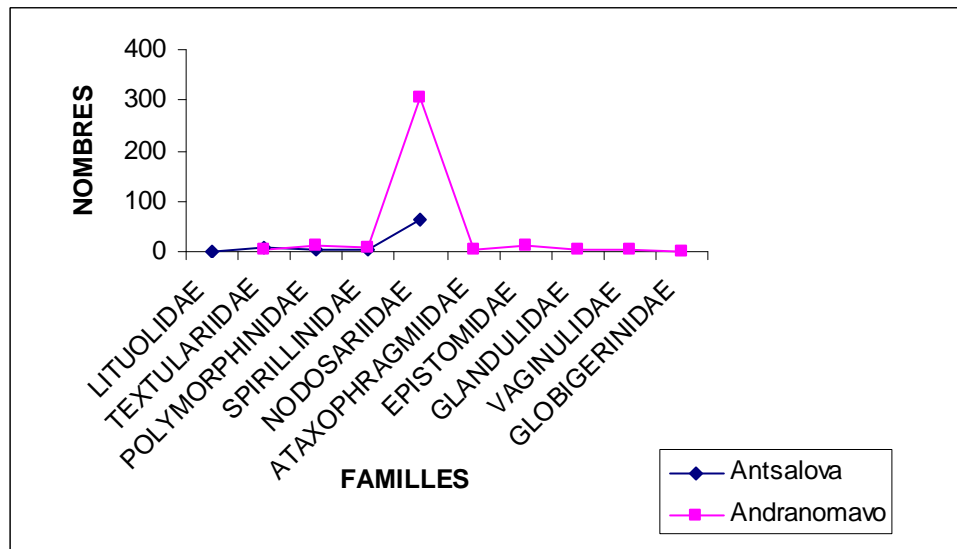


Fig. 10 : REPARTITION DES FAMILLES DES FORAMINIFERES

4.1.2. Ostracodes

Les Ostracodes sont peu nombreux par rapport aux Foraminifères. Nous avons reconnu 11 genres appartenant à la famille des CYTHERELLIDAE, CYTHERIDAE, CYTHERIDEIDAE, CYPRIDIDAE, POLYCOPIDAE.

Le genre *Cytherella* est très diversifié et présent dans les deux régions. On note l'absence du genre *Majungaella* dans le gisement d'Antsalova.

➤ Les deux régions présentent des formes caractéristiques :

Nous avons identifié 5 formes caractéristiques dans la région d'Antsalova qui sont constituées par la Famille des LITUOLIDAE (*Ammobaculites* sp) et de NODOSARIIDAE (*Astacolus* sp. 3307, *Lenticulina* *dineontos*, *Lenticulina* *tsaramandrosoensis*, *Neoflabellina* *lanceolata*). Par contre, la région d'Andranomavo présente 32 formes caractéristiques et qui sont représentés par la famille des NODOSARIIDAE (*Astacolus* *mutilatus*, *Astacolus* *eritheles*, *Astacolus* *dorsoacriatus*, *Astacolus* aff. *Insecta*, *Lenticulina* *collignoni*, *Lenticulina* *andromede*, *Lenticulina* *subtilis*, *Saracenaria* *compacta*, *Nodosaria*, *Neoflabellina* *falsopalmula*,

malakialinensis, *Marginulinopsis embaensis*, *Marginulina* sp.3330 , *Marginulina gracillissima*, *Lenticulina andromede*, *Lenticulina cf.secans var.angulosa*, *Lingulina* sp.2824 ; des EPISTOMIDAE (*Epistomina ventriosa*, *Epistomina elschankaensis*); des TEXTULARIIDAE (*Dorothia* sp.); des POLYMORPHINIDAE (*Globulina d'Orbigny*) ; des GLOBIGERINIDAE (*Protoglobigerina*) ; des VAGINULIDAE (*Vaginulina Citharina sparicostata*) ; des GLANDULINIDAE (*Tristix suprajurassica*) pour les Foraminifères et la famille des CYTHERELLIDAE (*Lophocythere devexa*, *Majungaella nematis*, *Majungaella perforata*, *Cytherelloidea*) ; CYTHERIDAE (*Trichordis praetexta*, *Pirileberis prognata*) ; POLYCOPIDAE (*Polycope*) ; CYPRIDIDAE (*Cytheropteron corrosum*) chez les Ostracodes.

4.1.3. Remarques

La rareté ou même l'absence de certaines formes dans les différentes localités peut s'expliquer par la variation de la profondeur du milieu de dépôt.

- Les formes communes rencontrées dans les deux régions:
 - d'une part les Foraminifères benthiques appartenant à la famille des NODOSARIIDAE (*Lenticulina* sp, *Lenticulina fracta*, *Neoflabellina lanceolata*, *Planularia madagascariensis*) ; à la famille des SPIRILLINIDAE (*Spirillina tenuissima*) et à la famille des TEXTULARIIDAE (*Textularia*).
 - d'autre part, les Ostracodes qui sont de la famille des CYTHERELLIDAE (*Cytherella index*, *Cytherella ex gr. pyriformis*).

Ces résultats montrent la différence des formes rencontrées dans les deux régions. La région d'Andranomavo présente un environnement plus ouvert par rapport à celui d'Antsalova. Le test statistique effectué précédemment vérifie que la région d'Antsalova et d'Andranomavo sont différentes.

4.2. Stratigraphie

4.2.1. Région d'Antsalova

Les formations sédimentaires sont constituées par des marnes verdâtres et des grès.

La base de la formation au Sud - Est d'Antsalova est formée par des marnes jaune grises à verdâtres. Dans ce niveau, les Foraminifères sont rares ou même absentes mais les Ostracodes qui appartiennent à la famille des CYTHERELLIDAE (*Cytherella index*) sont abondants.

La couche au dessus est constituée par des marnes verdâtres à Bélemnites. Elle est marquée par l'abondance des formes benthiques notamment les NODOSARIIDAE (*Neoflabellina malakialinensis*); des Ostracodes CYTHERELLIDAE (*Cytherella ex gr. pyriformis*) et des *Lamellaptychus lamellosus* indiquent le Jurassique supérieur.

Au dessus du Jurassique supérieur affleure une formation de marnes grises à Bélemnites où les organismes benthiques sont très abondants en particulier les NODOSARIIDAE (*Lenticulina tsaramandrosoensis*, *Lenticulina dineontos*, *Saracenaria tsaramandrosoensis*); TEXTULARIIDAE (*Textularia*) et quelques espèces de Bélemnites (*Duvalia lata*, *Hibolites semicanaliculatus*, *Actinocamax plenus*); par ces associations fauniques, cette formation est datée du Crétacé inférieur.

La partie supérieure est constituée par des séries gréseuses variant des grains grossiers à grains moyens avec une tendance au faciès continental par la variation des couleurs, du rouge au jaune, qui est provoquée par l'oxyde de fer. C'est une série transgressive puisque la taille des grains diminue de bas en haut.

Les Bélemnites dans la formation du Jurassique supérieur proviennent de l'érosion du dépôt de marne à *Duvalia* du Crétacé inférieur.

La limite du Jurassique Crétacé est confirmée par la présence de *Neoflabellina lanceolata*, d'*Astacolus sp. 3307* Espitalie & Sigal et de *Cytherella ex gr. pyriformis*.

Ainsi, le tableau suivant résume la répartition stratigraphique des formes rencontrées dans la région d'Antsalova (Tableau 3).

Les répartitions stratigraphiques des régions d'Antsalova et d'Andranomavo sont résumées dans des différents tableaux en adoptant les abréviations suivantes :

A: *Astacolus*

C: *Cytherella*

E: *Epistomina*

L: *Lophocythere*

Lent: *Lenticulina*

M: *Marginulinopsis*

Meg: *Megatheutis*

N: *Neoflabellina*

P: *Planularia*

S: *Saracenaria*

ALB. : ALBIEN

APT. : APTIEN

BAR. : BARREMIEN

HAUT. : HAUTERIVIEN

VAL. : VALANGINIEN

BERR. : BERRIASIEN

PORT. : PORTLANDIEN

KIMM. : KIMMERIDGIEN

OXF. : OXFORDIEN

CALL. : CALLOVIEN

BATH. : BATHONIEN

BAJ. : BAJOCIEN

ETAGES	FORAMINIFERES		OSTRACODES	AMMONITES	BELEMNITES
	AGGLUTINE	HYALINS			
ALB.					<i>Actinocamax plenus</i>
APT.					<i>Hibolites semicanaliculatus</i>
BAR.					
HAUT.		<i>Lent. sp.129</i> (Espitalie & Sigal) <i>Lent. tsaramandosoensis</i> <i>Lent. dineontos</i> <i>S. tsaramandosoensis</i>			<i>Duvalia lata</i>
VAL.		<i>Lent. sp.129</i> (Espitalie & Sigal) <i>Lent tsaramandosoensis</i> <i>Lent. dineontos</i> <i>R.. brandi</i> <i>S. tsaramandosoensis</i>			<i>Duvalia lata</i>
BER.	<i>Textularia</i>	<i>Lent. sp.129</i> (Espitalie & Sigal) <i>Lent tsaramandosoensis</i> <i>Lent. dineontos</i> <i>P. madagascariensis</i> <i>Spirillina tenuisima</i> <i>R.. brandi</i> <i>S. tsaramandrosoensis</i>			<i>Duvalia lata</i>
PORT.		<i>Lent.sp. 129</i> (Espitalie & Sigal) <i>Astacolus sp.3307</i> (Espitalie & Sigal) <i>Lent. dineontos</i> <i>R.. brandi</i> <i>Lent tsaramandosoensis</i> <i>P. madagascariensis</i> <i>S. tsaramandrosoensis</i> <i>.Spirillina tenuisima</i>			
KIMM.		<i>Astacolus sp.3307</i> (Espitalie & Sigal) <i>Lent. sp.129</i> (Espitalie & Sigal) <i>P. madagascariensis</i> <i>S. tsaramandrosoensis</i> <i>.Spirillina tenuisima</i>		<i>Lamellaptychus lamellosus</i>	
OXF.		<i>Lent. sp.129</i> (Espitalie & Sigal) <i>N. lanceolata</i> <i>P. madagascariensis</i>			
CALL.		<i>Lent. sp.129</i> (Espitalie & Sigal) <i>N. lanceolata</i> <i>P. madagascariensis</i> <i>Lent. fracta</i> <i>Globulina d'Orbigny</i>	<i>C. index</i> <i>C. ex gr. pyriformis</i>		
BATH.					
BAJ.					<i>Meg. giganteus</i>

**Tableau 3 : REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES FORMES RENCONTREES DANS LA
REGION D'ANTSALOVA BAJOCIEN – ALBIEN**

4.2.2. Région d'Andranomavo

Les formations sédimentaires de la région d'Andranomavo sont constituées par des dépôts du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur.

La base de la formation d'Andranomavo est formée par des marnes jaunes finement gréseuses, marquées par l'absence des Foraminifères, mais on note la présence des Ostracodes représenté par la famille de CYTHERELLIDAE (*Cytherella index*) et de CYTHERIDAE (*Lophocythere devexa*) qui indiquent le Callovien.

Au dessus du Callovien, le dépôt prend un aspect externe plus marneux. Le niveau inférieur est constitué par des marnes argileuses où les organismes benthiques présentent un pourcentage élevé de NODOSARIIDAE (*Dentalina sp. 3330*, *Lenticulina collignoni*, *Neoflabellina malakialinensis*) et des Ostracodes le CYTHERIDAE (*Majungaella perforata*), CYTHERELLIDAE (*Cytherella ex gr. pyriformis*) qui caractérisent le Jurassique supérieur.

Le niveau supérieur constitué par des marnes jaunes claire à Bélemnites avec prédominance de NODOSARIIDAE (*Vaginulina (Citharina) sparicostata*, *Lenticulina cf. secans var. angulosa*) marque le Crétacé inférieur.

Pour les affleurements autour d'Andranomavo :

A Komihevitra, la formation est caractérisée par des marnes vertes tachetées de jaune et par des marnes jaunes verdâtres, correspondant au Jurassique supérieur par la présence des Ostracodes CYTHERIDAE (*Pirileberis prognata*) et des Foraminifères planctoniques GLOBIGERINIDAE (*Protoglobigerina*). On note aussi l'existence d' Ammonites, PHYLLOCERATIDAE (*Phylloceras*, *Holcophylloceras*).

Les marnes jaunes de Marerano donnent un pourcentage élevé d'Ostracodes, de CYTHERELLIDAE (*Cytherella index*, *Cytherelloidea*) ; des CYPRIDIDAE (*Paracypris cf. acris*), par contre, les Foraminifères sont rares. Donc cette formation correspond au Callovien.

La présence des Foraminifères et des Ostracodes (*Lenticulina collignoni*, *Neoflabellina malakialinensis*, *Neoflabellina lanceolata*, *Lingulina sp.2824* (Espitalié & Sigal), *Dentalina sp.3330* (Espitalié & Sigal), *Majungaella perforata* et *Cytherella ex gr pyriformis*) qui sont datés du Kimméridgien – Portlandien, indique la limite Jurassique – Crétacé.

La répartition stratigraphique des formes rencontrées dans la région d'Andranomavo est représentée dans les tableaux 4 et 5 ci-après.

ETAGES	FORAMINIFERES		OSTRACODES	AMMONITES	BELEMNITES
	AGGLUTINE	HYALINS			
PORT.		<i>Lent. Subtilis</i> <i>P. madagascariensis</i> <i>Spirillina tenuisima</i> <i>E. ventriosa</i> <i>Lent. sp.129</i> (Espitalie & Sigal) <i>Lent. Andromede</i> <i>S. tsaramandrosoensis</i> <i>N. f. malakialinensis</i> <i>Dentalina sp.</i> <i>Lent. collignoni</i> <i>Lingulina sp.</i> <i>A. dorsoacriatus</i> <i>A. aff. insecta</i>	<i>Majungaella nematis</i>	<i>Phylloceras</i>	
KIMM.		<i>Lent. Subtilis</i> <i>P. madagascariensis</i> <i>Spirillina tenuisima</i> <i>E. ventriosa</i> <i>Lent. sp.129</i> (Espitalie & Sigal) <i>Lent. Andromede</i> <i>S. tsaramandrosoensis</i> <i>Dentalina sp. 3330</i> (Espitalie & Sigal) <i>Lent. collignoni</i> <i>Lingulina sp.</i> <i>A. dorsoacriatus</i> <i>A. aff. insecta</i> <i>N. f. malakialinensis</i>	<i>Cytheropteron corrosum</i>	<i>Phylloceras</i>	
OXF.		<i>Lent. Subtilis</i> <i>P. madagascariensis</i> <i>Lent. sp.129</i> (Espitalie & Sigal) <i>E. elschankaensis</i> <i>N. lanceolata</i> <i>A. eritheles</i> <i>Marginulina sp.3330</i> (Espitalie & Sigal) <i>A.. dorsoacriatus</i> <i>A.. aff. insecta</i> <i>M. gracilissima</i>		<i>Phylloceras</i> <i>Holcophylloceras</i>	
CALL.		<i>Lent. Subtilis</i> <i>P. madagascariensis</i> <i>Lent. sp.129</i> (Espitalie & Sigal) <i>Lent. fracta</i> <i>E. elschankaensis</i> <i>N. lanceolata</i> <i>A. eritheles</i> <i>Marginulina sp.3330</i> (Espitalie & Sigal) <i>A.. dorsoacriatus</i> <i>A.. aff. insecta</i> <i>Globulina d'Orbigny</i> <i>Marginulina gracilissima</i>	<i>C. index</i> <i>C. ex gr. pyriformis</i> <i>Pirileberis prognata</i> <i>Cytherelloidea</i> <i>L. devexa</i> <i>Paracypris cf. acris</i>	<i>Phylloceras</i>	
BATH.			<i>Trichordis praetexta</i>		
BAJ.					<i>Meg. giganteus</i>

Tableau 4 : REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES FORMES RENCONTREES DANS LA REGION D'ANDRANOMAVO BAJOCIEN – PORTLANDIEN

ETAGES	FORAMINIFERES		OSTRACODES	AMMONITES	BELEMNITES
	AGGLUTINE	HYALINS			
ALB.				<i>Lytoceras</i> <i>Desmoceras</i>	
APT.					<i>Hibolites</i> <i>semicanaliculatus</i>
BAR.					
HAUT.		<i>Lent. sp. 129</i> (Espitalie & Sigal) <i>A.. mutilatus</i> <i>V. C. sparicostata</i> <i>S. compacta</i>			
VAL.		<i>Lent. Subtilis</i> <i>Lent. sp. 129</i> (Espitalie & Sigal) <i>R. brandi</i> <i>Nodosaria</i> <i>S. tsaramandosoensis</i> <i>A.. mutilatus</i> <i>V. C. sparicostata</i> <i>S. compacta</i>	<i>Majungaella</i> <i>nematis</i>		
BER.	<i>Textularia</i>	<i>Lent. sp. 129</i> (Espitalie & Sigal) <i>Lent. Subtilis</i> <i>P. madagascariensis</i> <i>Spirillina tenuisima</i> <i>E. ventriosa</i> <i>M. embaensis</i> <i>R. brandi</i> <i>Lent. Andromede</i> <i>A.. mutilatus</i> <i>S. tsaramandrosoensis</i> <i>Lingulina sp. .2824</i> (Espitalie & Sigal) <i>S. compacta</i>	<i>Majungaella</i> <i>nematis</i> <i>Polycope</i>		

**Tableau 5 : REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES FORMES RENCONTREES DANS LA
REGION D'ANDRANOMAVO BERRIASIEN - ALBIEN**

Les répartitions stratigraphiques des fossiles rencontrés (Foraminifères, Ostracodes, Bélemnites et Ammonites) dans les zones étudiées sont résumées dans le tableau suivant : (Tableau 6).

FOSSILES RENCONTRES		ETAGES	BAJ.	BATH.	CALL.	OXF.	KIMM.	PORT.	BERR.	VAL.	HAUT.	BAR.	APT.	ALB.
Foraminifères	<i>Textularia</i>													
	<i>Astacolus mutilatus</i>													
	<i>Astacolus eritheles</i>													
	<i>Astacolus sp.3307</i> Espitalie & Sigal													
	<i>Astacolus dorsoacruatus</i>													
	<i>Astacolus aff. insecta</i>													
	<i>Dentalina sp.3330</i> Espitalie & Sigal													
	<i>Epistomina ventriosa</i>													
	<i>Epistomina elschakaensis</i>													
	<i>Globulina d'Orbigny</i>													
	<i>Lenticulina sp. 129</i> Espitalie & Sigal													
	<i>Lenticulina colligatori</i>													
	<i>Lenticulina subtilis</i>													
	<i>Lenticulina fracta</i>													
	<i>Lenticulina andromede</i>													
	<i>Lenticulina cf. secans var. angulosa</i>													
	<i>Lenticulina tsamandrosoensis</i>													
	<i>Lenticulina dineortos</i>													
	<i>Marginulopsis embaensis</i>													
	<i>Marginulina gracillissima</i>													
	<i>Marginulina sp.3330</i> Espitalie & Sigal													
	<i>Neoflabellina (falsopalmula) malakialinensis</i>													
	<i>Neoflabellina lanceolata</i>													
	<i>Planularia madagascariensis</i>													
	<i>Rectoglandulina brandi</i>													
	<i>Saracerania tsamandrosoensis</i>													
	<i>Saracerania compacta</i>													
	<i>Spirillina tenuissima</i>													
	<i>Lingulina sp.2824</i> Espitalie & Sigal													
	<i>Tristix suprajurassica</i>													
	<i>Nodosaria</i>													
	<i>Vaginulina Citharina Sparicostata</i>													
Ostracodes	<i>Cytherella index</i>													
	<i>Cytherella ex gr. Pyriformis</i>													
	<i>Cytherelloidea</i>													
	<i>Cytheropteron corrosum</i>													
	<i>Lophocythere devesa</i>													
	<i>Majungacella nematis</i>													
	<i>Majungacella perforata</i>													
	<i>Polycope</i>													
	<i>Paracypris cf. acris</i>													
	<i>Tricordis praetexta</i>													
Bélemnites	<i>Pirileberis prognata</i>													
	<i>Actinocamax plenus</i>													
	<i>Hibolites semicanaliculatus</i>													
	<i>Duvalia lata</i>													
	<i>Megatheutis giganteus</i>													
Ammonites	<i>Hibolites semicanaliculatus</i>													
	<i>Lamellaptychus lamellosus</i>													
	<i>Lytoceras</i>													
	<i>Desmoceras</i>													
	<i>Phylloceras</i>													
	<i>Holcophylloceras</i>													

Tableau 6 : REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES FOSSILES RENCONTRES
(Foraminifères, Ostracodes, Bélemnites et Ammonites).

D'après les répartitions stratigraphiques, il existe des microfaunes qui caractérisent le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur (Tableau 6).

- Les microfaunes du Jurassique supérieur sont constitués par la famille des Nodosariidae (*Lenticulina collignoni*, *Dentalina* sp.3330, *Neoflabellina malakialinensis*, *Epistomina elchakaensis*, *Lenticulina fracta*,) pour les Foraminifères et par la famille de Cytherellidae (*Cytherella ex gr. pyriformis*, *Majungaella perforata*), la famille de Cytherideidae (*Pirileberis prognata*), la famille de Cytheridae (*Cytheropteron corrosum*), pour les Ostracodes.
- Les microfaunes du Crétacé inférieur sont formés par la famille des Nodosariidae (*Lenticulina secans* var. *angulosa*); la famille des Vaginulidae (*Vaginulina Citharina sparicostata*, *Vaginulina d'Orbigny*) pour les Foraminifères.

La répartition stratigraphique de microfaunes rencontrés se limite dans l'intervalle de l'étage Bathonien à l'Hauterivien. Donc nous avons prouvé que les deux régions étudiées sont datées du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur.

4.3. Corrélation stratigraphique des régions d'Andranomavo et d'Antsalova

D'après la corrélation stratigraphique effectuée, le niveau inférieur des formations étudiées repose sur une même base, constituée par des marnes d'âge Callovien.

La variation se traduit généralement par l'épaisseur des couches surtout le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur. La séquence étudiée est relativement moins épaisse dans la région d'Antsalova que dans celle d'Andranomavo qui est située au Nord du horst de Cap Sainte André dans la partie Sud du bassin de Mahajanga. Par contre, des séries gréseuses, d'épaisseurs élevées, affleurent au dessus du Crétacé inférieur d'Antsalova.

Les formations du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur sont constituées généralement par des marnes de couleur jaune à verte qui correspondent aux environnements de dépôt compatible avec la dérive de Madagascar à partir de l'Afrique de l'Est.

On peut en déduire que les formations marneuses d'Andranomavo et d'Antsalova sont de même âge, plus précisément du Callovien jusqu'à l'Hauterivien (Fig. 11).

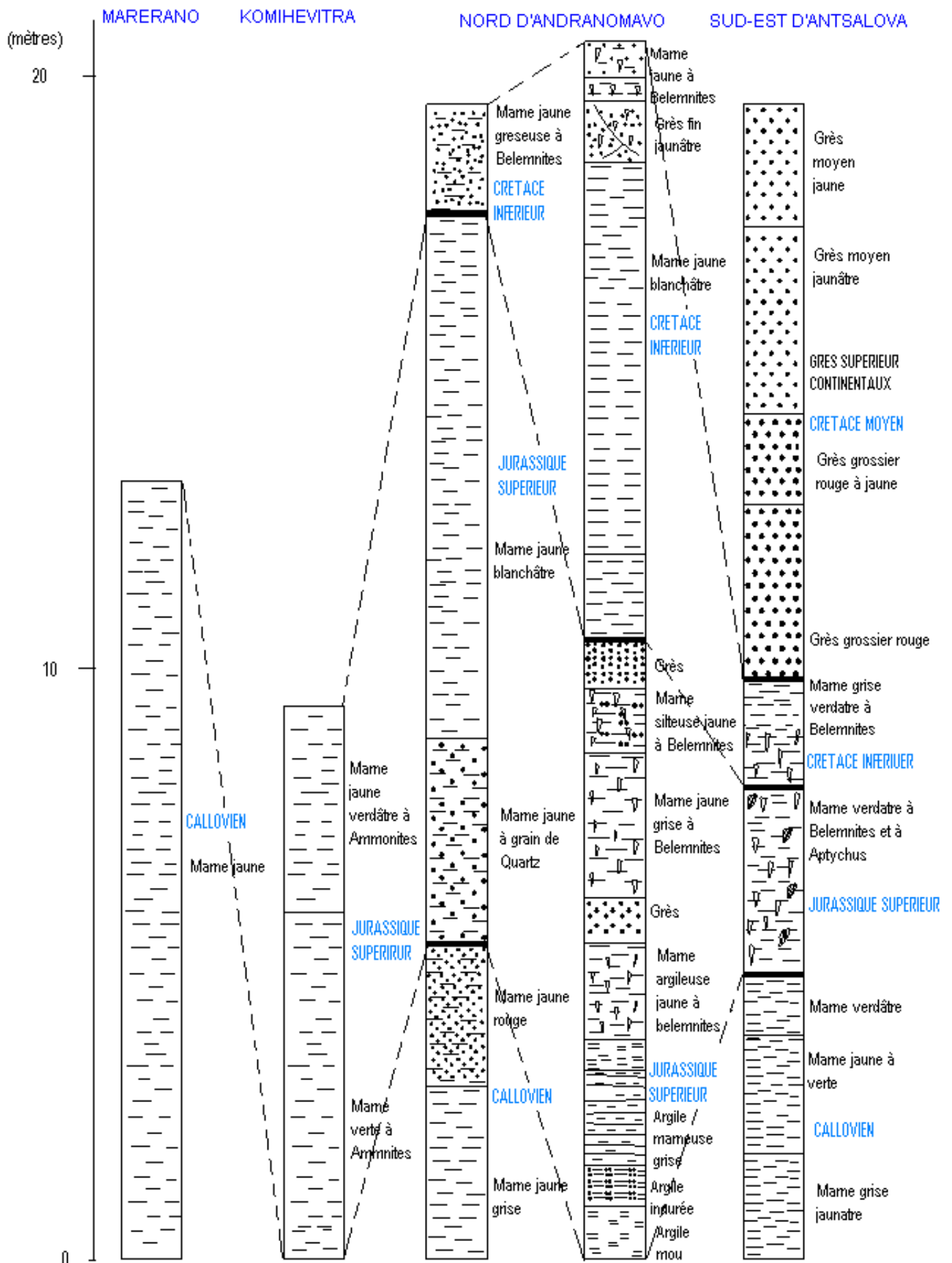


Fig. 11 : CORRELATION STRATIGRAPHIQUE DES REGIONS D'ANTSALOVA ET D'ANDRANOMAVO

4.4. Paléoécologie

La grande diversité spécifique des formes benthiques indique que le milieu est favorable pour eux, cas d'Antsalova et d'Andranomavo. En effet, nous sommes en mer ouverte assez profonde favorable à la prolifération des Foraminifères à test calcaire et la présence des *Epistomina* indiquent des mers relativement profondes.

La rareté ou même l'absence des formes planctoniques et l'abondance des Ostracodes montre donc un milieu de profondeur faible et en communication avec la mer ouverte.

La marne est un indicateur de CO₂ faible et d'un climat chaud qui a permis la précipitation du CaCO₃ (carbonate de calcium). Les fossiles rencontrés sont adaptés au plateau continental relativement profond représenté par l'association des Nodosariidés à test hyalins et des Textulariidés à test agglutinés, des Ostracodes à carapaces lourdes (DEPECHE F., 1985) comme le Genre *Majungaella* (cas d'Andranomavo).

Le microfaciès sparitique confirmait un milieu de faible profondeur.

4.5. Paléobiogéographie

La paléobiogéographie a pour but de mettre en évidence l'évolution des aires de répartition des fossiles. Ici on peut voir la similitude et l'évolution des organismes dans chaque partie après la dislocation du continent.

Le genre *Majungaella* observé dans la région d'Andranomavo, a été décrit en Afrique et en Argentine par GREKOFF (1963). En raison de la description du genre *Majungaella* par GREKOFF, modifié par WATLEY et al (1966), des espèces de *Majungaella* ont été trouvées dans différentes parties du globe (Tableau 7). Ces répartitions pourraient être dues à une large ouverture du Téthys.

ETAGES \ PAYS	BATH.	CAL.	OXF.	KIMM.	PORT.	BERR.	VAL.	HAUT.	BARR.	APT.	ALB.
Inde	X	X	X	X	X	X	X				
Afrique du Sud							X	X		X	X
Mozambique						X	X	X			
Madagascar	X	X	X	X	X	X	X				X
Tanzanie	X	X	X	X	X						X
Argentine										X	
Australie West										X	X

Tableau 7 : REPARTITION PALEOBIOGEOGRAPHIQUE DU Genre *Majungaella*.

La ressemblance des faunes de Madagascar à celle de l'Inde, de la côte orientale de l'Afrique nous amène à supposer qu'il était rattaché à l'Inde et à l'Afrique au Jurassique. Le détachement de la plaque Indienne et Malgache avec l'Afrique a donné naissance au Canal de Mozambique. La séparation de Madagascar s'est amorcée dès le Permien et se poursuit pendant le Jurassique pour devenir une île au Crétacé supérieur.

CONCLUSION

Conclusion

Cette étude a permis d'identifier et d'inventorier les microfossiles rencontrés dans le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur des régions d'Antsalova (bassin de Morondava) et d'Andranomavo (bassin de Mahajanga).

Les zones étudiées sont caractérisées par leur richesse en Foraminifères et en Ostracodes. Nous avons rencontré 18 genres avec 32 espèces de FORAMINIFERES qui se répartissent en 10 FAMILLES et 9 genres, avec 9 espèces d'OSTRACODES qui sont regroupés en 5 FAMILLES. D'après les études faites, ils sont dominés par les Foraminifères benthiques.

Le Jurassique supérieur est caractérisé par les associations des microfaunes suivantes : *Lenticulina collignoni*, *Dentalina* sp.3330, *Neoflabellina malakialinensis*, *Epistomina elchakaensis*, *Lenticulina fracta*, pour les Foraminifères et par le *Cytherella ex gr. pyriformis*, *Majungaella perforata*, *Pirileberis prognata*, *Cytheropteron corrosum*, pour les Ostracodes.

Les microfaunes du Crétacé inférieur sont constitués par : *Lenticulina secans* var. *angulosa*, *Vaginulina Citharina sparicostata*, *Vaginulina d'Orbigny*.

Ainsi les formes étudiées dans les deux régions indiquent un plateau continental assez profond où les apports liés à la dérive de Madagascar se sont déposés.

La corrélation stratigraphique des différentes coupes dans les différentes localités montre que la séquence étudiée est relativement moins épaisse dans la région d'Antsalova que dans celle d'Andranomavo qui est située au Nord du horst de Cap Sainte André en particulier au Jurassique supérieur et au Crétacé inférieur.

La ressemblance de la faune de Madagascar avec celle de l'Afrique du Sud, de l'Inde, confirme que ces régions ont constitué une même province biostratigraphique pour l'intervalle étudié.

Le résultat de notre étude contribuera à la datation des formations du Callovien à l'Hauterivien des forages pétroliers qui seront réalisés à Madagascar.

Planche 1 : Foraminifères

- Fig. 1** *Textularia* (x 40)
- Fig. 2** *Dorothia sp.* (x 40)
- Fig. 3** *Ammobaculites sp.* (x 80)
- Fig. 4** *Astacolus mutilatus* (x 40)
- Fig. 5** *Astacolus eritheles* (x 40)
- Fig. 6** *Astacolus dorsoacriatus* (x 40)
- Fig. 7** *Astacolus aff. insecta* (x 40)
- Fig. 8** *Lenticulina sp.129* (40)
- Fig. 9** *Lenticulina collignoni* (x 40)
- Fig. 10** *Lenticulina subtilis* (x 40)
- Fig. 11** *Lenticulina fracta* (x 40)
- Fig. 12** *Lenticulina andromede* (x 40)

Planche 1



01



02



03



04



05



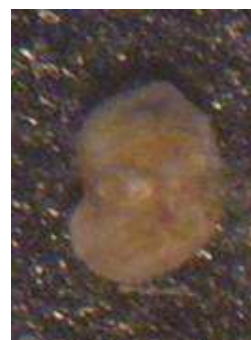
06



07



08



09



10



11

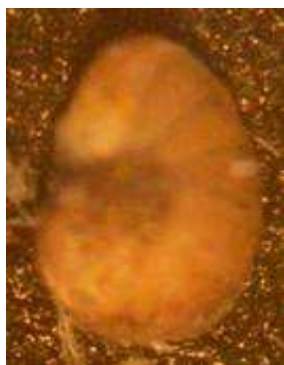


12

Planche 2: Foraminifères

- Fig. 13 *Lenticulina tsaramandrosoensis* (x 40)
- Fig. 14 *Lenticulina dineontos* (x 40)
- Fig. 15 *Marginulina gracillissima* (x 40)
- Fig. 16 *Marginulina* sp. 3330 (x 40)
- Fig. 17 *Marginulinopsis embaensis* (x 40)
- Fig. 18 *Neoflabellina (Falsopalmula) malakialinensis* (x 40)
- Fig. 19 *Neoflabellina lanceolata* (x 40)
- Fig. 20 *Nodosaria* (x 40)
- Fig. 21 *Planularia madagascariensis* (x 40)
- Fig. 22 *Saracenaria tsaramandrosoensis* (x 40)
- Fig. 23 *Lingulina* sp. 2824 (40)
- Fig. 24 *Dentalina* sp. 3330 (x 80)

Planche 2



13



14



16



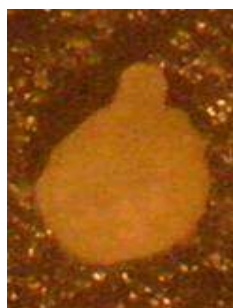
17



18



19



20



21



22



23



24

(Photo : Edmond, 2009)

Planche 3: Foraminifères

- Fig. 25 *Rectoglandulina brandi* (x 40)
- Fig. 26 *Tristix suprajurassica* (x 80)
- Fig. 27 *Vaginulina d'Orbigny* (x 40)
- Fig. 28 *Vaginulina (Citharina) sparicostata* (x 40)
- Fig. 29 *Spirillina tenuisima* (x 80)
- Fig. 30 *Epistomina ventriosa* (x 40)
- Fig. 31 *Globulina d'Orbigny* (x 80)
- Fig. 32 *Protoglobigerina* (x 80)
Vue ombilicale

Planche 3



25



26



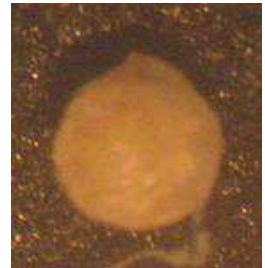
27



28



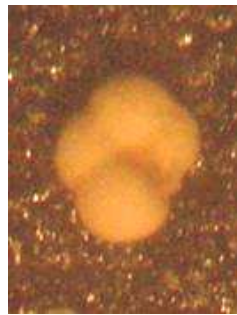
29



30



31

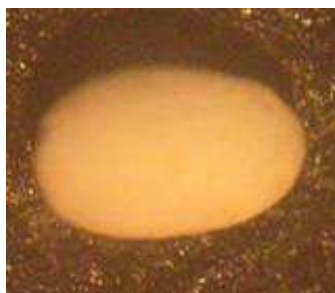


32

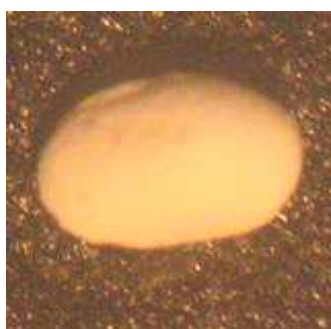
Planche 4: Ostracodes

- Fig. 33** *Cytherella index* (x 40)
Carapace, vue de gauche
- Fig. 34** *Cytherella ex gr. pyriformis* (x 40)
Carapace, vue de gauche
- Fig. 35** *Cytherelloidea* (x 40)
Carapace, vue de gauche
- Fig. 36** *Lophocythere devexa* (x 40)
Carapace, vue de gauche
- Fig. 37** *Majungaella nematis* (x 40)
Carapace, vue de gauche
- Fig. 38** *Majungaella perforata* (x 40)
Carapace, vue de gauche
- Fig. 39** *Polycope* (x 40)
Vue externe
- Fig. 40** *Praracypris cf. acris* (x 80)
Carapace, vue de droite
- Fig. 41** *Trichordis praetexta* (x 40)
Carapace, vue de gauche
- Fig. 42** *Pirileberis prognata* (x 40)
Carapace, vue de droite

Planche 4



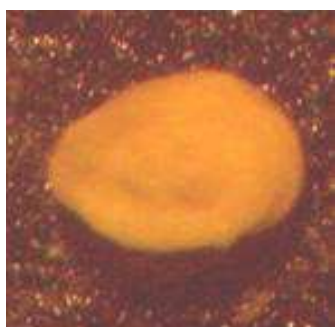
33



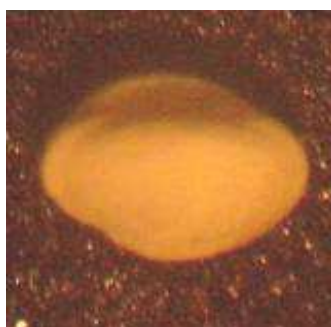
34



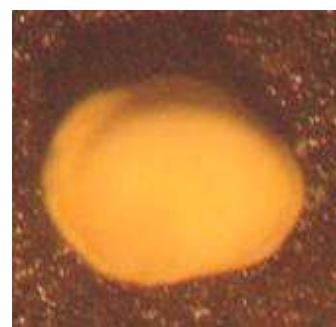
35



36



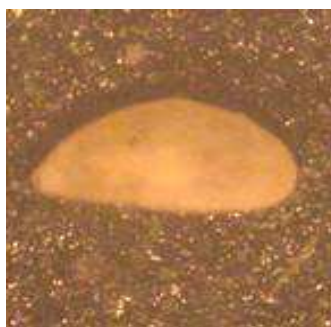
37



38



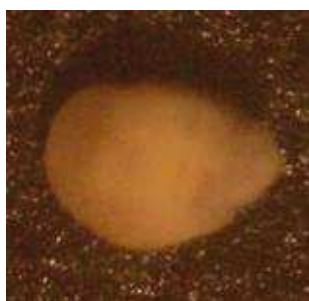
39



40



41



42

(Photo : Edmond ,2009)

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

1. ANDRIAMALALA F. (1995).- Contribution à l'Etude des Microfossiles du Jurassique du Bassin de Morondava, *Mém. rech. DEA*, Univ. Tana., Fac. Sciences, D.P.A.B., p.57-59.
2. ADAMS A. E., MAKENZIE W.S., GUILFORD C. (1994). - Atlas des roches sédimentaires, 103 p.
3. BESAIRIE H. (1930).- La Géologie du Bassin de Majunga à Madagascar. *Serv. Géol. Tan. Trav. Serv. Géol. Tananarive* n° 172 pp. 156-183.
4. BESAIRIE H. (1932). Fossiles caractéristiques du Nord et du Nord-Ouest de Madagascar. *Ann. Géol. Serv. Mines. Madagascar*. T II.
5. BESAIRIE H. (1936).- Recherches géologiques à Madagascar – La géologie du Nord-Ouest. *Mém. Acad. Malgache* TXXI.
6. BESAIRIE H. & COLLIGNON M. (1956).- Le système Crétacé à Madagascar. *Serv. Géol. Tana* 66 p. *Trav. Bur. Géol.* N° 77.
7. BESAIRIE H. & COLLIGNON M. (1971).- Géologie de Madagascar. Les terrains sédimentaires. *Ann. géol. Mad.fasc* XXXV.
8. BRONNIMANN P. (1986).- Revue de paléobiologie, benthos, Symposium International sur les Foraminifères Benthiques, partie I, p.231.
9. COLLIGNON M. (1959).- Atlas des Fossiles caractéristiques de Madagascar, *Fascicule V*
10. CRASQUIN-SOLEAU, BRACCINI E. et LETHIERS F. (1998).- What about Ostracoda ! *mémoire 20*, Paris Brieville (France), 432 p.
11. COMBEMOREL R. (1988).- Les Bélemnites de Madagascar, 239 p., 53 fig., 5 tableaux, 23 pl., *doc. Lab. Géol.* Lyon ; n° 104.
12. CURNELLE R. (1991).- Géologie Africaine, p. 272-291
13. DENIZOT G. (1978).- Atlas des Fossiles, Fossiles Jurassiques et Crétaciques, *fascicules II*, 95 p., 23 pl.
14. DEPECHE F. (1973).- Etude des Ostracodes du Dogger du bassin Parisien, *in Atlas des Ostracodes de France*, p. 120 – 145.

15. DEPECHE F. (1985).- Etude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique inférieur et moyen de Causse du Quercy.
16. ESPITALIE J. & SIGAL J. (1963).- Contribution à l'étude des Foraminifères du Jurassique supérieur et du Néocomien du bassin de Majunga. *Ann. géol. Madagascar, fasc. XXXII*, 99 p., XXXVI pl.
17. GREKOFF N. (1963).- Contribution à l'étude des Ostracodes du Mésozoïque moyen (Bathonien-Valanginien) du bassin de Majunga, Madagascar, *Ann. géol. Madagascar, fasc. XXXIII*, 167 p., 10 pl.
18. HOURQ V. (1950).- Les terrains sédimentaires de la région de Morondava. *Ann. Géol. Serv. Mines, Madagascar*, 109 p.
19. KUNTZ G. (1962).- Etude stratigraphique du bassin de Morondava. *Trav. Bur. Géol. Serv. Géol.*, Tananarive, n° 107.
20. LALAOHARIJAONA R. R. & BIZON J. J. (1985).- Stratigraphie du forage Manambolo-I 23 p.
21. LALAOHARIJAONA R. R. (1993).- Evolution de la marge Ouest malgache au Jurassique. Le bassin de Morondava entre les fleuves Tsiribihina et Mangoky (Madagascar), *Thèse. Doct., Univ. Paris VI*, 279 p.
22. LEBRUM P. (1996).- Ammonites, première partie : Mollusques et Céphalopodes, anatomie des Ammonoïdes, 95p.
23. NEWMAN M. (1967).- Manuel de Micropaléontologie des Foraminifères. Ed. *Gauthiers – Villars, Paris, Tome I*, p. 1- 297, 182 fig., 60 pl.
24. OERTLI H. J. (1971).- Paléocéologie of Ostracodes, *vol.5*, 953 p.
25. OERTLI H. J. (1985).- Atlas des Ostracodes de France (Paléozoïque – Actuel), *Rech.Explor.-Prod.Elfr-Aquitaine, Mém. 9*, 387 p.
26. PIVETAU J. (1952).- Traité de Paléontologie, *Tome premier*, 782 p.
27. PIVETAU (1952).- Traité de Paléontologie, *Tome II*, 790 p.

28. RAYMOND C. MOORE (1961). - Treatise on Invertebrate Paleontology, Part Q Arthropoda 3, Crustacea, Ostracoda, 442 Q.
29. RASOANAIVO W. (1964).- Le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur du Sud du bassin de Majunga (Etudes des Microfaunes), *rapport* 581.
30. RASOAMIARAMANANA A. (1982).- Etude des principales Familles et Sous-familles d'Ammonites représentées à Madagascar, *Mem. rech. DEA.*, Univ. Tana., Fac. Sciences, D.P.A.B., p. 11- 22.
31. RAMASIZANABOLA J. de D. (1986).- Etude micropaléontologique préliminaire du Jurassique supérieur d'Ankilizato dans la Bassin de Morondava. *Mem. rech. DEA*, Univ. Tana., Fac. Sciences, D.P.A.B., 71p, 22 pl.
32. RAZAFIMBELO E. (1987).- Le bassin de Morondava (Madagascar) : Synthèse géologique et structural, *Thèse. Doct. Ing.* univ. L. Pasteur. Strasbourg, 256 p.
33. RAHANTARISOA L. J. (1994).- Contribution à l'étude des Foraminifères benthiques et des Ostracodes Maastrichtiens de Berivotra et d'Antonibe (Bassin de Majunga). *Mém. rech. DEA*, Univ. Tana., Fac. Sciences, D.P.A.B., p.20 et 21.
34. RAKOTONDRATSIMBA J. G. (1995).- Contribution à l'étude de rifting malgache dans la région de Menabe du bassin de Morondava du Permo - Carbonifère au Jurassique supérieur, p. 10.
35. RAKOTOMALALA-R. H. N. (2002).- Les *Mantelliceras* et *Puzosia* du Cénomanién inférieur dans le secteur de l'Onilahy bassin de Morondava, Madagascar, *Thèse. Doct.*, Univ Tana., Fac. Sciences, D.P.A.B., 193 p, 5pl.
36. RAFANOMAZANTSOA J. P. (2007).- Dynamique environnemental du récif ancien de Savoa et Belavenoka dans la région de Sakaraha. *Mém. rech. DEA*, Univ. Tana., Fac. Sciences, D.P.A.B., p. 17
37. VOAHANGINIRINA H. H., (1993).- Contribution à l'Etude biostratigraphique des Phylloceratidae Bathoniens et Calloviens d'Annkilizato-Soaravikely centre Bassin Morondava, *Mém. Stage DEA*, Univ. Tana., Fac. Sciences, D.P.A.B., p.34 et 35.
38. VITAMARINA (1995).- Contribution à l'Etude des Ammonites Pyriteuses du Callovien de la région de Begidro-Tsiribihina (Bassin de Morondava), *Mém. rech. DEA*, Univ. Tana., Fac. Sciences, D.P.A.B., p. 5.

Nom : RASOLOFOTIANA
Prénom : Edmond
Titre : Biostratigraphie du Jurassique supérieur – Crétacé inférieur des régions d’Antsalova (bassin de Morondava) et d’Andranomavo (bassin de Mahajanga)
Encadreur : Madame RAMAKAVELO Geneviève, Maître de conférences

RESUME

L’étude de l’intervalle Jurassique supérieur - Crétacé inférieur des régions d’Antsalova (bassin de Morondava) et d’Andranomavo (bassin de Mahajanga) a été faite.

Elle a permis de déterminer les microfossiles benthiques constitués par la prédominance des Foraminifères à tests calcaires et d’abondants Ostracodes.

Le calage de la répartition de ces microfossiles benthiques a été effectué par la répartition des macrofossiles du Callovien à l’Hauterivien (Ammonites et Bélemnites). Les deux séries étudiées à Antsalova et Andranomavo sont contemporaines.

L’abondance des Foraminifères à tests calcaires (Nodosariidae), à tests aragonitiques (Epistomidae) et des Ostracodes plus ou moins ornementés indique un environnement de mer ouverte assez profonde.

La ressemblance de certains microfossiles de Madagascar (g. *Majungaella*) avec ceux d’Afrique du Sud, de l’Inde témoigne du détachement de Madagascar de l’Afrique pendant le Jurassique.

Mots – Clés : Jurassique supérieur – Crétacé inférieur – Microfaunes – Stratigraphie - Andranomavo – Antsalova.

ABSTRACT

The study of the Upper Jurassic and the Lower Cretaceous from Antsalova (basin of Morondava) and of Andranomavo (basin of Mahajanga) areas was been carried out.

This study allowed to determining benthic microfossils predominantly constituted by calcareous Foraminifera and abundant Ostracodes.

The benthic microfossil distribution has been tied by Callovian up to Hauterivian Ammonites and Belemnites distributions. The two locations (Antsalova and Andranomavo) have provided contemporaneous series.

The abundance of calcareous Foraminifera (Nodosariidae), aragonitic Foraminifera (Epistomidae) and more and less ornamented Ostracodes reveal an environment of deep enough outer sea.

The resemblance of some microfossils of Madagascar (g. *Majungaella*) to South Africa, India confirms the detachment to Madagascar in Africa during the Jurassic.

Key words: Upper Jurassic - Lower Cretaceous - Microfaunes - Stratigraphy - Andranomavo - Antsalova.