

<b>TABLEAUX.....</b>	<b>I</b>
<b>FIGURES.....</b>	<b>I</b>
<b>PLANCHES .....</b>	<b>I</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
Historique.....	1
But et objectif .....	2
Principes et problèmes rencontrés .....	2
Résultats escomptés .....	3
<b>PREMIERE PARTIE METHODOLOGIE.....</b>	<b>4</b>
1.- Situation géographique et géologique du site d'étude.....	4
1.1.- Situation géographique.....	4
1.2.- Situation géologique.....	4
2.- Echantillonnage .....	9
2.1.-Données préliminaires.....	9
2.2.- Matériels.....	9
2.3.- Echantillonnage proprement dit .....	9
3.- Traitement des échantillons au laboratoire.....	11
3.1.- Cas des sédiments meubles .....	11
3.1.1.- Désagrégation .....	11
3.1.2.- Tamisage.....	11
3.1.3.- Séchage.....	12
3.1.4.- Triage .....	12
3.2.- Confection de lames minces .....	12
3.2.1.- Sciage d'échantillon.....	12
3.2.2.- Séchage et collage de l'échantillon.....	13
3.2.3.- Finition .....	13
3.2.4.- Recouvrement de la lame .....	13
4.- Détermination des fossiles rencontrés.....	13
4.1.- Les Foraminifères .....	14
4.2.- Les Ostracodes.....	15
4.3.- Les Bryozoaires.....	16
4.4.- Les Madréporaires.....	16
4.5.- Le microfaciès.....	21
5.- Critères de caractérisation des milieux de dépôts récifaux.....	22
<b>DEUXIEME PARTIE : RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....</b>	<b>23</b>
1.- Résultats .....	23
1.1.- Résultat sur la lithologie.....	23
1.2.- Résultats paléontologiques .....	25
1.2.1.- Les Foraminifères.....	25
1.2.2.- Les Ostracodes .....	31
1.2.3.- Les Bryozoaires.....	34
1.2.4.- Les Algues .....	36

1.2.5.- Les Madréporaires.....	36
1.3.- Résultats sur le microfaciès .....	41
2.- Interprétation des groupes étudiés.....	45
2.1.- Les microfossiles.....	45
2.1.1.- Les Foraminifères.....	45
2.1.2.- Les Ostracodes.....	46
2.1.3.- Les Bryozoaires.....	47
2.2.- Les Madréporaires .....	47
2.3.- Microfaciès.....	48
3.- Informations paléocéologiques.....	48
3.1.- Paléocéologie.....	48
3.2.- Reconstitution récifale.....	49
- Les organismes constructeurs.....	50
Conditions de formation .....	51
4.- Informations paléogéographiques.....	52
4.1.- Les faciès rencontrés à BELAVENOKA.....	52
4.2.- Les faciès rencontrés à SAVOA.....	52
5.- Informations paléobiogéographiques.....	54
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>59</b>
.....	<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>61</b>
PLANCHE I.....	I
PLANCHE II.....	II
.....	II
PLANCHE III.....	III
PLANCHE IV.....	IV
.....	IV
PLANCHE V .....	V
.....	V
PLANCHE VI.....	VI



# LISTE DES ILLUSTRATIONS

## Tableaux

1	Fossiles déterminés par BASSE E. et GREKOFF N. à Ampandra ... ..	1
2	Répartition des Foraminifères dans chaque niveau... ..	30
3	Répartition des genres Foraminifères dans chaque famille ... ..	31
4	Répartition des Ostracodes dans chaque niveau ... ..	34
5	Répartition des Bryozoaires dans chaque famille ... ..	36
6	Répartition des Madréporaires dans chaque Famille... ..	40
7	Lames minces ... ..	42
8	Répartition générale des genres étudiés dans chaque Famille... ..	43
9	Répartition des genres étudiés dans chaque couche Savoa et Belavenoka ... ..	44
10	Répartition des Foraminifères benthiques et des Ostracodes dans les deux bassins (Morondava - Majunga) ... ..	47
11	Répartition du genre <i>Majungaella</i> dans certains pays ... ..	55

## Figures

1	Coupe de Savoa .. ..	23
2	Coupe de Belavenoka ... ..	24
3	Pourcentage entre les microfossiles et les Madréporaires ... ..	52
4	Répartition des environnements sur une plate-forme avec barrière ... ..	54

## Planches

Les Foraminifères.....
Les Ostracodes .....
Les Bryozoaires.....
Type de charnière des Ostracodes.....
Les Madréporaires.....
Microphotos des lames minces au microscope optique.....



# INTRODUCTION

## Historique

L'historique se rapportera surtout sur les travaux faits concernant le Jurassique moyen du bassin de Morondava. Des études ont été faites dans ce bassin :

-dans un premier temps, des géologues pétroliers dont H. BESAIRIE, V. HOURCQ en 1935, N. VENDEGIERS en 1955 et A. LETUILIER en 1959 ont travaillé dans la région de Manja Morondava et P. BALOGÉ en 1977, 1980, 1984, 1989 dans la région d'Ankilizato.

-D'autres recherches furent faites sur la biostratigraphie par les Ammonites par VOAHINGINIRINA Herimanana Honorine en 1993 sur la région d'Ankilizato et VITAMARINA en 1995 sur la région Begidro Tsiribihina.

-D'autres études furent entreprises sur le Rifting malgache dans la région de Menabe par GILBERT RAKOTONDRATSIMBA, 1995, et sur des microfossiles par ANDRIAMALALA Fidèle en 1995 dans le centre du bassin de Morondava dont les microfossiles rencontrés dans le cénozone A d'âge Bathonien supérieur sont *Saracenaria*, *Fronicularia*, *Guttulina*, *Throcholina*, *Astaculus*, *Lenticulina sculpta*, *Epistomania*, *Marginulina*, *Spirillina*, *Bathysiphon*, *Lenticulina sublatiformis*,

-RAJOELISOLO Tsiorisoa Anique a fait des études sur des invertébrés et microfossiles en 2004 dans la région de Vohipaly entre Mangoky et Onilahy dont les microfossiles rencontrés sont *Ammobaculites*, *Ammomarginulina*, *Haplophragmoides*, *Reophax*, *Textularia*, *Bathysiphon*, *Throchammina*, *Lenticulina*, *Nodosaria*, *Quinqueloculina*, *Cytherella*, *Bairdia*, *Paracypris*.

En ce qui concerne notre région d'étude M. COLLIGNON (1959) (17) a décrit "l'atoll" fossile dans les gisements d'Ampandra. Pour la région étudiée les déterminations faites jusqu'ici sont résumées dans le tableau (1) suivant.

investigateur	Groupes concernés	Genre et espèce déterminés	Localité
E.BASSE 1953	Lamellibranches	<i>Trigonia tenuicostata</i> <i>Nerina</i> <i>Perna</i> <i>Pteroperna</i> <i>Astarte</i>	Ampandra
	Algues	<i>Girvanella</i>	
GREKOFF 1963	Ostracodes	<i>Progonocythere juglandica</i> <i>malgachica</i>	

## **But et objectif**

Ce mémoire est une contribution à l'inventaire des fossiles, tels que les microfossiles, Lamellibranches, Coelenterés et Bryozoaires, afin de comprendre les relations entre les différents organismes et l'évolution d'un milieu récifal.

L'objectif de ce mémoire est d'apporter des précisions d'ordre paléoécologique et paléogéographique sur ce milieu récifal. La dynamique environnementale de ce milieu pourrait apporter des informations dans la protection du récif actuel.

## **Principes et problèmes rencontrés**

Les principes adoptés dans ce mémoire sont basés sur la comparaison des formes rencontrées et sur le principe de l'Actualisme.

Les problèmes rencontrés :

- les ouvrages sur les descriptions des fossiles de Bryozoaires et de Madréporaires de Madagascar ne nous ont pas été accessibles peut être inexistants.
- insuffisance de matériel d'investigation et de photographie pour rechercher des caractéristiques spécifiques et pour conserver les différentes formes (Microscope à grossissement > x50, caméra numérique intégré aux loupes binoculaires et microscopes).

Pour atteindre l'objectif nous allons adopter la méthode suivante :

- Echantillonnage sur terrain de sédiments meubles et indurés
- Différents traitements des échantillons au laboratoire
- Détermination et classification des fossiles rencontrés puis interprétation et discussion des résultats obtenus

## Résultats escomptés

A l'issue des travaux sur terrain et des travaux de laboratoire les résultats attendus sont :

- l'inventaire des fossiles rencontrés,
- la détermination du faciès du milieu,
- la reconstitution du récif ancien, enfin
- la reconstitution de la paléoécologie et paléogéographie de la région durant le Jurassique moyen.





# **PREMIERE PARTIE METHODOLOGIE**

## **1.- Situation géographique et géologique du site d'étude**

### **1.1.- Situation géographique**

Nous avons travaillé sur deux sites.

L'un se trouve à SAVOA 6km au Sud de Sakaraha à une latitude de 22°56'46.2''Sud et à une longitude 044°32'10.2''Est ; à 525m d'altitude les coordonnées Laborde sont : X=202.5, Y=353.5

L'autre site se trouve à Belavenoka 11km au Sud de Sakaraha aussi, avec une latitude de 22° 58' 05.8''Sud et à une longitude de 044°31' 85.1''Est à 530m d'altitude et avec les coordonnées Laborde : X=202.7, Y=351.7

### **1.2.- Situation géologique**

#### **1.2.1.- Le Jurassique moyen du Bassin de Morondava.**

Notre étude se limite au jurassique moyen de la région de Sakaraha, nous allons faire un aperçu général sur le contexte géologique de cette époque dans le bassin de Morondava.

Le bassin de Morondava s'allonge sur 1000km entre le cap S<sup>t</sup>-André au Nord et le cap S<sup>te</sup>- Marie au Sud. Il est divisé en cinq régions dont les limites sont généralement les grands fleuves. Le Jurassique moyen affleure sur des nombreux niveaux dont les principaux sont les suivants.

#### **a) Extrême Nord du bassin**

D'une manière générale une première transgression marine débute au Bajocien et se succède jusqu'au Crétacé. En général le Jurassique moyen est entièrement calcaire ou dolomitique sauf rares exceptions. Il est presque partout recouvert par la carapace sableuse.

-Entre Sambao - Manambao se trouvent des bancs calcaires bien exposés.

-Entre les parallèles 990 et 1020 il y a une série inférieure qui comprend des calcaires massifs, subrécifaux avec polypiers et une série supérieure de calcaires gris devenant marneux.

b) le Nord du bassin entre Manambao - Manambolo

Le Jurassique moyen est essentiellement calcaires et subrécifaux. Il comporte à la base, selon Besairie, des calcaires dolomitiques à *Trigonia costata* du Bajocien et transgressives sur l'Isalo. La partie supérieure montre des faunes Bathoniennes avec des Brachiopodes et Echinodermes (*Rhynchonella*, *Terebratula*, *Hemicidaris*, *Pseudocidaris*...).

c) le centre du bassin

Entre Bemaraha et Besabora. Le plateau de Bemaraha présente avec régularité du Manambao- Manambolo un faciès essentiellement calcaire.

Le Bemaraha inférieur est marin à couche calcaréo- marneux entre Manambolo - Tsiribihina et sur la route Miandrivazo- Belo avec *Trigonia*, *Lima*, *Corbis*, qui sont caractéristiques du Bajocien. Le Bemaraha moyen ou série de Besabora : les couches sont gréseuses et grésocalcaires, la série est à faciès mixte. Le Bemaraha supérieur : du Manambolo au parallèle 646 il est composé de calcaire et de marne marine, c'est la série la plus épaisse du Jurassique moyen qui affleure sur la région de Tongobory, Andranobilo, Est d'Ankilizato, le Bemaraha supérieur à faciès mixte ou série de Vongoho affleure au Sud d'Andranomadio. Le Bemaraha moyen et supérieur conservent les faunes Bathoniennes avec *Phyllocera*, *Rhynchonella*...

d) entre le parallèle 590 et Mangoky

Le Jurassique moyen débute par une transgression marine, les couches sont de nature calcaréo-gréseuses du Bajocien qui sont équivalentes de la série de Sakaraha et recouvrant les grès rouge d'Isalo Ilc. La série de Mandabe possède un faciès mixte du Bathonien Callovien avec *Protocardia*, *Radula*, *Natica*...

e) région entre Mangoky et Onilahy.

Le Jurassique moyen est constitué par des faciès mixtes à grès continentaux dans lesquels s'intercalent des formations marines avec en particulier des récifs coralliens. Il y a trois séries la série de Sakaraha, d'Ankazoabo et la série de Sakanavaka.

-La série de Sakaraha. Du Mangoky à l'Onilahy la série nous montrera les couches calcaréo-gréseuses du Vohitelo, les grès à faciès mixtes de Manandrea- Lambosina, les calcaires de Sakaraha, les grès à faciès mixtes d'Andranopatsa, les calcaires d'Ivohibe à l'Est de Tongobory. Les calcaires renferment *Trigonia tenuicostata* du

Bajocien et riche en polypiers, il est à noter que les calcaires de Sakaraha constituent notre site d'étude. Cette série prolonge, au Sud de Mangoky avec la série de Bemaraha inférieur.

-La série d'Ankazoabo. Elle prolonge avec la série de Besabora au Nord du Mangoky, la partie inférieure est formée de grès moyens, puis des grès fins intercalés par des argiles pour la partie moyenne et enfin de grès dur à ciment calcaire pour la partie supérieure.

-La série de Sakanavaka. Elle est formée par des faciès mixtes gréseux au Sud de Mangoky, avec lumachelle à corbule sur la partie inférieure, la limite supérieure correspond à la transgression Callovienne. Cette série englobe le Bathonien supérieur et le Callovien avec *Lytoceras*, *Phylloceras*...

L'historique du bassin de Morondava ne nous a révélé que quelques microfossiles, par contre dans le bassin de Majunga ESPITALIE J. et SIGAL J. 1963 ont travaillé sur les Foraminifères du Jurassique supérieur et du Néocomien, GREKOFF N. 1963 a fait aussi l'étude des Ostracodes du Mésozoïque moyen (Bathonien- Valanginien) cela nous incite à donner aussi le contexte géologique du Jurassique moyen du bassin de Majunga.

#### 1.2.1.2.- Le Jurassique moyen bassin de Majunga

Isalo et Dogger dans le Nord du bassin.

Les coupes levées par L. FOURNIE, E. FOUQUET (1965) sur l'Angirony, au parallèle de Maromandia montrent dans le premier niveau calcaire ; une faune de Bathonien inférieur avec *Corbis*, *Procerithium*. Au dessous se trouvent des grès peu grossiers, argileux à ciment carbonaté qui sont des faciès mixtes et considérés comme Bajocien couvrant l'Isalo II à grès grossiers.

-à Andranosamonta la partie terminale du Bathonien est très fossilifère avec *Corbula*, *Perna*, *Trigonia pullus*.

-dans le secteur compris entre le Sud de la presqu'île d'Ampasindava et la Maevarano, les couches du Bajocien sont à faciès mixtes, à prédominance continentale avec des niveaux de grès calcaires. Le Bathonien est aussi à faciès mixtes à prédominance continentale, riche en Corbule et débutant par le niveau marin à *Rigauxia*.

-entre Maevarano et Anjingo : la coupe de Betainomby montre des grès blancs attribués au Bajocien et une série à grès carbonatés supérieur, attribuée au Bathonien.

-sur la région Antsohihy : la série à grès carbonatés supérieur du Bathonien affleure sur les grès d'Ankazobetsihay.

-coupe de Bathonien d'Ambalarano : la coupe montre une succession de grès fins plus ou moins carbonatés, argiles et marnes gréseuses, calcaires gréseux, à *Rhynchonella*.

-à Mampikony les alluvions masquent la base de la série, le Bathonien épaisse 300m, formé par des grès fins, grès calcaires, d'argiles et marnes à stratification entrecroisée. Ces couches renferment des huîtres et des Corbules.

-la coupe de Betsiboka : à Sarodrano les faunes se placent vers la limite du Bajocien - Bathonien qui sont *Trigonia*, *Nucula*.

Isalo et Dogger dans le Sud du bassin.

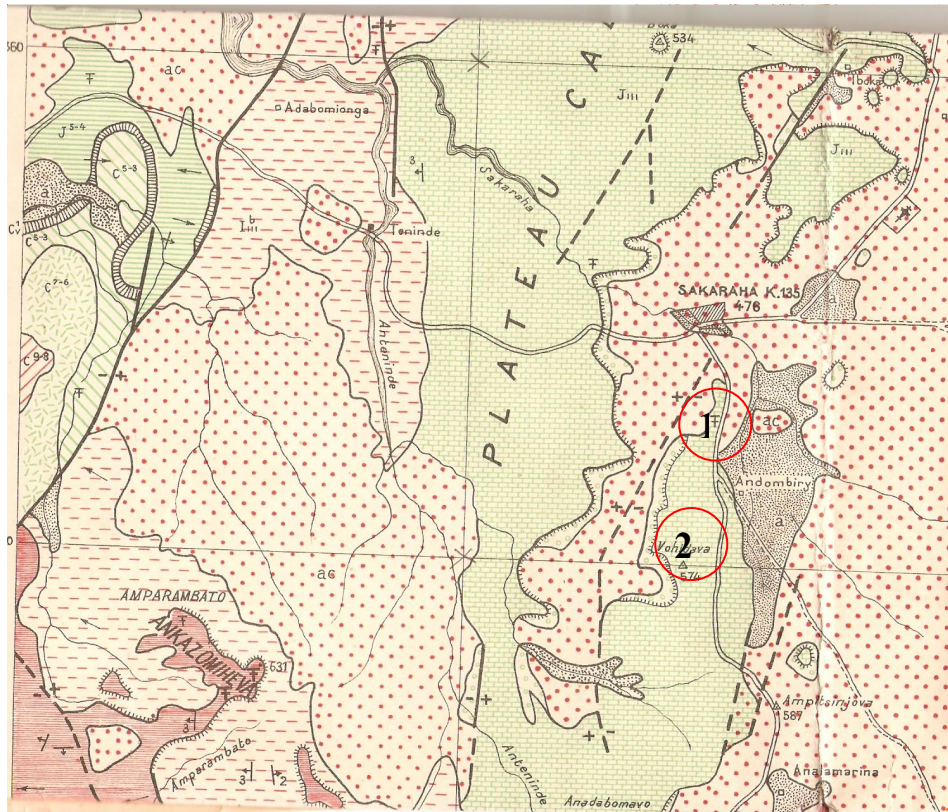
-Le Bajocien marin affleure à l'ouest de Betsiboka, il renferme des gypses et des marnes très fossilifères : *Cosmannea* puis intercalé par des calcaires, argiles et sables à *Trigonia*.

-A Ankara, la couche montre à la base des lumachelles à *Trigonia tenuicostata*, *Nucula*.

-A Kelifely une zone paléontologique repère a été observée, la base du Bajocien avec *Terebratula*, *Rhynchonella*, *Trigonia*.

-Le Bathonien à faciès mixte de la Betsiboka se poursuit à l'Ouest avec une partie inférieure de calcaires sableux à corbule, et une partie supérieure, épaisse de 160m, essentiellement calcaire BESAIRIE H. (1971) (10).





















CARTE GEOLOGIQUE DE MADAGASCAR : SAKARAH (F 57) ; RANOVAO (G 57).



Echelle : 1/100.000

Services géologiques 1957

Legende et signes conventionnels

-  : Alluvions
-  : Carapace sableuse
-  : Crétacés Suprabasaltiques (Calcaires et Grès calcaires)
-  : Cenomanien (Grès à Arcanthoceras)
-  : Aptien (Grès à Tropœum)
-  : Valanginien (Grès et Marnes à Belemnopsis)
-  : Kimmeridgien
-  : Argovien (Grès et Marnes à Epimayaites)
-  : Oxfordien (Grès et Marnes à Peltoceras)
-  : Callovien (Marnes et Calcaires à Macrocephalites)
-  : Bathonien (Grès entrecroisés à bois fossiles)
-  : Bajocien (Calcaires à Girvanelles)
-  : Ville
-  : Fleuves
-  : Route
-  : Faille ;  : Faille probable ;  : Pendage
-  : Localité de Savoa
-  : Localité de Belavenoka

## **2.- Echantillonnage**

### **2.1.-Données préliminaires**

Du point de vue climatique, en général la région de Sakaraha est de type semi-aride, cependant les pluies sont suffisantes pour la culture de coton, riz, maïs et manioc.

En été la température moyenne est comprise entre 23°C et 28°C. En hiver la température maximale est de 20°C et 10 à 13°C pour la température minimale.

En général le relief présente une succession de talus et de plateaux, parfois certaines côtes atteignent plus de 100m d'altitude. A travers ces talus et plateaux nous devons faire des marches à pied pour chercher des affleurements et récolter des échantillons.

### **2.2.- Matériels**

Pour récolter les échantillons, nous avons utilisé :

- une carte géologique et topographique permettant de situer l'endroit de la récolte ;
- un marteau de géologue pour prélever les couches dures ;
- de l'acide chlorhydrique pour tester la présence des roches calcaires ;
- des petits sachets en plastiques pour ranger les échantillons ;
- des étiquettes pour mettre le code dans les sédiments prélevés ;
- un stylo marker pour écrire sur les sachets ou sur les roches dures ;
- un carnet de terrain pour noter tous les renseignements recueillis dont la couleur, la nature lithologique, l'épaisseur de chaque couche, la localité.

### **2.3.- Echantillonnage proprement dit**

Les échantillons ont été récoltés dans la région de Sakaraha dans les localités de Savoa et de Belavenoka.

La partie superficielle des affleurements est presque exposée aux intempéries, elle est plus ou moins altérée et contaminée. Il est nécessaire d'enlever cette partie superficielle et de faire les prélèvements à une certaine profondeur pour avoir des échantillons frais. Les prélèvements des sédiments sont effectués de bas vers le haut de la coupe et nous avons dû respecter la nature

lithologique des différents niveaux superposés. Pour chaque prise successive, un code et numéro leur sont attribués et puis marqué dans le carnet de terrain et sur les étiquettes des sacs à échantillons. Chaque échantillon de sédiment prélevé est de 300g environ. Ces sédiments sont mis dans des sacs à échantillons. Pour les roches dures en place nous avons cherché à obtenir des roches saines non altérées, qui sont aussi numérotées à l'aide d'un stylo marker. Nous avons effectué deux coupes dans les deux localités et décrites de bas en haut :

#### Coupe à Belavenoka :

Code et numéro	Nature des couches	Epaisseur
- BEL 10	Argile marneuse gris blanche	45cm
- BEL 09	Argiles et marnes jaunes	28cm
- BEL 08	Argiles verdâtre	28cm
- BEL 07	Argiles bleue	35cm
- BEL 06	Marnes et argiles jaunes	50cm
- BEL 05	Marne à débris des Lamellibranches	50cm
- BEL 04	Calcaires à Lamellibranches	30cm
- BEL 03	Marne gris blanc	20cm
- BEL 02	Argile jaune	50cm
- BEL 01	Banc dur de calcaire	10cm

#### Coupe à Savoa

Code et numéro	Nature des couches	Epaisseur
- SAV 10	Calcaire à lumachelles	10cm
- SAV 09	Grès fin et lits noirs	14cm
- SAV 08	Marne et argile	12cm
- SAV 07	Marne à débris des Lamellibranches	40cm
- SAV 06	Argile schisteuse à Bryozoaires	50cm
- SAV 05	Grès et argile	7cm
- SAV 04	Argile schisteuse à Bryozoaires	10cm
- SAV 03	Grès jaune	8cm
- SAV 02	Argile schisteuse	10cm
- SAV 01	Isalo II grès grossier	10cm

### **3.- Traitement des échantillons au laboratoire**

Avant d'entamer les différentes études (observation, détermination, classification), il est nécessaire d'effectuer plusieurs opérations de préparation. Deux cas sont à considérer :

#### **3.1.- Cas des sédiments meubles**

On a suivi les étapes suivantes : Désagrégation, Tamisage, Séchage et Triage.

##### **3.1.1.- Désagrégation**

Cette opération consiste à rendre le sédiment boueux. 100g de sédiment sont pris pour chaque échantillon. La désagrégation se fait en trempant les sédiments secs dans du pétrole. Ce dernier remplit la place vide du sédiment sec. La durée de cette opération varie suivant la consistance du sédiment : pour les échantillons des marnes ou des grés prélevés, dix à quinze minutes suffisent, mais dans certains cas par exemple pour le calcaire ou marne trop de calcaire, cela peut durer vingt quatre heures. On récupère ensuite le pétrole et on le remplace par de l'eau de robinet pendant au moins 10 minutes, l'eau réoccupera la place du pétrole. Ceci toujours en fonction de la consistance du sédiment.

##### **3.1.2.- Tamisage**

Quand les sédiments deviennent boueux, ils sont prêts au lavage, mais avant toute utilisation, les tamis sont d'abord brossés et ensuite trempés dans une solution de bleue de méthylène afin de marquer les résidus coincés entre les mailles, pour séparer ainsi les deux niveaux successifs, puis, les tamis sont rincés à grande eau.

Le lavage de la boue s'effectue par tamisage sous l'eau courante à travers cinq tamis de maille décroissante.

Tamis n° 14 à maille de 2mm ;

Tamis n° 16 à maille de 1,5mm ;

Tamis n° 30 à maille de 1mm ;

Tamis n° 70 à maille de 0,5mm ;

Tamis n° 80 à maille de 0,3mm.



Il faut éviter que l'eau déborde entre deux tamis, cela risque d'emporter les microfossiles.

Quand le fond de la série des tamis est bouché par la boue argileuse, il faut agiter doucement tout en évitant tout débordement, ou brosser le fond de la série de tamis avec la paume de la main.

Le tamisage est arrêté quand l'eau sortant de la série de tamis est limpide.

### **3.1.3.- Séchage**

Les résidus de lavage de chaque tamis sont récupérés dans les boîtes de pétri différentes qui porteront en plus les numéros des échantillons. Nous avons exposé les refus dans un milieu bien aéré pendant deux jours pour les faire sécher. Puis les résidus sont récupérés dans des sachets codés en fonction des échantillons et la série des tamis.

### **3.1.4.- Triage**

Le triage se fait sous la loupe binoculaire, les résidus sont étalés sur une boîte de pétri et on prélève les formes caractéristiques à l'aide d'une aiguille montée dont la pointe est électrisée par passage dans les cheveux. Les formes obtenues sont mises dans des cellules. Pour faciliter le triage, il est préférable d'utiliser la loupe à faible grossissement et placer les résidus en couche mince. Le tri est terminé quand tout le contenu de sachet est déjà passé sous la loupe.

## **3.2.- Confection de lames minces**

Mode opératoire d'après Y. CARO, JP. CAVE, H. CLINT ZBOECKEL, M. OERTLI, J. A. RABOT et VINCENT.1964.

### **3.2.1.- Sciage d'échantillon**

Il consiste à tailler l'échantillon à la dimension de la lame porte objet avec une scie à diamant.

L'échantillon serait scié à l'épaisseur voulue 2 à 4mm.

On passe ensuite au tour lapidaire de moins de 1 minute.

### **3.2.2.- Séchage et collage de l'échantillon**

Nous avons chauffé l'échantillon sur la plaque chauffante, la surface polie sur la platine.

Ensuite la lame porte objet est posée sur la plaque chauffante.

Une légère couche de baume de canada est placée sur la surface plane de l'échantillon déjà chauffé aussi que sur la lame porte objet.

La lame est accolée sur l'échantillon, il faut éviter les bulles d'air entre la roche et cette lame en appuyant légèrement sur la lame avec une spatule.

### **3.2.3.- Finition**

La finition consiste à faire diminuer l'épaisseur de la lame à la rectifieuse jusqu'au plus bas possible à l'estimation de l'opérateur.

Pour enlever les rayures laissées par la machine précédente il a fallu utiliser la poudre émeri 320 sur le tour lapidaire.

### **3.2.4.- Recouvrement de la lame**

La lame est chauffée sur la platine.

On met une grosse goutte de baume de canada, préalablement chauffé.

Ensuite la lamelle est accolée sur la plaque mince en prenant la précaution de ne pas former des bulles d'air lors de la pose.

Enfin laisser sécher et faire le nettoyage avec l'essence.

#### **Remarque**

Pour les roches meubles l'échantillon doit être durci avec une colle "Araldite" avant toutes opérations.

Les lames micropaléontologiques sont généralement un peu plus épaisses 30 à 50 microns car un amincissement trop poussé détruirait les détails des structures des microfossiles.

Les lames minces sont alors examinées au microscope optique.

## **4.- Détermination des fossiles rencontrés**

Le traitement des échantillons au laboratoire se termine par la détermination sur les résidus de lavage et des lames minces.

La détermination se fait à partir des caractères observés par comparaison aux descriptions données à partir des recherches bibliographiques.

Les microfossiles ont été examinés à la loupe binoculaire, et après observations on a rencontré les microfossiles suivants :

Les Foraminifères

Les Ostracodes

Les Bryozoaires

Les Algues

#### **4.1.- Les Foraminifères**

Les Foraminifères sont des êtres unicellulaires marins qui se distinguent des autres Rhizopodes par la présence d'un réseau de pseudopodes très fins. Ils possèdent un test ou squelette, formation endosquelettique calcaire ou chitineuse qui est constituée par la succession des loges communiquant entre elles par des forams. Ils constituent un auxiliaire précieux en paléontologie stratigraphique et en paléoécologie ou paléogéographie. J. PIVETEAU (1952) (37).

Les Foraminifères sont déterminés selon les critères énumérés ci-après ;

- la nature du test : hyalin ou porcelané ou agglutiné
- le nombre de loge : uniloculaire ou pluriloculaire
- l'arrangement de loge : unisériel ou bisériel, pelotonné, lenticulaire, planispiralé évolutive ou involutive ou trochoïde (enroulement involutive sur l'une de face et enroulement évolutive sur l'autre),
- la forme générale : cylindrique, globuleuse, nautiloïde, fusiforme,
- l'absence ou présence de pores,
- les ouvertures ou orifices qui communiquent la dernière loge et le milieu externe ; elles peuvent être simples ou de formes variées : en fente, en arc pointu. Il y a aussi des ouvertures multiples : alignées, radiées,
- les sutures (épaisseur, position, ornementation).

Les formes que nous avons observé au cours de cette étude sont des foraminifères benthiques et se repartissent en deux groupes suivant la nature de la paroi : ce sont des Foraminifères hyalins, des Foraminifères agglutinés.

#### **4.1.1.- Les Foraminifères à test hyalin**

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

Chez les Foraminifères à test hyalin, la muraille est traversée de perforations permettant le passage de pseudopodes : ce sont donc des Foraminifères perforés. Les groupes, dépourvus de ces perforations, sont dits Foraminifères imperforés.

#### **4.1.2.- Les Foraminifères à test agglutinés**

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

#### **4.2.- Les Ostracodes**

Les Ostracodes sont des Métazoaires, protégés par une carapace bivalve, articulée dans la région dorsale, l'animal lui-même est détruit après sa mort, seul les valves sont conservées à l'état fossile. La taille dépasse rarement 1mm.

La détermination se base sur la forme générale de la carapace et l'ornementation. Les caractères suivants devront être alors étudiés et confrontés par rapport à des diagnoses connues telles que :

- La forme générale : ovale ou réniforme, triangulaire ou quadrangulaire...
- Les extrémités (antérieure et postérieure) : pointue ou tronquée ou arrondie...
- Le bord dorsal et le bord ventral : rectiligne ou concave ou subanguleux...
- L'ornementation : cotes ou sillons ou épines ou des ponctuations...
- La charnière

Pour la classification des Ostracodes nous avons adopté celle proposée par N. GREKOFF, (1963).

#### 4.3.- Les Bryozoaires

Les Bryozoaires ou animaux mousse sont actuellement très répandus dans toutes les mers chaudes du monde. "La connaissance des Bryozoaires fossiles tend d'ailleurs de plus en plus à s'orienter non seulement vers des recherches systématique et descriptives, mais aussi vers des applications pratiques de paléobiologie et stratigraphie" EMILE BUGÉ (1952) (23).

##### Etude morphologique et structure

Les Bryozoaires sont des Métazoaires coelomates, coloniaux sauf quelques genres de la sous classe des Entoproctes. Ils sont enfermés dans une enveloppe ou zoécie de nature gélatineuse, cornée ou calcaire. L'ensemble des zoécies forme le zoarium ou colonie.

Les Bryozoaires fossiles sont connus par leur zoécie c'est-à-dire leur squelette calcaire. Ces zoécies ont des formes variables (cellule ou tube plus ou moins cylindrique). Elles sont parfois distinctes mais le plus souvent elles sont accolées (parois communes).

L'ovicelle est généralement en forme de sac ou constitue une cavité creusée dans le zoarium.

La paroi porte l'oeciostome qui est un prolongement de l'oeciopore ou orifice.

Pour la classification des Bryozoaires nous avons adopté celle de G. M. R. Levinsen, 1909, S.F. HARMER, 1915, F. BORG, 1926, 1929, R.S. BASSLER, 1934, 1937 et C.J CORI, 1941, 1942.

#### 4.4.- Les Madréporaires

C'est un seul ordre de la sous classe des Actinantides qui possède des formes fossiles. Ils peuvent être solitaires ou être coloniaux, *Diplotheophyllia* *Columactinastraea*. Le groupe est divisé entre : Tétracoralliaires, Hexacoralliaires, Tabulés.

Les Tabulés sont des formes récifales uniquement Paléozoïques de formes massives ou ramifiées

Les Tétracoralliaires sont aussi uniquement Paléozoïques caractérisés par une symétrie tétramère, les Tétracoralliaires à polypiers simples possèdent des formes discoïdes, coniques mais il existe aussi des formes coloniales.

Les Hexacoralliaires se développent à partir du Trias et sont très proches des Tétracoralliaires mis à part le nombre des cloisons qui est multiple de six. Ce sont eux qui sont les Madréporaires, Coralliaires ou coraux au sens strict.

Les types se distinguent par la forme et la texture du squelette, par leur mode de vie (solitaire ou colonial) et par leur adaptation au milieu.

#### **4.4.1.- Etude morphologique et structure**

Les généralités des madréporaires ont été rédigées par James ALOITEAU (1957) (2).

Nous définirons les termes essentiels suivants toujours d'après les descriptions de cet auteur.

Un polypierite est un individu, qui est isolé ou appartient à une colonie. Les parties molles qui recouvrent le squelette d'un polypierite constituent le polype ; le squelette de celui-ci est le polypier.

##### **a) Morphologie externe**

Pour les espèces à polypier simple la définition des formes est fondée sur la valeur de l'angle apical.

Pour les espèces coloniales les polypierites sont :

- tous libres, le polypier est fasciculé.
- tous soudés, le polypier est massif.

Les polypiers massifs peuvent être :

- Céroides (les polypierites sont, sur toute leur hauteur, unis par leur murailles)
- Plocoides (les polypierites, plus ou moins éloignés les uns des autres, sont unis par un tissu intermédiaire, qui est la périthèque)
- Thamnasterioides (les éléments radiaires sont des lames constituées de deux septes en parfaite continuité).

- Méandroides (les polypiérites sont disposés en séries, ou vallées, séparées par des élévations prononcées ou collines), les collines peuvent être saillantes, en forme de toit appelées tectiformes, ou superficielles et arrondies appelées tholiformes.

## **b) Les éléments radiaires**

Un élément radiaire est constitué de fines baguettes ou trabécules. Dans les septes elles sont parallèles à une seule même direction, disposées en séries depuis la paroi externe jusqu'à la cavité ; dans les costo-septes les trabécules sont parallèles à deux directions, disposées en système divergent.

- L'endothèque est l'ensemble des éléments transversaux, elle est constituée de planchers (lames subhorizontales) et traverses ou dissépiments (très minces lamelles) (figure B).

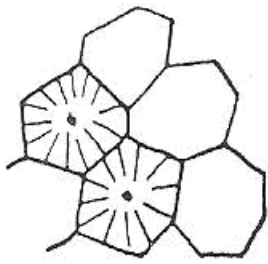
- L'exothèque

Si le polypier possède des costo-septes et une muraille située à la jonction des régions septale et costale, l'exothèque est constituée par l'ensemble des traverses mais s'il possède des septes ou costo-septes mais la muraille est plaquée sur le bord périphérique des éléments radiaires, l'exothèque est l'ensemble de ces bords externes des dissépiments.

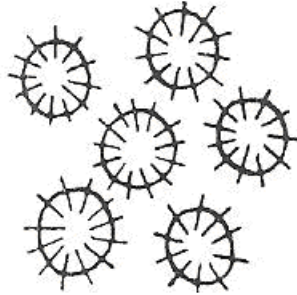
- Le périthèque : c'est l'ensemble des structures qui se sont développées entre les différents polypiérites d'une colonie.

- Le columelle est un organe axial formé par du tissu sclérenchymateux et se loge dans la cavité axiale (figure D)

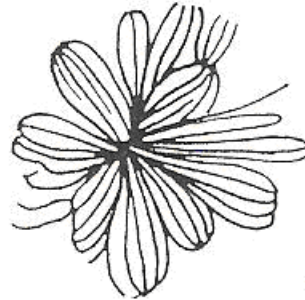
## Morphologie externe des polypiers à formes coloniales



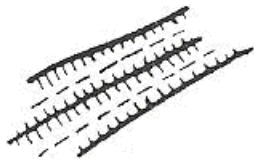
**cériode**



**plocoide**



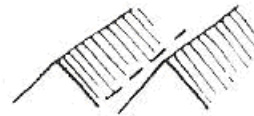
**Thamnasterioides**



**méandroïde à  
calices indistincts**

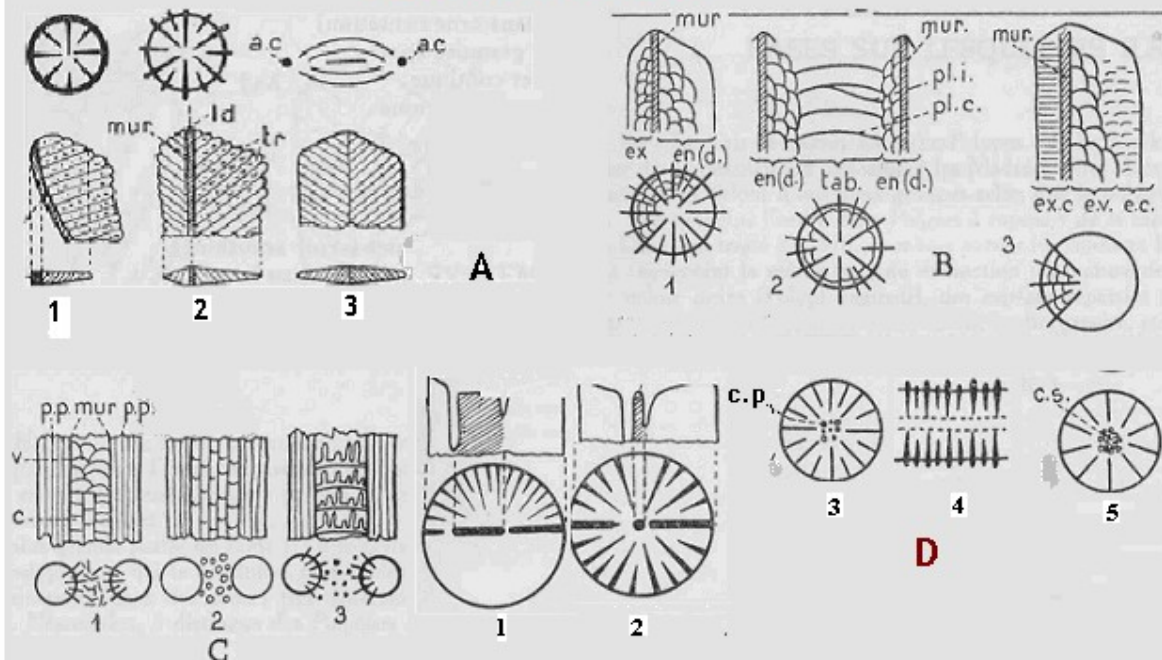


**colines tholiformes**



**colines tectiformes**

## Éléments radiaires





## **Éléments radiaires (légende)**

### **A : Type d'éléments**

- 1- septes (trabecules en série)
- 2- costo-septes (trabecules en symétrie divergent)
- 3- lame biseptale

(En haut, calice vu de dessus ; en bas, face latérale et section d'un septe)

-a.c ; axe du polypierite ; mur ; muraille

### **B :Endothèque -Exothèque**

- 1- ex- exothèque (ensemble de travers ou dissépiments exothécaux)  
en - endothèque (ensemble de travers ou dissépiments endothécaux)

En haut vue latérale ; en bas vue dans le fond d'un calice ; mur - muraille

2- end - dissépimentarium vésiculeux ; tab - tabularium ; pl.c - plancher ou tabula complet ; pl.i - plancher ou tabula incomplet. Endothèque = dissépimentarium + tabularium

3- ex.c - exothèque celluleuse ; e.v - endothèque vésiculeuse ; e.c- endothèque celluleuse

### **C : périthèque**

- 1- p.p ; polypierites (leurs éléments radiaires sont coupés longitudinalement) ;  
mur - muraille ; v - périthèque vésiculeuse ; c - périthèque celluleuse
- 2- les tubes sont traversés de plancher
- 3- périthèque tabulo-columelaire ; en haut, section longitudinale ; en bas,  
aspect de la surface dans les espace intercalicinaux.

### **D : columelle**

- 1- col- columelle lamellaire
- 2- c.s - columelle styloforme
- 3- c. p - columelle pariétale
- 4- c.s - columelle spongieuse
- 5- columelle pariétale lamellaire vue au fond d'une série calicinale

## **4.5.- Le microfaciès**

D'après J. CUVILLIER le microfaciès est l'ensemble des caractères lithologiques et paléontologiques présenté par une roche sédimentaire.

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 détails sont les suivants :

### **4.5.1.- Eléments figurés**

- 1) lithoclastes
- 2) bioclaste
- 3) phase de liaison

### **4.5.2.- 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 0,010 microns ou taille microcristalline, la phase est appelée micrite.

Pour les roches dures, deux coupes perpendiculaires sont effectuées c'est-à-dire deux lames pour chaque échantillon qui sont sur :

BEL 10A : coupe verticale de la roche de la coupe de Belavenoka BEL 10 ;

BEL 10B : coupe horizontale de la roche précédente ;

BEL 01 A : coupe verticale sur le banc dure calcaire de Belavenoka BEL 01 ;

BEL 01 B : coupe horizontale sur le banc dure calcaire de belavenoka BEL 01 ;

SAV A : coupe verticale de la couche calcaire de la coupe de Savoa SAV 10 ;

SAV B : coupe horizontale de la couche calcaire de la coupe de Savoa SAV 10.

## **5.- Critères de caractérisation des milieux de dépôts récifaux**

- Critères liés aux facteurs biologiques : dans le cas d'un profil complexe à barrière, ces critères peuvent contribuer à distinguer les zones internes par rapport au reste du profil, le rôle joué par la barrière (organismes coloniaux constructeur) permet de différencier le milieu subtidal interne (organismes spécialisés) du milieu marin ouvert ainsi que la protection de la côte contre l'action des vagues.

- Critères liés aux facteurs physiques (dynamisme des eaux) estimés en général en fonction de la taille, de la densité et de l'angularité des grains d'une part et de la présence ou non des matériaux fins d'autre part.

## DEUXIEME PARTIE : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

### 1.- Résultats

#### 1.1.- Résultat sur la lithologie

Les figures 1 et 2 suivantes montrent respectivement les coupes lithologiques de Savoa et de Belavenoka.

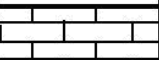


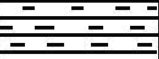

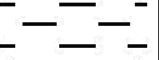
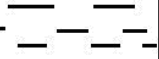

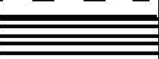

Niveau	Epaisseur (cm)	LOG	Description lithologique
SAV 10	171		Calcaires
SAV 09	161		Grès fins avec lits noirs
SAV 08	147		Marne et argile
SAV 07	135		Marne à Lamellibranches
SAV 06	95		Argile schisteuse
SAV 05	45		Grès et argile
SAV 04	38		Argile schisteuse
SAV 03	28		Grès de couleur jaune
SAV 02	20		Argile schisteuse
SAV 01	10		Grès grossiers de couleur rouge
	0		

Fig-1 : COUPE DE SAVOA

COORDONNEES LABORDE : X=202.5, Y=353.5

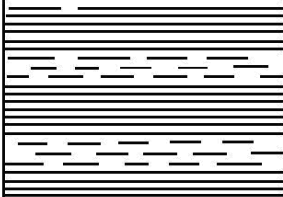
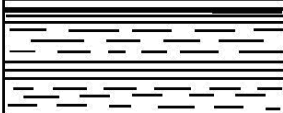
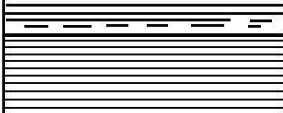
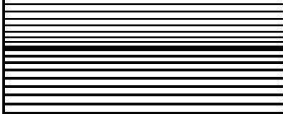

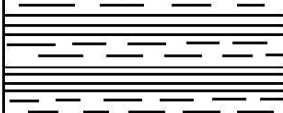



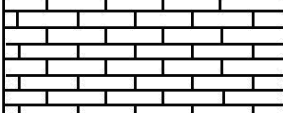
Niveau	Epaisseur (cm)	LOG	Description lithologique
BEL 10	346		Argiles marneuses de couleur gris blanche
BEL 09	301		Argiles et marnes
BEL 08	273		Argiles de couleur verdâtre
BEL 07	245		Argiles de couleur bleue
BEL 06	210		Marnes et argiles jaune
BEL 05	160		Marnes a débris de Lamellibranches
BEL 04	110		Calcaires à Lamellibranches
BEL 03	80		Marnes de couleur gris blanche
BEL 02	60		Argiles de couleur jaune
BEL 01	10 0		Banc calcaire dure

Fig-2 : COUPE DE BELAVENOKA  
COORDONNES LABORDE : X=202.7, Y=351.7

La coupe de Savoa est constituée de bas en haut, par des grès grossiers d'Isalo II, une succession d'argile schisteuse à Bryozoaires et des grès, les marnes à débris de Lamellibranches sont surmontées par des grès fins à lits noirs, le sommet de cette formation est du calcaire à lumachelle à Brachiopodes et Lamellibranches (SAV 10), ce phénomène implique qu'il y aurait eu une transgression marine recouvrant le faciès continental d'Isalo II.

Pour la coupe de Belavenoka : elle est constituée de bas en haut par un banc dur de calcaire qui est une micrite à Ostracodes en lame mince (BEL 01A), puis une couche d'argile jaune et marne gris blanc, une autre couche calcaire qui est très riche en Lamellibranches, les marnes à débris de Lamellibranches suivent la couche calcaire et la coupe se termine par une succession d'argiles et argiles marneuses. Cela implique aussi que la mer pourrait être plus profonde que celle du Savoa.

## 1.2.- Résultats paléontologiques

### 1.2.1.- Les Foraminifères

Pour les Foraminifères à test hyalin nous avons identifié dix sept formes qui se répartissent dans les niveaux SAV 06 à SAV 09, deux genres de *Textularia* représentent les agglutinés dans le niveau SAV 09. Les sédiments venant de Belavenoka ne renferment pas des Foraminifères.

#### - Analyse systématique et descriptive

<u>Règne</u>	: ANIMAL
<u>Embranchement</u>	: PROTOZOAIRE
<u>Sous embranchement</u>	: RHIZOPODES
<u>Classe</u>	: GRANULO RETICULOSA
<u>Ordre</u>	: FORAMINIFERIDA : E.CHWALD, 1830

<u>Sous ordre</u>	: ROTALIINA : DELACE, HEROUARD, 1896
<u>Super famille</u>	: NODOSARIACEA EHENBERG, 1838
<u>Famille</u>	: NODOSARIIDAE EHENBERG, 1838

Sous famille : NODOSARIINAE EHENBERG, 1838

Genre : *Lenticulina*, LAMARCK, 1804

Espèce : *sp.*  
(Pl. I Fig. 7)

Description:

- test hyalin,
- forme planispiralée involute,
- loges nombreuses,
- présence de carène,
- suture en relief fin venant se souder autour de l'ombilic,
- ouverture radiée.

Répartition stratigraphique : Permien -Actuel

Gisement : SAV 08, 09

Genre : *Lenticulina*

Espèce: *sculpta*: MITJANINA, 1955

(Pl. I Fig. 2)

Description

- test hyalin,
- suture profondément et obliquement excavée sur le bord inférieur,
- crête hélicoïdale péri ombilicale très prononcée,
- test comprimé, pourvu d'une carène tranchante,
- face orale étroite et renflée,
- ouverture radiée,
- le nombre de loges est 9 à 10.

Répartition stratigraphique : Bathonien supérieur- Oxfordien

Gisement : SAV 09

Genre:*Lenticulina*

Espèce : *subalatiformis* : DAIN, 1947, MAMONTOVA, 1957

(Pl. I Fig. 1)

Description

- test hyalin,
- suture en fort relief partant d'un disque ombilical massif, et peu déprimé
- test moyennement involute et caréné,
- face ombilicale haute,
- Ouverture radiée,
- le nombre de loges est de 09 à 10.

Répartition stratigraphique : Bathonien supérieur- Kimméridgien

Gisement : SAV 08, 09

Genre : *Leticulina*

Espèce : *quenstedti* GUMBEL, 1862

(Pl. I Fig. 3)

Description

- test hyalin,
- le nombre de loge est égal à 09,
- enroulement planispiralé involute,
- loges non en chevrons,
- ouverture radiée,
- suture en relief venant se souder autour de l'ombilic,
- présence de carène et de granulations.

Répartition stratigraphique : Bajocien - Kimméridgien

Gisement : SAV 05, 08

Genre : *Nodosaria*, LAMARCK, 1812

Description

- test hyalin,
- forme rectiligne,
- surface ornée des côtes longitudinales fines,
- sutures horizontales déprimées,
- ouverture terminale radiée,
- forme allongée subcylindrique.

Répartition stratigraphique : Jurassique -Crétacé

Gisement : SAV 09



Super famille : LANGENIDEA  
Famille : LANGENIDAE SCHULTZE, 1854  
Sous famille : LANGENINAE  
Genre : *Astacolus* de MONTFORT, 1808  
(Pl. I Fig. 9)

Description

- test hyalin,
- enroulement involute,
- formes arquées et carénées,
- loges croissantes séparées par des crêtes suturales fines arquées déprimées,
- ouverture à l'extrémité d'un col.

Répartition stratigraphique : Jurassique supérieur -Crétacé

Gisement : SAV 09

Genre : *Planularia*  
(Pl. I Fig. 8)

Description

- test hyalin,
- pluriloculaire,
- enroulement involute puis forme déroulée,
- sutures fortement inclinées,
- ouverture en fente.

Répartition stratigraphique : Trias -Actuel

Gisement : SAV 09

Famille : DISCORBIDAE  
Sous famille : DISCORBINAE  
Genre : *Eponides*  
Espèce : *repandus*  
(Pl. I Fig. 4)

Description

- test hyalin,
- pluriloculaire,
- enroulement trochospiralé,

- ouverture en fente qui se réduit à une position antéromarginale de longueur limitée entre l'ombilic et la périphérie,
- pas de dépression ombilicale.

Répartition stratigraphique : Jurassique -Actuel

Gisement : SAV 09

Super famille : CASSIDULINACEA D'ORBIGNY, 1839

Famille : ANOMALINIDAE D'ORBIGNY, 1927

Sous famille : ANOMALININAE CUSHMAN, 1927

Genre : *Cibicidoides sp1* (Pl. I Fig. 5)

Description

- test hyalin,
- enroulement trochospiralé,
- pluriloculaire,
- ouverture en fente arquée.

Répartition stratigraphique : Jurassique - Actuel

Gisement : SAV 08

Genre : *Cibicidoides sp2*

Description

- test hyalin,
- enroulement pseudo planispiralé,
- forme involute,
- ouverture ombilicale,
- pluriloculaire.

Répartition stratigraphique : Jurassique- Actuel

Gisement : SAV 06, 07, 09

Sous ordre : TEXTULARIINA : DELACE HEROUARD 1896

Super famille : LITUOLACEA : DE BLAINVILLE, 1825

Famille : TEXTULARIIDAE : EHRENBURG, 1838

Sous famille : TEXTULARIINAE : EHRENBURG, 1838

Genre : *Textularia* : DEFRANCE, 1824  
(Pl. I Fig. 6)

Description

- test agglutiné,

- forme triangulaire,
- pluriloculaire,
- loges bisériées de taille croissante,
- sutures oblique et déprimées,
- ouverture a la basse de la dernière loge.

Répartition stratigraphique : Devonien-Actuel

Gisement : SAV 09

## 2) Tableau de répartition des Foraminifères dans chaque niveau

Niveau	SAV09	SAV08	SAV07	SAV06	SAV05
Genre					
<i>Lenticulina sp</i>	X	X			
<i>Lenticulina sculpta</i>	X				
<i>L .subalatiformis</i>	X	X			
<i>L .quenstedti</i>		X			X
<i>Eponides repandus</i>	X				
<i>Cibicidoides sp2</i>	X		X	X	
<i>Planularia</i>	X				
<i>Astacolus</i>	X				
<i>Textularia</i>	X				
<i>Cibicidoides sp1</i>		X			
<i>Nodosaria</i>	X				

## 3) Tableau de répartition des genres dans chaque famille

Famille	Genre
Nodosaridae	<i>Lenticulina sp</i> <i>L. sculpta</i> <i>L. subalatiformis</i> <i>L. quenstedti</i> <i>Nodosaria</i>
Langenidae	<i>Astacolus</i> <i>Planularia</i>
Anomalinidae	<i>Cibicidoides sp1</i> <i>Cibicidoides sp2</i>
Discorbidae	<i>Eponides repandus</i>
Textularidae	<i>Textularia</i>

### 1.2.2.- Les Ostracodes

Nous avons trouvé trois familles des Ostracodes dont : Cytheridae avec le genre *Cytheroloidaea* dans le niveau BEL 09 et BEL 10, Bairdidae avec le genre *Bairdia* dans la couche SAV 08 de Savoa, le genre *Progonocythere* dans les couches BEL 08, BEL 09 et le genre *Majungaella* dans les couches SAV 03 et BEL 08 représentent les Cytheridae.

#### -Analyse systématique et descriptive

Embranchement : ARTHROPODES  
Classe : CRUSTACES  
Ordre : OSTRACODES  
Sous ordre : PODOCOPA : SARS, 1866  
Famille : CYTHERELLIDAE : SARS, 1866  
Genre : *Cytherelloidea*  
Espèce : *ipis*  
(Pl. II Fig. 3)

#### Description :

- forme subrectangulaire,
- charnière anodonte,
- surface en général lisse pourvue de ponctuations,
- bord dorsal rectiligne,
- bord ventral légèrement concave,
- extrémités arrondies.

Répartition stratigraphique : Trias - Crétacé

Gisement : BEL 07, 09, 10

Superfamille : BAIRDIACEA : SARS, 1888  
Famille : BAIRDIIDAE : SARS, 1888  
Genre : *Bairdia* : M'COY, 1844  
(Pl. II Fig. 5)

Description :

- forme subovale,
- surface lisse,
- charnière anodonte,
- bord dorsal et bord ventral convexes,
- valve gauche plus grand que la valve droite,
- extrémité antérieure arrondie,
- extrémité postérieure anguleuse.

Répartition stratigraphique : Silurien moyen- Actuel

Gisement : SAV 03, BEL08

Super famille : CYTHERACEA BAIRD 1850

Famille : CYTHERIDAE BAIRD 1850

Sous famille : PROGONOCYTHERINAE SYLVESTER-BRADLEY1948

Genre: *Majungaella*

Espèce: *nematis*

(Pl. II Fig. 1)

Description :

- carapace relativement allongée, couverte d'un réseau de réticulation dorso rayonnant, le réseau est parallèle et arrondi dans le quart inférieur des valves,
- bord dorsal et bord ventral bombés,
- extrémité antérieure arquée,
- extrémité postérieure pointue,
- charnière entomodonte.

Répartition stratigraphique : Jurassique -Crétacé

Gisement : BEL 09, 10, SAV 08

Genre : *Progonocythere*

Espèce : *polonica*

(Pl. II Fig. 2)

Description :

- forme de grande taille,

- charnière entomodonte,
- surface ponctuée et présentant une faible dépression antérieure et postérieure,
- bord dorsal convexe,
- bord ventral plus ou moins rectiligne,
- extrémité intérieure arrondie,
- extrémité postérieure anguleuse.

Répartition stratigraphique : Bajocien - Bathonien inférieur

Gisement : BEL 08, 09

Genre : *Progonocythere*

Espèce: *juglandica malgachica*

(Pl. II Fig. 4)

Description :

- profil plus ou moins allongé,
- charnière entomodonte,
- la valve gauche est plus grande que la valve droite et la dépasse au bord dorsal, le bord dorsal est rectiligne avec un angle postéro- dorsal net à la valve droite et moins net à la valve gauche,
- en vue dorsale, les zones marginales sont moins comprimées et moins larges,
- l'extrémité antérieure est arrondie dans deux tiers inférieurs, obliquement tronquée aux tiers supérieurs,
- l'extrémité postérieure de la valve droite est nettement tronquée,
- la surface est couverte de costulations (2 ou 3 côtes) disposées plus ou moins parallèlement au bord ventral des parties inférieures et supérieures des valves. 2 ou 3 autres côtes, rayonnantes à partir du milieu vers le bord dorsal,
- la surface des valves est couverte d'un réseau de mailles irrégulières d'aspect "dorso- rayonnant".

Répartition stratigraphique : Bajocien - Bathonien

Gisement : BEL 08, 09.

#### 4) Tableau de répartition des Ostracodes dans chaque niveau

Niveau	BEL10	BEL09	BEL08	BEL07	SAV08	SAV03
Genre						

<i>Cytheroloidea ipis</i>	X	X		X		
<i>Progonocythere polonica</i>		X	X			
<i>Majungaella nematis</i>	X	X	X		X	
<i>Progonocythere j. malgachica</i>		X	X			
<i>Bairdia</i>			X			X

### 1.2.3.- Les Bryozoaires

Quatre familles de Bryozoaires ont été trouvées dont les Theonoidae avec le genre *Multitubigera* dans le niveau SAV 07, les Entrophoridae avec le genre *Dendroeciae* dans le niveau SAV 05 et *Mesenteripora* dans le niveau BEL 07 et SAV 05, les Heteroporidae avec le genre *Neuropora* et enfin les Monticuliporidae avec le genre *Monticuliporina* qui est dans le niveau SAV 05.

La plupart des Bryozoaires ont été trouvés dans les sédiments venant de Savoa, seul le genre *Mesenteripora* a été trouvé dans les sédiments de Belavenoka.

-analyse systématique et descriptive

<u>Embranchement</u>	: VERMINIDES
<u>Classe</u>	: BRYOZOA. EHRENBERG, 1831
<u>Sous classe</u>	: ECTOPROCTA NITSCHKE, 1869
<u>Superordre</u>	: STENOLAEMATA BORG, 1926
<u>Ordre</u>	: CYCLOSTOMATA BUSK, 1852
<u>Sous ordre</u>	: TUBULOPORINA MILNE-EDWARDS, 1826 HANGENOW, 1851
<u>Famille</u>	: THEONOIDAE BUSK, 1859
<u>Genre</u>	: <i>Multitubigera</i> (Pl. III Fig.1)

#### Description :

- la colonie est encroûtante, elle est érigée et d'aspect variable : subcylindrique ou massive,
- les zoécies sont groupées en faisceaux rayonnants,
- l'ovicelle est subtriangulaire,

-l'oeciostome est un petit tube antérieur et médian.

Répartition stratigraphique : Aalénien supérieur -Actuel.

Gisement : SAV 06

Famille : ENTALOPHORIDAE REUSS, 1869

Genre : *Dendroecia* (Pl. III Fig.3)

Description :

- les zoarium sont rameux et les rameaux sont cylindriques,
- les zoécies sont étroitement accolées,
- ovicelle est rameuse qui porte l'oeciostome au milieu.

Répartition stratigraphique : Jurassique - Actuel

Gisement : SAV 04

Genre : *Mesenteripora* (Pl. III Fig. 4)

Description :

- la colonie est encroûtante elle devient érigée, parfois réticulée
- les zoécies ont une longueur apparente
- la paroi zoéciale externe à une forme subhexagonale à contours saillants,
- ovicelle subtriangulaire généralement allongée,
- oeciostome est un petit tube antérieur et médian.

Répartition stratigraphique : Jurassique - Actuel

Gisement : SAV 04, BEL 04

Sous ordre : CERIOPORINA HAGENOW, 1851

Famille : HETEROPORIDAE WATERS, 1880

Genre : *Neuropora* (Pl. III Fig. 2)

Description :

- la colonie est encroûtante et unilamellaire,
- elle est rameuse à rameau cylindrique
- les zoécies apparaissent en surface comme des polygones.

Répartition stratigraphique : Trias- Actuel

Gisement : SAV 06



Famille : MONTICULIPORIDAE

Genre : *Monticuliporina*

Description :

- le zoarium est érigé,
- l'ovicelle est une vésicule très allongée,
- l'oeciostome est tubulaire et saillant.

Répartition stratigraphique : Bathonien - Crétacé

Gisement : SAV 04

5) tableau de répartition des genres dans chaque famille

Famille	THEONOIDAE	ENTOPHORIDAE	HETEROPORIDAE	MONTICULIPORIDAE
Genre	<i>Multitubigera</i>	<i>Dendroecia</i> , <i>Mesenteripora</i>	<i>Neuropora</i>	<i>Monticulipora</i>

#### 1.2.4.- Les Algues

Les Algues sont observées dans les lames minces effectuées sur les roches calcaires de Belavenoka représentées par et le genre *Girvanella*.

Famille : CYANOPHYCEES

Genre : *Girvanella*

Description :

- Tubes circulaires en section, qui sont apparemment de simples cylindres,
- diamètre entre 0,046 à 0,057mm en moyenne 0,055mm,
- le tube est formé de fine particule de calcite,
- de couleur noire,
- thalle composé de filaments tubulaires,
- paroi dépourvu de partition et perforation.

Répartition stratigraphique : Dévonien - Crétacé

Gisement : Belavenoka BEL 10 A

#### 1.2.5.- Les Madréporaires

Sept colonies des Madréporaires ont été identifiés, tel que: le genre *Diplotheophyllia*, *Connestastraea*, *Astrocaenia*, *Solenastraea*, *Ebraya*, *Uxacalcaraea* et *Siderastraea*.

-Analyse systématique et descriptive

Embranchement : COELENTERES  
Classe : ANTHOZOAIRIES, ou ANTHOZOA EHRENBURG, 1834  
Sous classe : ACTINANTIDES  
Ordre : MADREPORAIRIES MADREPORARIA  
Famille : STYLINIDAE D' ORBIGNY, 1851  
Genre : *Diplotheconophyllia*  
(Fig. 4 Pl. V)

Description :

- les polypierites sont soudés,
- le polypier est massif et méandroïde en lame épaisse (polypierite disposé en vallées longues ou ondulées),
- la colline est tholiforme.

Gisement : BEL 10

Famille : AMPHIASTRAEIDAE. OGILVIE VAUGHAN ETWELLS  
Genre : *Connestastrea*  
(Fig.5 Pl. V)

Description :

- les polypierites sont soudés,
- le polypier est massif et thamnastéroïde (polypierites directement unis entre eux par une muraille commune),
- le mode d'union des polypierites indique une muraille.

Répartition stratigraphique : Dogger - Crétacé inférieur

Gisement : BEL10

Famille : ACTINASTRAEIDAE  
Genre : *Columactinastrea* (Fig. 6 pl. V)

Description :

- les polypierites sont soudés,
- le polypier est massif et cérioides,
- surface calcifiée subplane,

- les calices sont polygonaux et unis directement par leur muraille,
- les éléments radiaires sont des septes libres épais inégaux.

Gisement : SAV 10

Famille : STYLOCAENIIDAE

Genre : *Astrocaenia*

Description :

- les polypiérites sont soudés,
- le polypier est massif et cérioides,
- les éléments radiaires sont des costo-septes,
- les trabecules sont disposées en un système divergent,
- le calice a de petit diamètre.

Gisement : SAV 10

Famille : HELIASTRAEIDAE

Genre : *Solenastraea*

(Fig. 1 Pl. V)

Description :

- les polypiérites sont soudés,
- le polypier est massif et cérioides,
- les éléments radiaires sont des costo-septes à perforation peu profond.

Gisement : BEL 10

Sous ordre : FUNGIIDA

Genre : *Ebraya*

Description :\_\_

- les polypiérites sont soudés,
- les colonies sont massives et plocoides,
- des calices généralement subpolygonaux, allongés et plus ou moins étranglés,
- les éléments radiaires sont des costo-septes compacts.

Répartition stratigraphique : Bajocien -Actuel

Gisement : BEL10

Famille : HAPLARAEIDAE  
Genre : *Plesiastraeopsis*  
(Fig. 7 Pl. V)

Description :

- les polypiérites sont soudés,
- le polypier est massif et plocuide,
- les polypiérites sont unis par une périthèque très développée constituée de côtes larges et transverses,
- les calices sont généralement allongés et profonds,
- les éléments radiaires sont des costo-septes parfaitement compacts,
- l'endothèque est constituée de traverses endothécales.

Gisement : BEL10

Famille : SYNASTRAEDAE  
Genre : *Uxacalcaraea*  
(Fig. 2 Pl. V)

Description :

- les polypiérites sont soudés,
- le polypier est massif et thamnasterioides, il est aussi encroutante et allongé,
- les calices sont assez profonds,
- tous les septes sont bien développés.

Gisement : BEL10

Famille : SIDERASTREIDAE  
Genre : *Siderastrea*  
(Fig. 3 Pl. V)

Description :

- les polypiérites sont soudés,
- les colonies sont encroûtantes à massives et cérioides,
- les éléments radiaires sont des septes étroitement compacts.

Gisement : BEL10

6) Tableau de répartition de genre dans chaque famille

Familles	Genre
SIDERASTREIDAE	<i>Siderastrea</i>
SYNASTRAEDAE	<i>Uxacalcaraea</i>
HELIASTRAEIDAE	<i>Solenastrea</i>
STYLOCAENIIDAE	<i>Astrocaenia</i>
ACTINASTRAEIDAE	<i>Columactinastraea</i>
AMPHIASTRAEIDAE	<i>Connestastraea</i>
STYLINIDAE	<i>Diplotheconophyllia</i>
HAPLARAEEIDAE	<i>Plesiastreaopsis</i>
Sous ordre : FUNGIIDA	<i>Ebraya</i>

### 1.2.6.- Les Lamellibranches

Les Lamellibranches que nous avons trouvés sont très difficiles à déterminer car ils sont incrustés par des calcaires, M. COLLIGNON a pu déterminer quelques genres avec *Trigonia tenuicostata*, *Nerina*, *Perna*, *Pteroperna*, *Astarte*.

### 1.3.- Résultats sur le microfaciès

Après l'observation des lames mince sur une loupe binoculaire nous avons trouvé les éléments suivants :

BEL 10A - bioclaste : *Girvanella*, piquants d'Echinodermes en section transversale, section transversale des coquilles de bivalves,

- lithoclaste : cristaux de calcite.

Le microfaciès est une micrite à *Girvanella*, Echinodermes et Lamellibranches.

BEL 10B - bioclaste : Bryozoaires nous avons trouvé le zoécie et les fragments sont en section transversales,

- lithoclaste : calcite entourant les pores remplis de ciment micritique.

Le microfaciès est donc une micrite à Bryozoaires.

BEL 01 A - bioclaste : la lame montre de coquille d'Ostracodes complètes, avec leur deux valves remplies par un ciment micritique.

Le faciès est une micrite à Ostracodes.

SAV A - bioclaste : microgasteropodes coupés longitudinalement, fragments coquilliers allongés des Lamellibranches,

- le ciment est une sparite : les moules des coquilles sont occupés par des cristaux de calcite.

Le microfaciès est une sparite à Gastéropodes et Lamellibranches.

SAV B- bioclaste : fragments des Brachiopodes et Lamellibranches,

- de nombreux mollusques constitués originellement d'aragonite sont présentés sous forme de moulage ; l'aragonite dissoute pendant la diagenèse laisse un moule qui sera remplie ultérieurement par un ciment sparitique.

Le microfaciès est donc une sparite à Brachiopodes et Lamellibranches.

L'observation sur les lames minces nous a permis de dresser le tableau ci-dessous.

#### 7) Tableau du microfaciès

Echantillons	Phase de liaison	Eléments figurés
BEL 10 A	La matrice de la roche est un ciment micritique	- Algues : <i>Girvanella</i> - nombreux piquants d'Echinodermes en section transversale - section des coquilles de bivalves
BEL 10 B	La matrice de la roche est un ciment micritique	- débris des Bryozoaires
BEL 01 A	La matrice de la roche est un ciment micritique	- grande valve d'Ostracode
SAV A	La matrice de la roche est un ciment sparitique	- microgasteropodes - Brachiopodes et Lamellibranches
SAV B	La matrice de la roche est un ciment sparitique	- fragments des Brachiopodes et Lamellibranches.

L'observation sur la loupe binoculaire nous a permis de donner ces conclusions :

- BEL 10 A : Le microfaciès est de micrite à *Girvanella* et Echinodermes ;
- BEL 10 B : Le microfaciès est donc une micrite à Bryozoaires ;
- BEL 01 A : Le microfaciès est une micrite à Ostracodes ;
- SAV A : Le microfaciès est une sparite à Gastéropodes et Lamellibranches ;
- SAV B : Le microfaciès est donc une sparite à Brachiopodes et Lamellibranches.

Aussi bien sur les lames minces que dans les résidus de lavage, les sédiments de SAVOA et BELAVENOKY contiennent de nombreux fossiles qui sont résumés dans le tableau suivant.

#### 8) Tableau de répartition des genres étudiés

Lamellibranches déterminée par E. BASSE	Foraminifères	Ostracodes	Coelenteres	Algues	Bryozoaires
<i>Trigonia tenuicostata</i>	<i>Lenticulina sp</i>	<i>Cytheroloidea ipis</i>	<i>Siderastrea</i>	<i>Girvanella</i>	<i>Multitubigera</i>
<i>Nerina</i>	<i>Lenticulina sculpta</i>	<i>Progonocythere polonica</i>	<i>Uxacalcaraea</i>		<i>Dendroecia</i>
<i>Perna</i>	<i>L. subalatiformis</i>	<i>Majungaella</i>	<i>Plesiastraeopsis</i>		<i>Mesenteripora</i>
<i>Pteroperna</i>	<i>L. quenstedti</i>	<i>Progonocythere j. malgachica</i>	<i>Ebraya</i>		<i>Neuropora</i>
<i>Astarte</i>	<i>Eponides repandus</i>	<i>Bairdia</i>	<i>Astrocaenia</i>		<i>Monticuliporina</i>
	<i>Eponides sp</i>		<i>Solenastraea</i>		
	<i>Cibicidoides</i>		<i>Columactinastraea</i>		
	<i>Planularia</i>		<i>Connestastraea</i>		
	<i>Astacolus</i>		<i>Diplotheophyllia</i>		
	<i>Textularia</i>				



Fig.3

## 9) Répartition des espèces étudiées dans chaque couche suivant les localités

## a) Localité de Savoa

N° de couche	Genre et espèce	Répartition stratigraphique	Localité
SAV 09	<i>Lenticulina sp</i> <i>L. sculpta</i> , <i>L. subalatiformis</i> <i>Eponides repandus</i> <i>Eponides sp</i> <i>Cibicidoides</i> <i>Planularia</i> <i>Astacolus</i> <i>Textularia</i>	Permien - Actuel Bathonien - Oxfordien Bathonien - Kimméridgien Jurassique - Actuel Jurassique - Actuel Jurassique - Actuel Trias - Actuel Jurassique supérieur-Crétacé Dévonien - Actuel	Savoa
SAV 08	<i>Lenticulina quenstedti</i> <i>Lenticulina subalatiformis</i> <i>Cibicidoides</i>	Bajocien - Kimméridgien Bathonien - Kimméridgien  Jurassique - Actuel	Savoa
SAV 07	<i>Cibicidoides</i> <i>Bairdia</i> <i>Majungaella</i>	Jurassique - Actuel Silurien - Actuel Jurassique - Crétacé	Savoa
SAV 06	<i>Neuropora</i> <i>Multitubigera</i> <i>Cibicidoides</i>	Trias - Actuel Aalénien - Actuel Jurassique - Actuel	Savoa
SAV 05	<i>Lenticulina quenstedti</i>	Bajocien - Kimméridgien	Savoa
SAV 04	<i>Dendroecia</i> <i>Moticulipora</i> <i>Mesenteripora</i>	Jurassique - Actuel Bathonien - Actuel Jurassique - Actuel	Savoa

## b) Localité de Belavenoka

N° couche	Genre et espèce	Répartition	Localité
-----------	-----------------	-------------	----------

		stratigraphique	
BEL 10	<i>Cytheroloidea</i> <i>Majungaella</i>	Trias -Crétacé Jurassique- crétacé	Belavenoka
BEL 09	<i>Majungaella</i> <i>Cytherolloidea</i> <i>Progonocythere</i> <i>polonica</i> <i>Progonocythere j.</i> <i>malgachica</i>	Jurassique- crétacé Trias -Crétacé Bajocien-Bathonien Bajocien-Bathonien	Belavenoka
BEL 08	<i>Progonocytheres j.</i> <i>malgachica</i>	Bajocien-Bathonien	Belavenoka
BEL 07	<i>Cytherelloidea ipis</i>	Trias - Crétacé	Belavenoka
BEL 06	<i>Mesenteripora</i> <i>verticellata</i>	Jurassique - Actuel	Belavenoka

## 2.- Interprétation des groupes étudiés

### 2.1.- Les microfossiles

Des comparaisons seront faites par rapport aux microfossiles rencontrés dans le bassin de Morondava et dans le bassin de Majunga pour la même période. En effet beaucoup de travaux ont été faits dans le bassin de Majunga sur les Foraminifères par J. ESPITALIE et J. SIGAL (1963) du Jurassique supérieur et Néocomien et sur les Ostracodes par GREKOFF (1963) du Bathonien - Valanginien.

#### 2.1.1.- Les Foraminifères

Les formes rencontrées sont des Foraminifères benthiques à test hyalin, sauf le genre *Textularia* qui représente les agglutinés. Dans le gisement étudié on constate la dominance de la famille des Nodosaridae : genre *Lenticulina*, Anomalinidae, genre *Cibicidoides*. La majorité des genres rencontrés fréquentent le niveau SAV 09, c'est-à-dire qu'il est le milieu favorable pour eux. Le nombre des Foraminifères diminue jusqu'au niveau SAV 05. Il faut remarquer que les niveaux SAV 01, 02 et 03 n'ont livré aucun fossile. Quelques Foraminifères rencontrées à Savoa sont déjà observées par J. ESPITALIE et J. SIGAL (1963) (24) dans le bassin de

Majunga comme le genre : *Lenticulina sculpta*, *Lenticulina subalatiformis*, *Astacolus*. L'abondance des Foraminifères benthiques pourrait confirmer qu'ils se développaient dans un milieu peu profond non loin de la côte ; ce milieu pourrait être la zone subtidal.

### 2.1.2.- Les Ostracodes

Nous avons reconnu dix-sept formes appartenant aux familles Cytherellidae, Bairdidae, Cytheridae. Parmi les Cytheracea il faut noter la prédominance du groupe Progonocytherinae tel que le genre *Progonocythere*, ce genre est bien représenté à Madagascar dans les formations du Jurassique (GREKOFF, 1963) (20) et aussi à Belavenoka ; pour le genre *Progonocythere juglandica* (décrit dans le Bathonien d'Angleterre par JONES 1884), GREKOFF avait même cru reconnaître dans le Bajocien et Bathonien de Madagascar une sous espèce de celle-ci : *Progonocythere juglandica malgachica* qui est aussi rencontrée dans notre matériel d'étude, ils fréquentent le niveau BEL 08 et BEL 09 du site Belavenoka.

Le genre *Majungaella* décrit par GREKOFF (1963) dans le bassin de Majunga est observé dans le sédiment de Savoa SAV 07 et de Belavenoka BEL 09 et BEL 10. Le site de Belavenoka contient à peu près les mêmes formes d'Ostracodes que celle du bassin de Majunga à savoir *Majungaella*, *Progonocythere malgachica*, *Cythereoidea*. L'abondance des Ostracodes dans le gisement de Belavenoka prouvait que ce site aurait été plus profond par rapport à Savoa.

10) Tableau de répartition des Foraminifères benthique et des Ostracodes dans les deux Bassins

Foraminifères et Ostracodes	Bassin de Morondava		Bassin de Majunga
	Savoa	Belavenoka	
<i>Lenticulina sp</i>	X		X
<i>Lenticulina sculpta</i>	X		X
<i>L .subalatiformis</i>	X		X
<i>L .quenstedti</i>	X		X
<i>Eponides repandus</i>	X		
<i>Eponides sp</i>	X		
<i>Cibicidoides sp2</i>	X		
<i>Planularia</i>	X		X
<i>Astacolus</i>	X		X
<i>Textularia</i>	X		X
<i>Cibicidoides sp1</i>	X		
<i>Cytheroloidea ipis</i>		X	X
<i>Progonocythere polonica</i>		X	X
<i>Majungaella nematis</i>	X	X	X
<i>Progonocythere j. malgachica</i>		X	X
<i>Bairdia</i>	X	X	X

### 2.1.3.- Les Bryozoaires

La plus part des colonies sont encroûtantes, les plus fragiles sont brisées mais leurs surfaces sont en général bien conservées.

Les bryozoaires nous fournissent de précieuses indications sur les conditions de dépôt des couches qui les renferment. C'est dans les faciès calcaires ou sablo-calcaires que se rencontrent les plus grandes accumulations des ces animaux.

L'abondance des Bryozoaires pourrait être également liée pour une grande part à certaines conditions du milieu marin par exemple l'oxygénation importante de l'eau, la plus grande partie des Bryozoaires actuels vit de 10 à 500m.

Quelques genres se développent dans un milieu à profondeur entre 50 et 100 mètres, dans une eau claire où circulent des courants modérés. WALTER (1972) (51) par exemple le genre *Mesenteripora*, *Dendroecia* et *Multitibugeria*.

### 2.2.- Les Madréporaires

Ces sont des organismes constructeurs du récif, les polypiers constituent les squelettes calcaires qui peuvent se fossiliser. Sur les Madréporaires fossiles quelques observations doivent être signalées :

- la diversité de la forme coloniale massive qui implique une tendance évolutive chez les Madréporaires c'est-à-dire le passage des formes simples vers les formes coloniales, J. ALOITTEAU (1957) (2) a démontré avec les Madréporaires du bassin parisien tous les intermédiaires entre les polypiers solitaires et coloniaux ;
- la diversité de la structure de la colonie c'est-à-dire céroïde ou Thamnasterioides ou Méandroides ;
- l'exigence écologique et géographique bien déterminée caractérisant les milieux récifaux et le faciès corallien ;
- la colonie récoltée à Savoa est seulement représentée par le genre *Astrocaenia* et *Columactinastraea*, alors que le site de Belavenoka renferme le plus grand nombre de Madréporaires ; cela pourrait être due à la variation de profondeur dans les deux localités.

Les Madréporaires sont récoltés sur la partie supérieure des affleurements dans le site de Savoa et de Belavenoka.

### **2.3.- Microfaciès**

D'après les résultats constatés sur les lames minces, nous pourrions dire que le microfaciès micritique prouvait un niveau de la mer profond et un milieu agité dans le gisement de Belavenoka, par contre le microfaciès sparitique confirmait la profondeur plus faible et calme à Savoa.

## **3.- Informations paléoécologiques**

### **3.1.- Paléoécologie**

La Paléoécologie est une branche de la géologie historique qui se consacre à l'étude et la compréhension des relations entre les organismes disparus et leurs milieux de vie (IMBRIE et NEWELL 1964), elle se préoccupe des conditions de vie des êtres anciens. Les informations sédimentaires et le lithofaciès permettent de comprendre ce qui s'est passé au moment du dépôt. C'est à partir de l'étude de l'écologie actuelle qu'on extrapole la paléoécologie et qu'on reconstitue les

biotopes du passé. C'est un raisonnement qui se fonde sur le principe de l'Actualisme, " Le présent est la clé du passé" (JAMES HUTTON).

Nous abordons l'étude paléoécologique sur la connaissance des Madréporaires ou Scléractiniaires qui sont fondés à la zone euphotique. D'après l'exigence des Sclerantinaires actuels de ce type SCHUNMACHER (1977) (46), CHEVALIER (1987) (15), la conclusion qui s'impose est que le récif de SAVOA et de BELAVENOKA s'est développé dans un paléoenvironnement caractérisé par :

- une bathymétrie assez forte pour la base du récif et à fleur d'eau pour le sommet ;

- des eaux oxygénées, transparentes et éclairées à salinité normale  $S=34$  à  $36\text{‰}$ , chaudes (température les plus fraîches au moins supérieures à  $18^{\circ}\text{C}$ ) et riches en élément nutritif tels que les algues symbiotiques ;

- une implantation préférentielle sur un substrat rocheux ;

Ces résultats sont compatibles avec la vie des Bryozoaires et aussi avec les caractères de l'association des foraminifères (GHOSE, 1977) (26), (MURRAY, 1991) (32) ;

- l'absence des formes planctoniques donc profondeur faible et ou communication malaisée avec la mer ouverte ;

- la grande diversité spécifique des Foraminifères benthiques indique que le milieu est favorable pour eux, cas de Savoa ;

- l'importance des individus fixés et coloniaux : comme les Madréporaires constructeurs surtout à Belavenoka.

### **3.2.- Reconstitution récifale**

- Les récifs coralliens sont des constructions biologiques, ils sont formés principalement de squelettes calcaires sécrétés par des organismes coloniaux parmi lesquels dominent les coraux. Ils sont caractéristiques des mers chaudes et propres.

- Le terme bioconstruction regroupe toutes les structures construites d'origine organique, elle se distingue de la bioaccumulation où des facteurs physiques sont responsables des dépôts.

Sur les récifs la bioconstruction est normalement fondée en eau peu profonde dont les constituants édifient une charpente rigide (susceptible de résister à l'action des vagues).

-Le terme bioherme désigne un corps généralement lenticulaire, bioconstruit encaissé dans des sédiments de nature différente qui n'est autre que des monticules récifaux. Il y a différents types des monticules récifaux tels que : les monticules microbiens, monticules micritiques, monticules à éponges et monticules squelettiques (F. BOULVIN, 2004). D'après toujours cet auteur nos sites d'études seraient classés dans les monticules squelettiques car ils comprennent une fraction non négligeable des coraux, bryozoaires, algues, ...

L'édifice récifal s'étend sur une largeur d'environ 5 à 7km ; il consiste en un grand nombre de bioherme élémentaire ; chacun de ces biohermes a la forme d'un dôme asymétrique.

Du point de vue sédimentaire l'essentiel de la production carbonatée est localisée au récif qui apparaît comme une véritable usine à carbonate (BOULVIN F., 2004) (12) grâce aux nombreux organismes qui le composent et qui fabriquent soit des aragonites soit des calcites magnésiennes. Ces carbonates sont ensuite triturés par les poissons brouteurs de corail ou perforés par les lithophages. Les particules calcaires ainsi créées vont sédimenter dans des zones proches du récif. La matrice qui sépare le bioherme se compose de particules arrondies souvent granoclassées : il s'agit des fragments des organismes (bioclastes), ou de fragment des roches remaniées sur place (intraclastes) de nature micritique, les cavités du sédiment ont été précocement remplies par de ciment sparite qui a contribué à sa consolidation, lames minces (SAV A).

### **- Les organismes constructeurs**

Les coraux sont l'élément majeur de communautés dans lesquels sont enchevêtrés des Madréporaires (dont les polypiers constituent l'armature du récif), ces Madréporaires organismes constructeurs représentent 18% (Fig.3), les restes recrutent les algues, les Foraminifères, les Bryozoaires les Ostracodes et les Lamellibranches.

Selon l'étude détaillée des biohermes sur le complexe récifal du DASHSTEN (J. GALL, 1976) (25), les biohermes sont édifiés suivant un schéma invariable en cinq étapes.

- La naissance du bioherme est l'œuvre d'une première génération de Madréporaires, d'Eponges et d'Algues.

- Après leurs morts, leurs squelettes sont encroûtés par des foraminifères et diverses algues.

- Puis s'installe une troisième génération d'organisme composée d'éponge calcaire et de Bryozoaires.

- Le quatrième peuplement est identique au second.

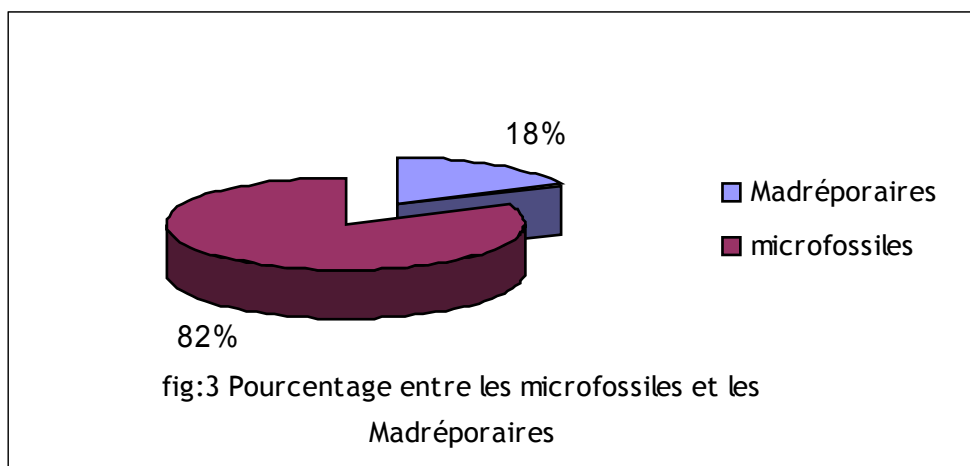
- La cinquième étape de la croissance de la bioherme est caractérisée par des encroûtements calcaires d'organismes algaires. Ces cinq générations d'organismes qui se succèdent au sein des biohermes semblent correspondre à un cycle biologique. A côté des organismes fixés constructeurs du récif, vit une faune subrécifale, elle contribue activement à la destruction des biohermes, de nombreuses espèces perforent les squelettes (Lamellibranches, Eponges, Bryozoaires, Gastéropodes), d'autres formes broutent les tests calcaires (crustacées, poissons). Par ailleurs la faune subrécifale enrichit le sédiment en coquille et en squelette calcaire, cas des Foraminifères benthiques et des mollusques (Lamellibranche, Gastéropodes). Ces organismes récifaux évoquent une mer tropicale à salinité normale.

### **-Conditions de formation**

Les récifs coralliens exigent, pour se former des conditions écologiques : des eaux claires, chaudes, ensoleillées et oxygénées. Mais il leur faut aussi un substrat solide qui soit immédiatement couvert par l'eau de mer.

En bref, la répartition mondiale des récifs fossiles est un élément important sur les reconstitutions paléogéographiques. Les coraux sont, en effet, d'excellents indicateurs des températures anciennes de l'eau de mer.





## 4.- Informations paléogéographiques

### 4.1.- Les faciès rencontrés à BELAVENOKA

Une roche argileuse contenant une forte proportion de calcaire (BEL 07 à BEL 10) indique une sédimentation marine. La marne est un indicateur d'une teneur en  $\text{CO}_2$  faible et un climat chaud qui a permis la précipitation du  $\text{CaCO}_3$  (carbonate de calcium), les fossiles rencontrés sont ceux des formes coloniaux polypiers et ceux adaptés en plate forme carbonatée comme les Ostracodes à carapace lourde et à charnière de type entomodonte (Françoise DEPËCHE, 1985) (22), par exemple *Progonocythere*, *Majungaella* (BEL 08, BEL 09). Le genre *Girvanella* en lame mince (BEL 10A) est aussi un bon indicateur de plate forme carbonatée. Donc le faciès est une plate forme externe avec barrière, présentant un niveau d'énergie forte. La matrice de la roche micritique est un indicateur d'un milieu agité confirme cette hypothèse (lames minces BEL10, BEL 01).

### 4.2.- Les faciès rencontrés à SAVOA

Les sédiments sont fins (SAV 07, 08,09), le milieu de dépôt est donc calme avec un niveau d'énergie faible caractérisé par un dépôt en eau peu profonde dans un domaine protégé d'une barrière. Ceci est confirmé par la matrice de la roche sparitique de la lame mince (SAV A, SAV B) ; la présence des grès fins est un indicateur d'un apport détritique venant du continent, le milieu est donc dans la zone peu profonde non loin des côtes, c'est à dire un lagon qui occupe l'espace

entre le récif barrière et la terre ferme. Les eaux y sont calmes, chaudes, parfois un peu boueuses. Les éboulis du revers du récif barrière tendent à combler progressivement ce lagon. Ces éboulis sont des sables d'origine corallienne transportés par le vent et les courants, ainsi que des sables et boues détritiques terrigènes. Cette hypothèse est confirmée par la dominance des Foraminifères benthiques qui se développent dans la zone subtidale (fig.4). Par contre les Madréporaires constructeurs sont rares ; ceci pourrait être dû à l'absence d'un substrat dur ou bien par l'abondance de l'apport détritique venant du continent.

En bref, l'association des Nodosaridés et Agglutinés du Jurassique indique un milieu de plate forme carbonatée. Ceci est confirmée par Françoise DEPÊCHE, (1985) à l'aide des Ostracodes à carapaces lourdes, bien calcifiées dont le genre *Progonocythere* et *majungaella* et par les Algues avec le genre *Girvanella* sur la lame mince (BEL 10 A). Cependant, nous avons une matrice de la roche micritique donc il s'agit d'une plate forme externe avec barrière présentant un niveau d'énergie fort.

La barrière isole ensuite la plate forme interne de la plate forme externe où l'environnement est beaucoup plus stable et homogène. Les sédiments sont généralement fins sous la zone d'action des vagues, l'eau est peu profonde et la matrice de la roche est sparitique indiquant un milieu calme.

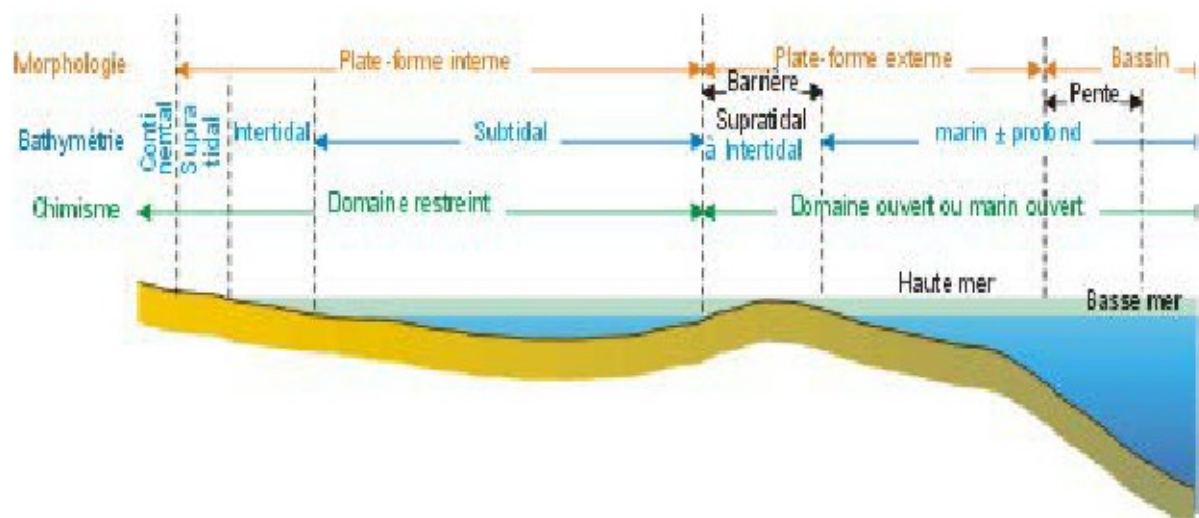


Fig. 4 Répartition des environnements sur une plate-forme avec barrière.

## 5.- Informations paléobiogéographiques

La paléobiogéographie a pour but de mettre en évidence l'évolution des aires qui sont basées sur la dérive des continents et la tectonique des plaques, il faut voir la similitude des côtes et la similitude ou l'évolution des organismes dans chaque partie après la dislocation du continent en question, pour cela, les données fournies par l'étude des formes fossiles sont très précieuses.

L'individualisation de Madagascar commence dès l'éclatement du super continent du Gondwana (qui regroupait l'Afrique, les Seychelles, l'Inde, l'Australie et une partie Amérique du Sud). La place exacte de Madagascar dans cet ensemble est beaucoup discutée. D'après RABINOWITZ et al (1982) Madagascar se serait détaché des côtes Somaliennes, Kenyane et Tanzanienne et aurait commencé à dériver vers le Sud au Jurassique moyen (vers 165 millions d'Années). L'existence du pré- canal de Mozambique dès cette époque est attestée par l'affleurement d'un Bajocien - Bathonien marin bien développé dans la série sédimentaire de l'Ouest Malgache. La situation à 135 Millions d'années montre le canal de Mozambique déjà bien formé. La migration vers le Sud se serait arrêtée il y a environ 125 Millions d'années (Crétacé inférieur). A ce moment le canal de Mozambique a une largeur voisine de sa largeur actuelle, le bloc Seychellois reste proche, mais l'Inde s'est largement éloignée vers le Nord Est.

D'après RAKOTONDRATSIMBA G (1995) (41) du Lias supérieur au Bathonien, le phénomène de distension NW- SE entre l'Afrique et Madagascar s'intensifie, dont la conséquence engendre des phénomènes de subsidence du bassin, ainsi que l'installation définitive de la mer. Cette hypothèse est confirmée par les dépôts sédimentaires qui sont constitués des calcaires, des marnes alternées à des silts, ou des argiles gréseuses dans les régions étudiées. Cette hypothèse est compatible à la séparation de Madagascar qui s'est amorcée dès le Permien se poursuivant durant le Jurassique pour devenir une île au Crétacé.

Le genre *Majungaella* est observé dans les sites étudiés, il a été décrit aussi en Afrique et en Argentine par GREKOFF. Selon même cet auteur ce genre est strictement Gondwanien. En raison de la description du genre *Majungaella* par GREKOFF, modifiée par WHATLEY et BALLENT (1966), WHATLEY et autres (1994), des espèces de *Majungaella* ont été trouvées dans différentes parties du globe suivant le tableau (11) ci-dessous :

		Tanzanie	Madagascar	Inde	Afrique du Sud	Mozambique	Australie (W)	Argentine	Australie E-S
CRETACE	Cénomanién				x		x		x
	Albien	x	x		x		x	x	x
	Aptien								
	Barrémien								
	Hauterivién				x	x			
	Valanginién		x	x	x	x			
	Berriasien		x	x		x			
JURASSIQUE	Portlandien	x	x	x					
	Kimméridgien	x	x	x					
	Oxfordien	x	x	x					
	Callovien	x	x	x					
	Bathonien	x	x	x					

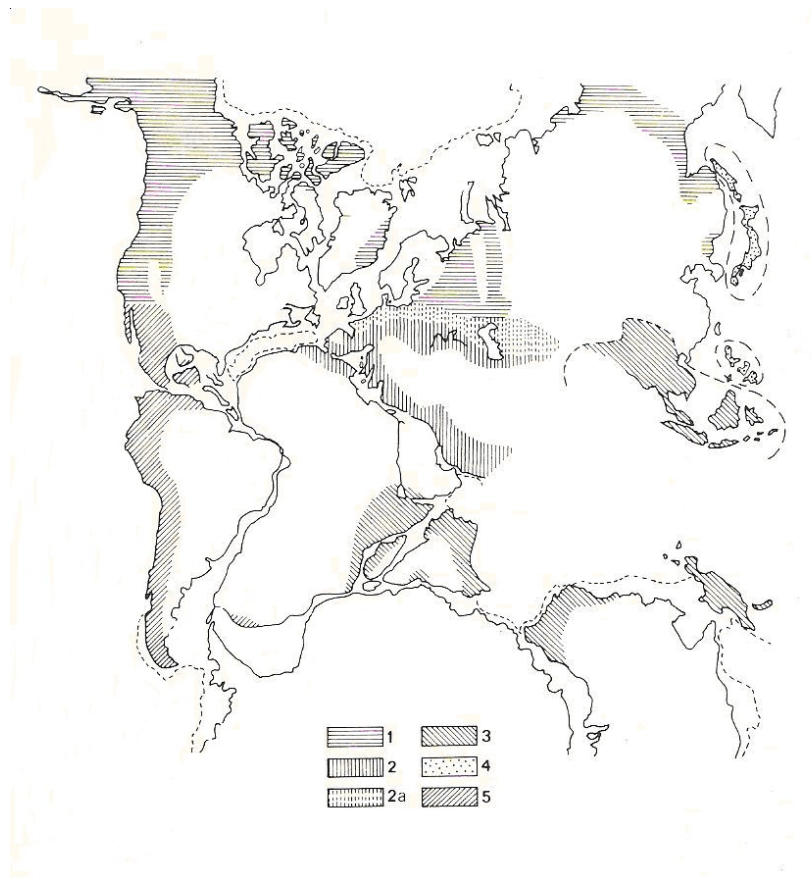
Le genre *Progonocythere juglandica* JONES décrit en Angleterre a été aussi observé par GREKOFF dans le bassin de Majunga ainsi que dans le bassin de

Morondava. De même dans notre site d'étude, une sous espèce *malgachica* a été décrit toujours par GREKOFF dans le Bajocien et Bathonien de Madagascar.

Au Jurassique, certaines faunes de Madagascar ressemblaient à celle de l'Inde, l'Afrique du sud telles que le genre *Majungaella* ; notons aussi la présence des faunes anglaises comme le genre *Progonocythere*. L'existence de ces derniers pourrait être due à une large ouverture de la Téthys.

La ressemblance des faunes de Madagascar à celle de l'Inde, de l'Argentine et de la côte orientale de l'Afrique au Jurassique nous amène à supposer qu'il était rattaché à l'Inde et à l'Afrique, au Jurassique ; la plaque Indienne et Malgache s'est détachée de celle d'Afrique en donnant naissance au canal de Mozambique toujours à cette époque. La grande île aurait été plus proche de la Téthys. Ceci est confirmé par R. COMBEMOREL (1888) (20) sur les Bélemnites de Madagascar : des rares espèces communes avec celles d'autres parties du globe ont des affinités avec l'Inde (Kutch), l'Afrique orientale et quelque fois même l'Europe. Ainsi des influences téthysiennes septentrionales seraient sensibles du Bathonien à l'Oxfordien avec le genre *Belemnopsis latesulcatus* et *Duvalia monsalvensis*.

Pour la distribution actuelle des Madréporaires constructeurs du récif, leurs exigences les limitent entre les parallèles 32° de latitude nord et 30° de latitude Sud, sauf rares exceptions comme l'île de Lord Howe (Australie) 31° 38' Sud et Baie d'Enoura Wana (Japon) 35° 5' Nord, point le plus septentrional des formations coralliennes (ROBIN et al, 1988) (45). Alors la distribution des organismes récifaux au Jurassique est en fonction de la position du paléoéquateur. Dans le cas de Madagascar, elle dépend également de sa position par rapport au Gondwana. A cette époque, le paléoéquateur aurait été proche de l'Europe et de la Téthys, ce domaine Téthysien se trouve caractérisé par des faunes considérées comme hôtes de mers chaudes ; citons les coraux, les Terebratulidae, les Gastéropodes : l'emplacement de Madagascar pourrait être alors un peu plus haute et au Sud du Kenya, et appartient à la province himalayenne SMITH et al (1973).

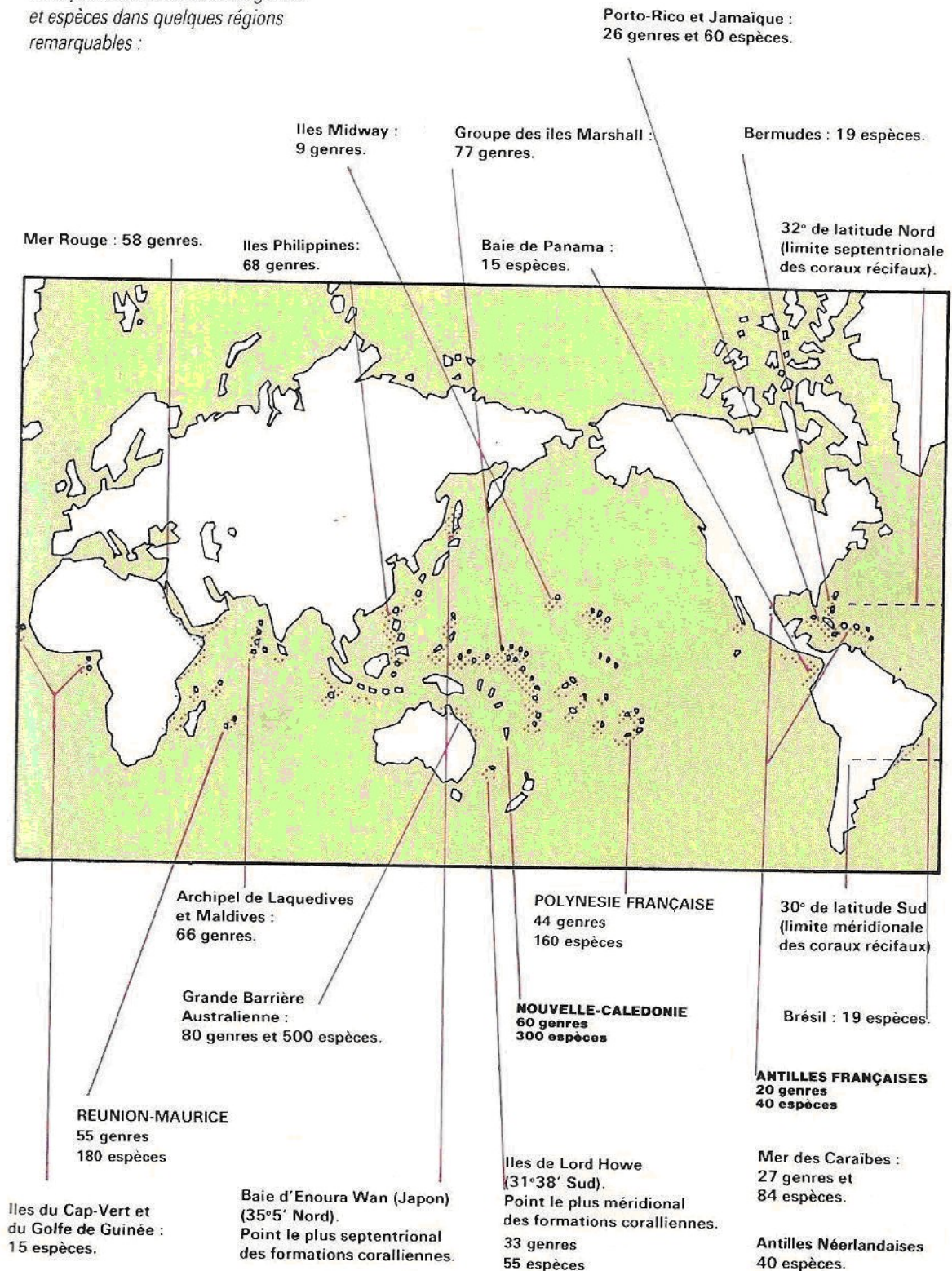


**carte:2** Provinces faunistiques définies par Uhlig (1911) et reportées sur la reconstitution paléogéographique proposée par Smith *et al.* (1973) pour le Jurassique. 1 : Province boréale; 2 : Province méditerranéo-caucasienne; 2a : Zone néritique marginale = sous-province sub-méditerranéenne; 3 : Province himalayenne = sous-province éthiopienne; 4 : Province japonaise (? une partie de la province sub-méditerranéenne), les Philippines sont incluses ici; 5 : Province sud-andine = sous-province pacifique ou cubaine.



## DISTRIBUTION DES PRINCIPALES RÉGIONS CORALLIENNES

*Exemple de recensement des genres et espèces dans quelques régions remarquables :*



Carte : 3 Source : Coraux du monde : Delanchaux et Neistlé, Neuchâtel - Paris

## CONCLUSION

Par ce travail nous avons identifié dix- sept formes chez les Foraminifères à test hyalin, deux chez les agglutinées. En lames minces nous avons identifié aussi des algues tels que le genre *Girvanella*. On a trouvé également trois familles d'Ostracodes et quatre familles de Bryozoaires. Les constructions récifales ont été édifiées par la faune très diversifiée de Madréporaires constructeurs qui se répartissent dans neuf familles.

L'observation sur les associations des Nodosaridae, agglutinées, les Ostracodes et les Algues du Jurassique pourrait présenter un milieu de plate forme carbonatée. L'analyse des critères liés aux facteurs physiques et biologiques des régions étudiées apporte la précision de la nature du récif barrière. Ce qui présente un niveau d'énergie fort et protège un milieu subtidal et la côte contre l'action des vagues ; dans ce milieu le niveau d'énergie est faible et la sédimentation est aussi détritique terrigène plus fin.

L'extrapolation de l'examen des Sclerantinaires actuels conduit à concevoir que la paléoécologie de Savoa et Belavenoka est caractérisée par :

- bathymétrie assez forte pour la base du récif, à fleur d'eau pour le sommet ;
- eaux oxygénées, transparentes, chaudes (température le plus frais au moins supérieure à 18°C) et à salinité normale S=34 à 36‰.

Notre milieu serait soumis à un climat tropical chaud, confirmé par la présence des sédiments marneux indiquant aussi une teneur en CO<sub>2</sub> faible.

Du Lias supérieur au Bathonien, le phénomène de distension entre Afrique et Madagascar s'intensifie et engendre des phénomènes de subsidence du bassin, qui entraîne ensuite l'installation définitive de la mer.

Nous avons pu confirmer l'influence téthysienne à Madagascar grâce à l'étude des Ostracodes du genre *Progonocythere juglandica malgachica* au Jurassique ainsi que sur les Bélemnites.

La ressemblance des faunes de Madagascar à celle de l'Inde, de l'Argentine et de la côte orientale de l'Afrique au Jurassique nous amène à supposer qu'il était rattaché à l'Inde et à l'Afrique, au Jurassique et que son emplacement pourrait être alors un peu plus haute au Sud du Kenya et il appartient à la province himalayenne.



Le site de Belavenoka renferme un plus grand nombre de Madréporaires que celui de Savoa due à la variation de profondeur dans les deux localités et aux apports détritiques venant du continent.

Dans l'avenir si on ne protège pas les récifs contre les apports excessifs d'élément détritique dû à l'érosion amenés par les grands fleuves vers le lagon après défrichement des forêts, il risque de perdre sa place. Certains chercheurs pensent que pour les quarante prochaines années, on s'attend à une perte généralisée des récifs coralliens en Asie tropicale orientale, autour de Madagascar et de l'Afrique de l'Est et à travers les Caraïbes à moins que des mesures de conservations ne puissent être mise en œuvre (BRYANT et al, 1998) (13).

## Bibliographie

1. ADAMS A.E., MACKENZIE W.S. et GUILFORD C. (1994).- *Atlas des roches sédimentaires*. Masson, Milan, Barcelon, p. 104, 4tabl., 6figs.
2. ALLOIETEAU J. (1957).- *Contribution à l'étude systématique des Madréporaires fossile*. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Tome I texte et Tome II planches, 462p., tabl.
3. ANDRIAMALALA J. F. (1995).- Contribution à l'étude des microfossiles du Jurassique du bassin de Morondava Madagascar. *Mém. DEA*. Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique. Univ. Tananarive, 72p., 8 figs., 7pls., tabl., carte.
4. BABIN C. (1991).- *Principe de paléontologie*. Armand Colin Editeur, 103, boulevard Saint Michel, Paris Cedex 05, 149p., figs., tabl.
5. BALOGÉ P.A. (1980).- Etude de Jurassique supérieur de la région d'Ankilizato bassin de Morondava. *Bull. BRGM IV*, p. 277-284, figs.
6. BASSE E. (1934).- Etude géologique du Sud Ouest de Madagascar. Paris, *Soc Géol.*, France, n°24, 155p.
7. BATTISTINI R. (1964).- Extrême Sud de Madagascar. *Thèse Doct. Lettres*. Ed. Cujas, 2tabl., 636p., 180figs., 121photos.
8. BATTISTINI R. (1996).- *Paléobiogéographie et variété des milieux naturels à Madagascar et dans les îles voisines* ; quelques données de base pour l'étude Biogéographie de la région Malgache. 86, rue Gustave Flaubert 45100 Orléans, France, p. 1-17, carte.

9. BENSON R. H., MOORE R. C. and al. (1961).- *Treatise on invertebrate paleontology*. The university of KANSAS Press and the Geological society of America, 442p., 334figs.
10. BESAIRIE H., COLLIGNON M. (1971).- *Géologie de Madagascar*. *Ann. Géol. Madagascar*, fasc. XXXV, 463p., pls., cartes.
11. BIGNOT G. (1992).- *Une association de foraminifères du récif de Vigny. Considération sur la paléogéographie*. Dano- Montienne du NW Européen.
12. BOULVAIN F. (2004).- *Cours en ligne de l'unité de Pétrologie sédimentaire*.
13. BRYANT and al. (1998).- *Menaces anthropogènes pour des coraux*. WWW. Oceanservice.noaa.gov/education/coral.
14. CHESMLEY H.(1987).- *Sédimentologie du monde* (géoscience), 175p.
15. CHEVALIER J. P. (1988).- *Ordre des Scléractinaires in Traité de Zoologie* (P-P. Grassé éd.), Paris, Masson, t. III, fasc.3, p. 403-673.
16. CLIQUET P. et al . (1957).- *Carte Madagascar feuille Sakaraha - Ranovao*. Ed, Service géologique Madagascar. Tananarive.
17. COLLIGNON M. (1959).- *La partie supérieure du Jurassique du Nord d'Analavelona, Sud de Madagascar*. Tananarive Madagascar, 73p., 79 figs.
18. COLLIGNON .M. (1959).- *Calcaires à polypiers, récifs et atolls du Sud de Madagascar*. *Bull. Soc. Géol. France*, 7ème série, n° 04, p. 403-408, tabl.
19. COLLIGNON M. (1962).- *Le Bathonien marin de Madagascar limite supérieure et corrélation*. *Coll. Jurassique*, Luxembourg, Inst. Grand Ducale, p. 913-919.

20. COMBEMOREL R. (1988).- *Les Bélemnites de Madagascar*. 239p., 53fig. 51tabl., 23pl., Doc. Lab. Géol., Lyon ; n° 104.
21. DEPECHE F. (1985).- *Etude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique inférieure et moyen de Causse du Quercy*. région de Cajare.
22. DEPECHE F. (1973). - Etude des Ostracodes du Dogger du bassin Parisiens, in *Atlas des Ostracodes de France.*, p. 120 - 145, 9pls., 1tabl.
23. EMILE BUGÉ. (1952).- Les Bryozoaires in *Traité de Paléontologie. (Piveteau).*, p.685-749, figs, tabl.
24. ESPITALIE J. et SIGAL J. (1961).- Contribution à l'étude des foraminifères (micropaléontologie microstratigraphie du Jurassique supérieure et du Néocomien du bassin de Majunga (Madagascar). *Ann. Géol. Madagascar*, fasc. n°XXXII, 91p., 36pls.
25. GALL J.C. (1976).- *Environnements sédimentaires anciens et Milieux de vie* (Introduction à la paléontologie) Doin, éd., Paris - France, pp. 59-85.
26. GHOSE B.K. (1977).- *Paleoécologie of the Cenozoic reefal Foraminifers and Algae*. A brief review. *Pal; Amsterdam.*, vol. 22, p.231-256.
27. GREKOFF N. (1970).- Aperçu sur les Ostracodes fossiles. Société des éditions Tecchip. 27, rue Csinoux. 75-Paris XVè, *Ann. Géol. Madagascar.*, fasc.33, 103p., 13pls., 2tabl.
28. GREKOFF N. (1963).- Contribution à l'étude des ostracodes du Mésozoïque moyen Bathonien- Valanginien du bassin de Majunga. *Revue de l'institut Français de pétrole* XVIII n° 12, 56p., 10pls., 3tabl.
29. GREKOFF N. (1963).- Quelques affinités paléogéographiques des Ostracodes mésozoïques de Madagascar. *Ann.Géol. Madagascar*, fasc. XXXIII, 167p.

30. KUNTZ G. (1962).- Etude stratigraphique du bassin de Morondava. *Trav. Bur. Géol.*, Serv. Geol., Tananarive. N° 107.
31. MAMET B. et ROUX A. (1975).- Algues dévoniennes et Carbonifères de la Téthys occidentale in *revue de Micropaléontologie* volume 18, numéro 3., p.135-189, figs., 15pls.
32. MURRAY J.W. (1991).- *Ecology and Paléoécologie of benthic foraminifera*. Harlow Sci et techn., 397p.
33. NEUMANN M. (1967).- *Manuel de micropaléontologie*. Ed Gauthier. Villars., Paris, Vol.1, 237p., 183figs., 60pls.
34. MORET LEON. (1958).- *Manuel de Paléontologie animale*. Masson, C<sup>ie</sup>, Editeur librairies de l'academie de medecine 120, Boulevard S<sup>t</sup> Germain Paris VI., 770p., 274figs., 12tablx.
35. OERTLI H.J. (1985).- *Atlas des Ostracodes de France* Bull. Centres Rech., Explor. Prod. Elf- Aquitaine, Mém.9 Pau., 396p., figs., pls.
36. PICHON M. (1978).- Recherches sur les peuplements à dominance d'Anthozoaires dans les récifs coralliens de Tuléar (Madagascar). *Atoll Res., Bull* n° 222., 447p.
37. PIVETEAU J. (1952).- *Traité de paléontologie tome premier*. Masson et C<sup>ie</sup>, Editeurs 120, Boulevard Saint -Germain Paris VI<sup>e</sup>., 782p., figs., tabl.
38. POMEROL CH., BABIN C., LANCELOT Y., Le PICHON X., RAT P., RENARD M. (1987).- *Stratigraphie*. DOIN Editeurs, Paris, 283p., 217 figs., 9tabls.
39. POMEROL CH. (1975).- *Stratigraphie et Paléogéographique Ere Mésozoïque*. Ed. Doin, Paris, p. 221-371, figs., carte.

40. RAHANTARISOA L.J. (1994).- Contribution à l'étude des Foraminifères benthiques et des Ostracodes Maestrichtiens de Berivotra et d'Antonibe (bassin Majunga). *Mém. DEA.*, Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique, Univ, Tananarive, Madagascar., 60p., 4 pls., 12figs.
41. RAKOTONDRATSIMBA G. (1995).- Contribution à l'étude rifting malgache de la région de Menabe du Bassin Morondava du Permo-Carbonifère au Jurassique supérieur. *Mém. DEA.* Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique. Univ. Tananarive., 115p., 45figs., carte.
42. RAMAKAVELO G. (1989).- Etude micropaléontologique du Crétacé supérieur et du Paléogène de la région de Tuléar, bassin Morondava (Madagascar). *Thèse de doctorat*, Univ. Paris VI., 174p., 20pls.
43. RAMASIZANABOLA J. De D. (1986).- Etude micropaléontologique préliminaire du Jurassique supérieur d'Ankilizato dans le bassin de Morondava. *Mém. Stage DEA.*, Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique., Univ. Tananarive. Madagascar., p. 1-60, pls.
44. RAZAFIMBELO E. (1987).- Le bassin Morondava (Madagascar) : Synthèse Géologique et Structurale. *Thèse. Doct. Ing.* Univ. L. Pasteur Strasbourg., 256p.
45. ROBIN B., PETRON C. et RIVES C. (1988).- *Coraux du monde* Delachaux et Niestlé, Neuchâtel- Paris., 143p, figs. et carte.
46. SCHUMMACHER H. (1997).- *L'univers inconnu des coraux*. Paris, Elsevier scynioia, coll. Multiguide nature, 253p.
47. SIGAL J. (1952).- Les Foraminifères *in Traité de la paléontologie* (Piveteau J.), Ed., Masson et Cie., p.133-301, figs, tabs.

48. THOMASSIN B. (1978).- Peuplements des sédiments coralliens de la région de Tuléar (S.W. de Madagascar) et leur insertion dans le contexte côtier Indo-Pacifique. *Thèse Univ. Aix-Marseille II.*, 494 p.
  
49. VITAMARINA (1995).- Contribution à l'étude des Ammonites pyriteuses du Callovien de la région de Begidro-Tsiribihina Bassin Morondava. *Mém. DEA* Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique. Univ. Tananarive., 53p, figs., tab, pls.
  
50. VOAHANGINIRINA H. H. (1993).- Contribution à l'étude Biostratigraphique des PHILOCERATIDAE Bathonien - Callovien d'Ankilizato- Soaravikely. Centre bassin Morondava Madagascar. *Mém. DEA.* Département de Paléontologie et d'Anthropologie Biologique. Univ. Tananarive., 150p, 33pls, 18tab, 4cartes.
  
51. WALTER B. (1972).- Les Bryozoaires néocomiens du Jura Suisse et France. *In GEOBIOS*, n°5, fasc.4., éd Département de Géologie, Faculté des Sciences- Univ de LYON., p. 277-354, pls. 20-26, 10 figs.
  
52. WALTER B. (1985).- Les Mésentéripores (Bryozoaires cyclostomes) du Néocomien du Jura Suisse et Français. *In GEOBIOS*, n°18, fasc.1., éd. de l'Univ. CLAUDE BERNARD, LYON., p.5-27, 4figs, 9pls.
  
53. WEYDERT P. (1973).- Morphologie et sédimentologie des formations récifales de la région de Tuléar (S.W. de Madagascar). *Thèse Univ. Aix-Marseille II.*, p.726.

## **Webliographie**

P. MAXWELL: "The Rhipsalis riddle - or the day the cacti came down from the trees." <http://rhipsalis.com/maxwell.htm>

COURS EN LIGNE proposés par l'Unité de Pétrologie sédimentaire :

Home page Université de Liège: <http://www.ulg.ac.be>

<http://www.epoc.u-bordeaux.fr/fr/eqsedimento.htm> (Equipe "Sédimentologie et Géologie Marines")

## PLANCHE I

### Les Foraminifères

-Fig 1 : *Lenticulina subalatiformis* (× 65)

-Fig 2 : *Lenticulina sculpta* (×60)

-Fig 3 : *Lenticulina quenstedti* (×60)

-Fig 4 : *Eponides rependus* (×60)

-Fig 5 : *Cibicidoides* (×65)

-Fig 6 : *Textularia* (×30)

-Fig 7 : *Lenticulina sp.* (×60)

a) vue omblicale

b) vue profil

-Fig 8 : *Planularia* (×60)

-Fig 9 : *Astacolus* (×60)





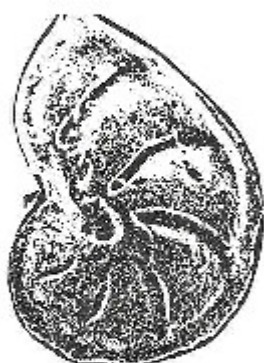
**Planche I**



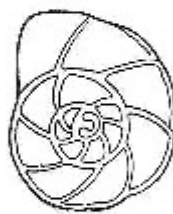
**Fig. 1**



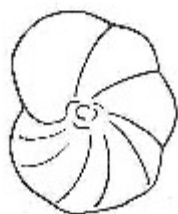
**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Planche I (suite)**



**Fig. 7a**



**Fig. 7b**



**Fig. 8**



**Fig. 9**

## PLANCHE II

### Les Ostracodes

-Fig 1: *Majungaella nematis* (x80)

- a) Carapace vue latérale droite
- b) Carapace vue dorsale

- Fig 2 : *Progonocythere polonica* (x80)

Carapace vue latérale gauche

-Fig 3 : *Bairdia* (x65)

Carapace vue latérale gauche

-Fig 4 : *Progonocythere juglandica malgachica* (x30)

- a) carapace vue latérale droite
- b) carapace vue latérale gauche

- Fig 5 : *Cytherelloidea ipis* (x60)

- a) carapace vue latérale droite
- b) Carapace vue dorsale



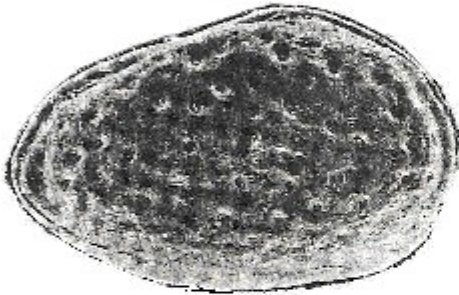
**Planche II**



**Fig. 1 (a)**



**Fig. 1 (b)**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4 (a)**



**Fig. 4(b)**



**Fig. 5 (a)**



**Fig. 5 (b)**

## PLANCHE III

### Les Bryozoaires

-Fig. 1 : *Multitubigera* d'ORBIGNY

Colonie rameuse à rameaux massifs (×5)

-Fig. 2 : *Neuropora*

a) colonie érigée (×3,5)

-Fig. 3 : *Dendroecia* d'ORBIGNY

a) colonie avec les péristomes conservés (×11)

b) colonie dont la paroi externe des zoécies est disparue et l'ovicelle digitée (×11)

-Fig. 4 : *Mesenteripora* WALTER

a) colonie à section subcylindrique (×11)

b) colonie ovicellée (×11)

c) exemplaire ovicellé : oe= oeciostome

d) paroi zoéciale externe atteignant 0,50 mm de long péristome assez large (×15)





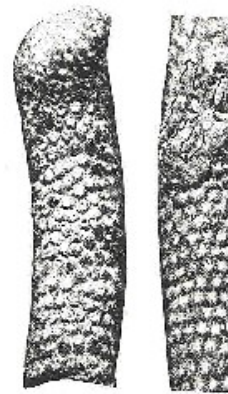
Planche III



Fig. 1



Fig. 2



(a) (b)  
Fig. 3



Fig. 4a



Fig. 4b



Fig. 4c

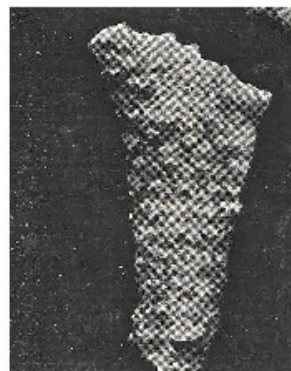


Fig. 4d

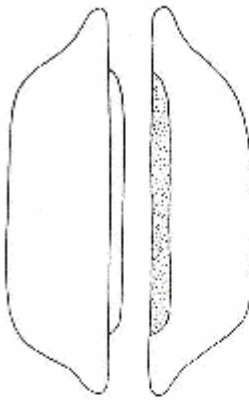
## PLANCHE IV

### Type de charnières des Ostracodes

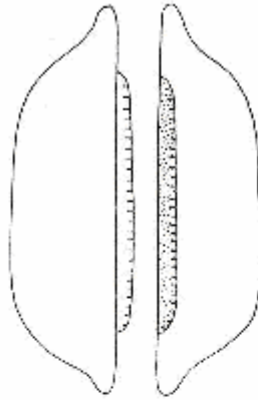
- Fig. 1 : Anodonte
- Fig. 2 : Primodonte
- Fig. 3 : Lophodonte
- Fig. 4 : Mérodonte
- Fig. 5 : Entomodonte
- Fig. 6 : Lobodonte
- Fig. 7 : Amphidonte
- Fig. 8 : Schizodonte



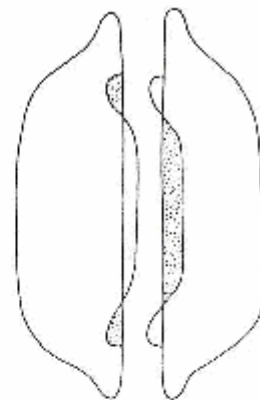
**Planche IV**



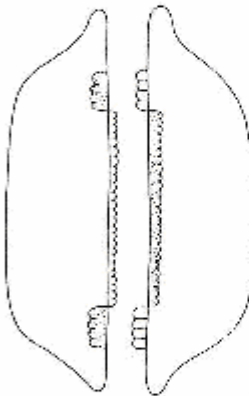
**Fig. 1**



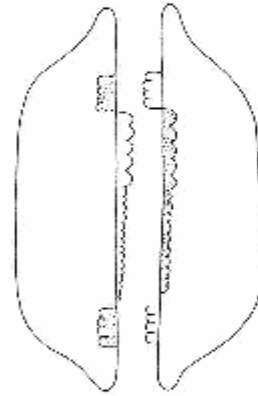
**Fig. 2**



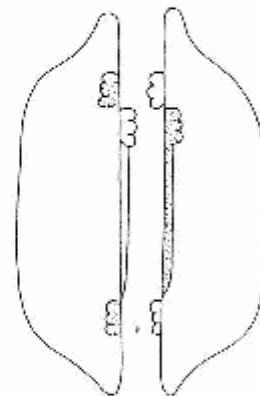
**Fig. 3**



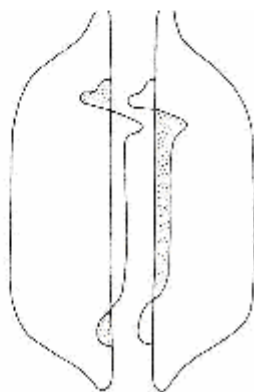
**Fig. 4**



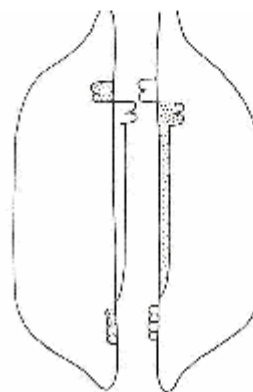
**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**

## PLANCHE V

### Les Madréporaires

- Fig. 1 : *Solenastraea* (x 1)
- Fig. 2 : *Uxacalcareaea* (x 1/2)
- Fig. 3 : *Sidrerastrea* (x 1/2)
- Fig. 4 : *Diplotheconophyllia* (x 1/3)
- Fig. 5 : *Connestastraea* (x 1/3)
- Fig. 6 : *Columactinastraea* (x 1/3)
- Fig. 7 : *Plesiastreaopsis* (x 1/2)



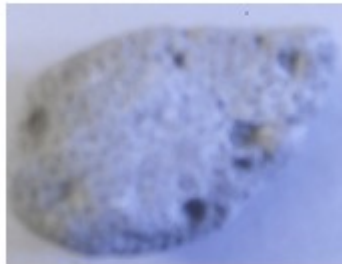
**Planche V**



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**



## PLANCHE VI

### Lames mince au microscope optique grossissements (x100)

-Fig. 1 : Micrite à piquant d'Echinodermes

-Fig. 2 : Micrite à section de bivalves

-Fig. 3 : Sparite à Gastéropodes

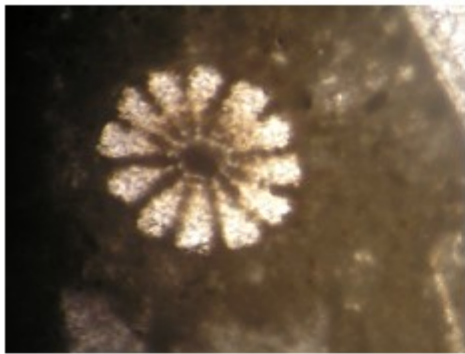
-Fig. 4 : Sparite à Lamellibranches

-Fig. 5 : Micrite à Ostracodes

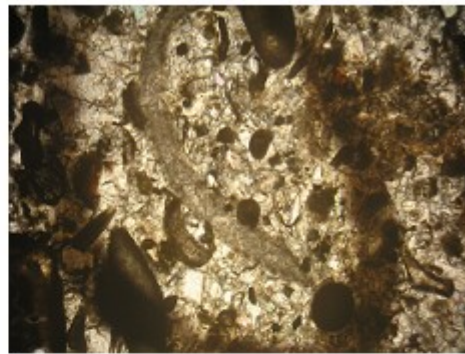
-Fig. 6 : Sparite à Brachiopodes



**Planche VI**



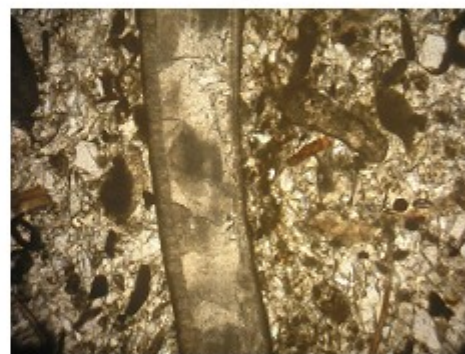
**Fig. 1**



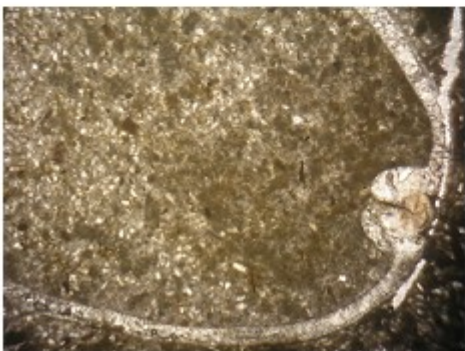
**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**

**Nom** : RAFANOMEZANTSOA Jean Pascal  
**e-mail** : [jjpassy@yahoo.fr](mailto:jjpassy@yahoo.fr)  
**Adresse** : Lot AVA 168 Andrefantsena Betafo 113  
**Titre** : Dynamique environnementale du récif ancien de Savoa et Belavenoka dans la région de Sakaraha  
**Encadreur** : RAMAKAVELO Geneviève, Maître de conférences

## **RESUME**

Les sédiments provenant de Savoa et de Belavenoka, région de Sakaraha, ont été étudiés pour une investigation d'ordre paléoécologique et paléogéographique sur des milieux récifaux du Jurassique moyen.

Ont été identifiées dix-neuf formes de Foraminifères, des Algues, trois familles d'Ostracodes, quatre familles de Bryozoaires et neuf familles de Madréporaires.

Ces sites auraient été soumis à un climat tropical chaud permettant la formation de ce récif, et précisant l'éclatement (rifting) du continent du Gondwana ainsi que la position de Madagascar, un peu plus au Sud par rapport au Kenya pendant le Jurassique moyen.

**Mots-clés** : Madagascar - Morondava - Sakaraha - Récif - Jurassique moyen - Micropaléontologie - Madréporaires.

## **ABSTRACT**

Paleoecological and paleobiogeographical investigation was carried out for Savoa and Belavenoka Sediments (Sakaraha region) dated Middle Jurassic.

Nineteen genus of Foraminifera, algae, three Ostracoda family, four Bryozoa family and nine Madreporaria family were identified.

Warm tropical climate would influence the region, permitting the reef growing, which explains the split of Gondwana and Madagascar position during Middle Jurassic.

**Key - words**: Madagascar - Morondava - Sakaraha - Reef - Middle Jurassic - Micropaleontology - Madreporaria.

