

AVANT PROPOS

Tout d'abord mes remerciements vont à Mr le Pr. BESSEDIK. C'est lui le premier qui m'a accueilli, début des années 90, dans le tout nouveau laboratoire de Paléontologie et de Stratigraphie, Institut des Science de la Terre de l'Université d'Oran, puis m'a proposé et dirigé, avec une grande bienveillance, mon premier travail de magister sur les Charophytes des gisements continentaux d'Algérie. Depuis il n'a cessé de m'orienter, de m'encourager et de me montrer le chemin du perfectionnement ; je lui dois beaucoup, et sa présence dans mon jury en tant que directeur de thèse m'honore à plus d'un titre.

Mr le Pr. BELKEBIR a accepté de présider mon jury. Je le remercie vivement, d'autant plus qu'étant aussi actuellement Directeur du laboratoire de Paléontologie stratigraphique et Paléoécologie (LPSP), il a toujours répondu présent quand j'avais besoin d'un soutien financier ou matériel. Sa sympathie et son sens de l'humour apportent beaucoup de bien à tous les membres du laboratoire LPSP.

Mme le Pr. VIANEY-LIAUD, a été pour moi, au cours de mon séjour à l'Université de Montpellier 2 d'un soutien et d'un support important, elle n'a ménagé aucun effort pour que mon installation et mes recherches se déroulent dans les meilleures des conditions. Je tiens ici à la remercier chaleureusement pour tout cela et aussi pour avoir donné beaucoup de son temps pour la correction de ce travail. Sa présence dans mon jury est pour moi une grande satisfaction et m'honore.

Je tiens également à remercier, Mme le Dr. SOULIE-MÄRSCHÉ, qui a accepté de juger ce travail sur les charophytes, d'avoir pris beaucoup de son temps pour me corriger ce dernier et enfin d'assister à mon jury. Nos discussions sur le sujet en France ont été pour moi d'une grande utilité et j'espère que cette coopération continuera.

Mr le Pr MAHBOUBI, premier «continental» de notre groupe de recherche reste, pour les terrains continentaux d'Algérie, le pionnier et la référence. Plusieurs milliers de km avec lui sont là pour témoigner de notre travail commun et de notre cohabitation atlasienne et saharienne. Il a si souvent su supporter mon caractère un peu rebelle avec tact et humour ; qu'il trouve ici tout mon respect, ma gratitude, ma sympathie et mes remerciements. J'espère que notre aventure 'continentale' continuera aussi longtemps que possible.

A chacune de nos étapes vers la Hammada, une halte s'imposait. A Tlemcen, Mr le Pr. BENSALAH, nous a toujours accueilli avec un large sourire et s'est toujours bien occupé de notre confort. Je tiens à lui rendre hommage et le remercier sincèrement. Sa présence dans mon jury me fait plaisir et m'enchanté.

Je n'ai pas le droit d'oublier de remercier pour leurs encouragements, leur soutien (aussi bien matériellement que moralement), leur confiance et leur amitié, tous les collègues et les amis d'Algérie, de France et d'ailleurs :

- du département des Sciences de la Terre et du Laboratoire L.P.S.P. de l'université d'Oran, en particulier B. MANSOUR, L. MANSOURI, B. BOUTERFA, K. ATIF, T. BOURSALI, A. OUALI MEHAJI, C. MAMMERI et tous les jeunes chercheurs(es) qui ont récemment rejoint le laboratoire L.P.S.P.
- du département des Sciences de la Terre de l'Université de Tlemcen : en particulier H. ADACI et H. HEBIB.
- du département des Sciences de la Terre de l'Université de Jijel, en particulier : S. KAOULA, R. BENZAID, M. BOURAHLA et toute l'équipe pédagogique, scientifique et administrative de la Faculté des Sciences Exactes, Sciences de la Nature et de la Vie de Jijel; je citerai M. LAHOUEL, D. LAOUIR, W. KARAOUI, S. K.KHODJA et M. BOULDJEDREI.
- en France, où j'ai passé une année et demie au laboratoire de PPP, et plusieurs séjours de courte durée. Je dois tout d'abord remercier le Pr. J.J Jaeger qui a accepté de m'accueillir dans ce laboratoire et m'a fait installer dans son bureau personnel.

- au laboratoire de Paléontologie, Phylogénie et Paléobiologie, de l'Université de Montpellier 2, j'ai eu le plaisir de travailler avec des collègues paléontologues. Je tiens à remercier amicalement pour leur soutien, compréhension et disponibilité les membres de notre équipe de recherche Algéro-Française : Laurent MARIVAUX et Rodolphe TABUCE, en espérant que d'autres découvertes 'juteuses' dans la Hammada du Dra et ailleurs en Algérie nous permettront de travailler ensemble encore plusieurs années à venir.

- dans le même labo. PPP et à l'ISEM, j'ai côtoyé et apprécié des chercheurs et des ingénieurs, je citerai essentiellement : H. CAPPETTA, J.-P. AGUILLAR, R. FEIST, J.-L. HARTENBERGER, F. LIHOREAU, S. ADNET, B. MARANDAT, J. CLAUDE, B. ORTH, S. JIQUEL, I. MOUSSA et S. AGRET ainsi que les Doctorants 2006/2007, je tiens ici à les remercier tous sans oublier le personnel administratif.

- Je tiens également à remercier le Dr M. VIANEY-LIAUD d'avoir contribué si gentiment à la correction d'une partie de cette thèse.

En retraite depuis quelques temps, et n'ayant eu que peu de contact à Montpellier, je n'oublie pas de remercier celle qui a été mon initiatrice au monde des charophytes, à Mme M. FEIST, tout mon respect et mon hommage.

A l'ORGM Boumerdès, je remercie sincèrement mon ami le géologue A. KHAMA dont l'aide m'a été très précieuse.

Mr Christian DESREUMAUX, Chercheur à la retraite de l'Université de Toulouse, m'a chaleureusement accueilli chez lui à Osse dans les Pyrénées. En plus du fait de m'avoir autorisé à étudier les charophytes qu'il a récolté au Kef er Rebbab (le Hodna), ses connaissances sur la géologie algérienne m'ont été d'une grande utilité. Qu'il trouve ici ma reconnaissance et mes sincères remerciements. J'espère que nous aurons l'occasion de continuer notre collaboration sur les Monts du Hodna.

Lors de nos voyages dans l'Atlas ou au Sahara, on a eu la chance d'être des hôtes et de recevoir de l'aide de plusieurs personnes chaleureuses qui nous ont bien accueillies chez elles, je remercie ici particulièrement la famille YAHIAOUI de Bechar et de Tabelbala, tous les chauffeurs qui nous ont accompagnés, les autorités civiles et militaires de Bechar, de Brezina et ceux de l'unité GGF de Zegdou.

A Marseille, ville transit de tous mes voyages pour Montpellier, mon amie Soraya BOUKLI-HACENE a toujours été d'une aide très précieuse. Je ne saurais comment la remercier tant qu'elle s'est donnée toutes les peines pour bien me recevoir à chacune de mes étapes. Je remercie également mon ami M. SOLTANA de Montpellier.

J'ai toujours eu le soutien de la part des membres de ma famille, mes sœurs, mon frère, ma belle famille d'Oran, de Paris et de la part de beaucoup d'ami(e)s. Je remercie spécialement R. NADIA (Parc National de Taza, Jijel), R. NOUR EDDINE, C. A- HALIM, B. SAID, H. KATIB, Z. YUCEF et tout spécialement A. HAMID HACIB. Que tous ceux ou celles à qui ma mémoire a été défaillante trouvent ici mes remerciements les plus chaleureux.

A ma mère, ma femme KHALIDA, et à nos deux enfants MOHAMMED LARBI et SALIM-ZYRIEB, je demande pardon de les avoir si souvent délaissés, d'avoir été souvent absent de la maison en mission sur le terrain ou en France. Sans leur compréhension, leur patience et surtout leur soutien, ce travail n'aurait jamais pu voir le jour. Je tiens à leur exprimer combien ils sont si importants et combien ils comptent plus que tout autre chose dans ma vie.

Je dédie enfin ce travail à mes défunts père et beau père.

TABLE DES MATIERES

Résumé.....	8
Introduction.....	9

CHAPITRE PREMIER : CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

I. Introduction.....	13
II. Algérie.....	13
A. Le Sahara Nord –Occidental : La Hammada du Dra.....	13
1. Le Glib Zegdou.....	16
2. Les Gour Lazib.....	17
a. La Coupe comprenant le locus HGL 4.....	17
b. La coupe comprenant le locus HGL 89.....	19
c. La coupe comprenant le locus HGL 10.....	20
d. La coupe comprenant le locus HGL 90.....	22
3. Les Gours Iderganes.....	23
- La coupe comprenant le locus HGL 61.....	23
B. Les Hautes Plaines et les Hauts Plateaux.....	24
1. Le Hodna.....	24
a. Situation géographique.....	24
b. Cadre géologique du Hodna.....	25
* La coupe du Kef er Rebbab.....	25
* Description lithologique.....	26
2. Chott Chergui.....	26
3. La coupe de Hadjerat Zennad.....	26
4. La coupe de Koudiet el-Aldjoun.....	26
C. Atlas Saharien Central.....	27
1. La coupe de l'Oued Meguerchi.....	27
2. La coupe d'El-Kohol.....	28
D. Le Sahara Central.....	28
- La coupe de Hassi-Inifel (El-Biod, Tinrhert).....	28
III. MAROC.....	28
A. Le Moyen Atlas : Cadre géographique et géologique.....	28
a. La coupe d'Achlouj 2.....	30
b. La coupe de Saf.....	30
c. la coupe d'El-Koubbat.....	32
B. L'Anti – Atlas.....	34
La coupe de N'Tagourt 2.....	34

CHAPITRE DEUXIÈME : MATÉRIEL ET MÉTHODES

I. Introduction.....	38
II. Matériel.....	39
A. Algérie.....	39
1. Hammada du Dra.....	39
Le Glib Zegdou.....	39

Les Gour Lazib.....	39
Les Gour Iderganes	40
2. Oued Meguerchi.....	40
3. El-Kohol.....	40
4. Kef er-Rebbab	40
B. MAROC	40
1. Achlouj 2.....	40
2. Saf	41
3. El- Koubbat	41
4. N'Tagourt 2.....	41
C. LIBYE : le Bassin de Syrte	41
III. Méthodes	41
A. Préparation du matériel	41
1. Echantillonnage.....	41
2. Lavage/Tamisage	41
a. méthode du bicarbonate de Sodium.....	42
b. méthode à l'essence.....	42
c. méthode de désagrégation	42
B. Méthodes d'étude	43
1. Prise de mesure	43
2. Paramètres mesurés	43
3. Représentation des résultats	43
4. Illustrations.....	43

CHAPITRE TROISIÈME: SYSTEMATIQUE DES CHAROPHYTES DU MAGHREB

I. Introduction	45
II. Systématique des Charophytes des gisements du Maghreb étudiés	46
Famille Porocharaceae	46
Sous Famille Porocharoïdeae.....	46
Genre <i>Feistiella</i>	46
<i>Feistiella globosa</i>	46
<i>Feistiella</i> aff. <i>globosa</i>	47
<i>Feistiella oblonga</i>	48
<i>Feistiella</i> sp. 1	50
<i>Feistiella</i> aff. sp. 1.....	51
<i>Feistiella</i> sp. 2	52
<i>Feistiella</i> aff. sp. 2	52
Famille Raskyellaceae.....	53
Genre <i>Raskyella</i>	53
<i>Raskyella pecki meridionale</i>	53
<i>Raskyella sahariana</i>	55
<i>Raskyella</i> sp.....	56
Famille Characeae.....	57
Sous Famille Charoïdeae.....	57

Genre <i>Chara</i>	57
<i>Chara microcera</i>	58
<i>Chara</i> sp.....	58
<i>Chara</i> sp. 1	58
Genre <i>Dughiella</i>	59
<i>Dughiella</i> sp	59
Genre <i>Gyrogona</i>	60
<i>Gyrogona caudata</i>	60
<i>Gyrogona wrighti</i>	60
<i>Gyrogona caelata</i>	60
Genre <i>Harrisichara</i>	61
<i>Harrisichara leptocera</i>	61
<i>Harrisichara</i> aff. <i>leptocera</i>	62
<i>Harrisichara meguerchiensis</i>	63
<i>Harrisichara</i> sp. 1	63
<i>Harrisichara</i> sp. 2	63
<i>Harrisichara</i> sp. 3	64
<i>Harrisichara</i> sp. 4	64
Genre <i>Lamprothamnium</i>	65
<i>Lamprothamnium priscum</i>	65
<i>Lamprothamnium</i> sp.1.....	66
<i>Lamprothamnium</i> sp. 2.....	67
Genre <i>Maedleriella</i>	68
<i>Maedleriella pachycera</i>	68
<i>Maedleriella cristellata</i>	68
<i>Maedleriella lavocati</i>	68
<i>Maedleriella</i> sp. 1.....	69
<i>Maedleriella</i> sp. 2.....	69
<i>Maedleriella</i> sp. 3.....	70
<i>Maedleriella</i> sp. 4.....	71
<i>Maedleriella</i> sp. 5.....	72
<i>Maedleriella</i> sp. 6.....	73
Genre <i>Microchara</i>	74
<i>Microchara</i> aff. <i>pachythelys</i>	74
<i>Microchara</i> aff. <i>parazensis</i>	75
<i>Microchara</i> sp.....	76
Genre <i>Neochara</i>	77
<i>Neochara ameuriorum</i>	77
Genre <i>Nitellopsis</i>	77
<i>Nitellopsis</i> (T.) <i>thaleri</i>	78
<i>Nitellopsis</i> (T.) aff. <i>thaleri</i>	78
<i>Nitellopsis</i> (T.) <i>huangi</i>	79
<i>Nitellopsis</i> (T.) <i>dutemplei</i>	79
<i>Nitellopsis</i> (T.) sp.	80
Genre <i>Nodosochara</i>	81
<i>Nodosochara</i> aff. <i>jorbae</i>	81
Genre <i>Peckichara</i>	82
<i>Peckichara atlasensis</i>	83
<i>Peckichara</i> cf. <i>llobregatensis</i>	83

<i>Peckichara disermas</i>	84
<i>Peckichara varians</i>	85
<i>Peckichara</i> sp.....	86
<i>Peckichara</i> sp. 1	86
Genre <i>Peckisphaera</i>	86
<i>Peckisphaera bessediki</i>	87
Genre <i>Platychara</i>	87
<i>Platychara</i> aff. <i>turbinata</i>	87
<i>Platychara caudata</i>	88
<i>Platychara compressa</i>	98
<i>Platychara</i> sp. 1	89
<i>Platychara</i> sp. 2	90
<i>Platychara</i> sp. 3	91
Genre <i>Radbochara</i>	91
<i>Radbochara</i> sp	92
Genre <i>Stephanochara</i>	92
<i>Stephanochara acris</i>	92
<i>Stephanochara</i> aff. <i>acris</i>	92
? <i>Stephanochara</i> sp. 1	93
<i>Stephanochara</i> aff. <i>fortis</i>	93
? <i>Stephanochara</i> sp	94
<i>Stephanochara</i> sp. 1	94
Genre <i>Strobilochara</i>	95
<i>Strobilochara diademata</i>	95
<i>Strobilochara apiculata</i>	96
? <i>Strobilochara</i> sp. 1	97
Sous Famille Nitelloïdeae	97
Genre <i>Sphaerochara</i>	97
? <i>Sphaerochara</i> sp.....	98
Fossiles exceptionnels : restes végétatifs de charophytes	98

CHAPITRE QUATRIÈME : CHAROPHYTES ET BIOSTRATIGRAPHIE

Partie IV.1 : Charophytes et Biostratigraphie	100
I. Introduction : Bilan paléontologique général des gisements étudiés	100
A. Algérie.....	100
1. La Hammada du Dra	100
a. Le Glib Zegdou	100
le locus HGL50	100
le locus HGL 51	101
le locus HGL52	101
b. Les Gour Lazib.....	101
la coupe comprenant le locus HGL4	102
la coupe comprenant le locus HGL10	102
la coupe comprenant le locus HGL89	103
la coupe comprenant le locus HGL90	103
c. Les Gour Iderganes	103

la coupe comprenant le locus HGL61	103
d. Bilan paléontologique de la Hammada du Dra.....	103
γ. Sur le plan floristique : les Charophytes.....	103
β. Sur le plan faunistique	105
* Glib Zegdou	105
* Gour Lazib	105
* Gour Iderganes	106
2. Oued Meguerchi.....	106
3. El-Kohol.....	107
4. Kef er Rebbab	107
5. Chott Chergui.....	107
6. Hadjerat Zennad.....	108
7. Koudiet el-Aldjoun.....	108
8. El-Biod (Tinrhert).....	108
B. Maroc	108
1. Achlouj 2.....	108
2. Saf	109
3. El-Koubbat.....	109
4. N°Tagourt 2.....	110
C. Libye : bassin de Syrte	110
II. Attributions stratigraphiques	110
A. Algérie.....	111
1. La Hammada du Dra	111
a. Glib Zegdou.....	111
b. Gour Lazib	112
la coupe comprenant le locus HGL4	112
la coupe comprenant le locus HGL89	113
la coupe comprenant le locus HGL10	113
la coupe comprenant le locus HGL90	114
c. Gours Iderganes.....	114
la coupe comprenant le locus HGL61	114
2. L'Atlas saharien	115
a. Oued Meguerchi	115
b. El-Kohol.....	116
3. Les Hauts Plateaux et Les Hautes Plaines.....	116
a. Kef er Rebbab (Hodna)	116
b. Chott chergui.....	117
c. Hadjerat Zennad et Koudiet el-Aldjoun	118
4. Le Sahara central.....	119
- El-Biod (Tinrhert)	119
B. Maroc	120
1. Le Moyen Atlas.....	120
a. Achlouj 2 : la formation d'Irbzer.....	120
b. Saf : la formation de Bekrit-Timahdit	120
c. El-Koubbat	121
2. L'Anti-Atlas.....	121
*N°Tagourt 2.....	121
C. Libye.....	122

Gisement du bassin de Syrte	122
Partie IV.2 : Biozonation et Biostratigraphie des gisements étudiés du Maghreb	124
I. Introduction	124
II. Biostratigraphie	125
A. Gisements d'Algérie.....	125
1. Le Sahara Nord-occidental : la Hammada du Dra.....	125
2. L'Atlas Saharien	125
a. Gisement d'El Kohol.....	125
b. Gisement de Oued Meguerchi	125
3. Les Hauts plateaux et Hautes plaines	125
a. Gisement du Kef Er-Rebbab (Hodna.....	125
b. Gisement du Chott Chergui.....	125
c. Hadjerat Zennad	126
d. Koudiet el-Aldjoun.....	126
4. Le Sahara central.....	127
El-Biod.....	127
B. Gisements du Maroc.....	128
1. Moyen Atlas.....	128
a. Gisement d'Achlouj 2	128
b. Gisement de Saf	128
c. Gisement d'El-Koubbat.....	128
2. L'Anti – Atlas	128
* Gisement de N'tagourt 2	128
C. Gisement de Libye.....	128
a. Gisement de Syrte 1	128
b. Gisement de Syrte 2	128

CHAPITRE CINQUIÈME: PALEOENVIRONNEMENT ET PALEO GEOGRAPHIE

Partie V.1 : Paléoenvironnement	131
I. Introduction	131
II. Différentiation écologique et hypothèse du provincialisme	131
1. A l'Echelle d'une aire géographique limitée.....	131
2. A l'Echelle de plusieurs Bassins	133
3. A l'Echelle du continent : Afrique-Europe	134
4. Conclusion	136
III. Caractéristique du milieu	136
A. Algérie.....	136
1. Le Sahara Nord-occidental : la Hammada du Dra.....	136
2. L'Atlas Saharien: Oued Meguerchi.....	138
3. Les Hauts Plateaux: Kef Er-Rebbab (Hodna)	138

B. Maroc	138
1. Le Moyen Atlas : Achloulj 2, Saf et Koubbat	138
2. L'Anti – Atlas : N'Tagourt 2.....	139
Partie V.2 : Paléogéographie	140
I. Introduction	140
A. Algérie.....	140
1. Le Sahara Nord-occidental : la Hammada du Dra.....	140
2. Les Hauts plateaux et les Hautes plaines.....	140
- Kef er Rebbab	140
B. Maroc	141
Le Moyen Atlas et l'Anti – Atlas	141
II. Conclusion.....	143
CHAPITRE SIXIÈME: CONCLUSION GENERALE	
1. Sur le plan de la nomenclature systématique et sur le plan stratigraphique	145
2. Inventaire paléontologique de la flore de charophytes.....	146
a. Algérie.....	146
b. Maroc	146
c. Libye	146
3. Attributions stratigraphiques	146
a. Algérie	146
b. Maroc	148
c. Libye	148
4. Conséquences stratigraphiques sur la faune de la Hammada	150
5. Sur le plan du Paléoenvironnement.....	151
a. Assemblage floristique et provincialisme.....	151
b. Caractéristiques des différents milieux	151
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	167
LISTE FIGURES ET TABLEAUX	170
PLANCHES	174

RESUME

Les gisements continentaux crétacés-paléogènes du Maghreb ont livré quatre vingt huit (88) espèces de charophytes réparties sur treize localités fossilifères connues en Algérie, au Maroc et en Libye. Le contenu de sept (7) anciens gisements est revu et réétudié alors que celui des cinq (5) autres est complètement nouveau, le gisement restant étant celui de Busson & Grambast (1965). Les charophytes étudiées se répartissent comme suit : cinquante neuf (59) espèces pour l'Algérie, vingt quatre (24) pour le Maroc et seulement six (6) pour la Libye.

Sur le plan systématique, trois nouvelles combinaisons dans le genre *Feistiella* sont proposées. Les espèces, *Feistiella* sp. 1, *Feistiella* sp. 2 et le genre *Nodosochara* permettent d'envisager de nouvelles extensions stratigraphiques.

A la lumière de ces espèces et des assemblages de charophytes, il est suggéré un âge Campanien-Maastrichtien (Crétacé supérieur) pour les gisements de Kef er-Rebbab, Chott Chergui, El-Koubbat et Syrte 1. Un âge Maastrichtien pour Achlouj 2 ; Paléocène pour Saf; Yprésien inférieur (=Ilerdien, Eocène inférieur) pour Oued Meguerchi, Hadjerat Zennad et El-Kohol et Yprésien (Eocène inférieur) pour Syrte 2. Un âge Yprésien moyen pour N'tagourt 2; Yprésien - Lutétien inférieur pour la Hammada du Dra ; Eocène supérieur pour El-Biod et enfin un âge Chattien inférieur pour Koudiet el-Aldjoun.

Ces résultats permettent parfois de reconsidérer l'âge des faunes récoltées en association avec les charophytes dans les gisements étudiés.

A partir des différentes coupes d'Algérie, des assemblages écologiques différents au sein d'un même bassin, ou de part et d'autre de la Méditerranée soutiennent l'hypothèse d'un provincialisme des flores. En effet, on note, à partir des charophytes et des faunes associées, une différenciation des caractéristiques environnementales, éléments importants dans la reconstitution des paléogéographies successives depuis le Maastrichtien et jusqu'à la fin du Paléogène.

Mots clés : Charophytes, systématique, biostratigraphie, Crétacé, Paléogène, Maghreb.

INTRODUCTION

Les Charophytes dont le nom provient de la racine grecque *Χαρά* (= plaisir de l'eau) sont des algues vertes qui vivent actuellement dans les eaux douces et saumâtres. Certaines d'entre elles ont la faculté de charger en quelques semaines leurs parois cellulaires d'une incrustation calcaire, caractère leur permettant de se fossiliser.

Il est exceptionnel de trouver le thalle de charophyte complètement fossilisé. De même, des fragments d'axes ont rarement pu être fossilisés (cas de Oued Meguerchi, Algérie). En revanche, des fructifications femelles, ou gyrogonites, isolées se retrouvent, parfois en très grande quantité, fossilisées dans les sédiments (cas de la Hammada du Dra, Algérie).

Connues depuis le Silurien jusqu'à l'Actuel, ces algues ont été longtemps délaissées par les paléontologues car les premières formes observées montraient de grandes similitudes, ce qui les rendait difficiles à déterminer et par conséquent sans intérêt stratigraphique.

Depuis, les recherches effectuées un peu partout dans le monde (Europe, Etats-Unis et Chine), et notamment durant les quelques dernières décennies, ont montré que ces charophytes montraient une grande diversité, ainsi que des changements évolutifs au cours du temps. Partant de là, les méthodes développées : Grambast (1972a et b ; 1977), Feist (1970 ; 1975a), Feist *et al.*, (2005), Riveline (1986), Riveline *et al.*, (1996) ; Martin – Closas *et al.*, (1999, 2005) ont permis d'utiliser ces fossiles comme marqueurs biostratigraphiques du milieu continental, conjointement avec les marqueurs mammaliens. Ceci est d'autant plus intéressant que ces organismes sont souvent associés avec des faunes dulçaquicoles (Mollusques, Ostracodes...) très stables au cours du temps et plutôt indicateurs de faciès.

Or, les études menées en Algérie sur le groupe des Charophytes sont peu nombreuses. Ce n'est qu'à partir des années cinquante que ce groupe commence à intéresser les chercheurs, en raison de sa présence à l'état fossile dans les formations continentales et de l'immensité du territoire qu'occupent ces dernières au Maghreb.

En effet, Bâr & Magné (1955) ont été les premiers à découvrir des niveaux à charophytes dans le Crétacé du djebel Meimel (Algérie orientale). Successivement, on peut évoquer Emberger & Magné (1956), Grambast & Lavocat (1959), Grambast (1960), Busson & Grambast (1965), Gevin *et al.* (1974), Mahboubi (1983) et Mahboubi *et al.* (1984) qui ont signalé des charophytes dans différents gisements algériens.

Ce n'est qu'en 1993 qu'un travail systématique sur les Charophytes d'Algérie a été entrepris. Cette étude, qui a fait l'objet d'un Magister, a permis de mettre en évidence l'intérêt des charophytes pour la datation des formations continentales d'Algérie (Mebrouk *et al.*, 1997 ; Mebrouk *et al.*, 1999) . Par la suite l'étude des Charophytes fut élargie aux sites Marocains (Mebrouk *et al.*, 2009).

La présente thèse, complète, développe et finalise l'étude des charophytes du Maghreb, en tant qu'outil biostratigraphique et paléoécologique. Dans ce cadre, la reprise des missions sur le terrain s'est avérée nécessaire bien que celle-ci n'ait été possible, pour des raisons diverses, qu'après l'année 2000. Depuis cette date, et à raison d'une mission par année, nous avons pu reprendre les levées de coupes et l'échantillonnage dans plusieurs localités algériennes, et principalement de la Hammada du Dra (Sahara nord occidental). Consacré en grande partie à l'étude des charophytes de la Hammada du Dra, ce travail a été

élargi aux récoltes anciennes conservées dans les collections de l'Université Montpellier 2 mais surtout aux récoltes nouvelles faites dans le cadre d'études stratigraphiques ou paléontologiques :

- l'étude des charophytes du gisement du Kef er Rebbab, dans la région du Hodna (Algérie), récoltés par le Dr DESREUMAUX, ces Charophytes n'ayant jamais fait l'objet d'étude et dont les échantillons étaient conservés au laboratoire de Paléobotanique de l'Université de Montpellier 2.

- le réexamen de la flore de charophytes de Oued Meguerchi et d'El-Kohol (Atlas saharien central, Algérie) suite aux nouvelles missions effectuées par les membres de l'équipe de recherche du «continental» du Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement (LPSP, Université d'Oran).

- l'étude de quatre gisements dans les formations continentales du Maroc : Achlouj 2, Saf et El-Koubbat (dans le moyen Atlas), N'tagourt 2 (bassin de Ouarzazate dans l'Anti Atlas), découverts lors des missions de prospection paléontologique dans le cadre de l'étude de l'origine des mammifères modernes (Laboratoire de Paléontologie, Institut des Sciences de l'Evolution, Université Montpellier 2).

Nous avons jugé utile d'intégrer d'anciens gisements à Charophytes d'Algérie : Koudiet el-Aldjoun et Hadjerat Zennad dans les Hautes Plaines (déjà étudié par nous même) et El-Biod dans le Sahara central (Algérie) étudié par Busson & Grambast (1965).

Sur conseil du professeur Jean-Jacques Jaeger (Université de Poitiers), les charophytes de deux autres gisements, l'un en Algérie (Chott Chergui) et l'autre en Libye (bassin de Syrte), sont ici étudiés pour l'intérêt systématique des charophytes (en très bon état de conservation), bien qu'aucune indication précise sur leur emplacement géographique ni sur leur contexte géologique exact ne soient connues.

L'objectif de ce travail sera, après avoir replacé les différents gisements dans leur contexte géologique, de réaliser une étude systématique de toutes les espèces de charophytes récoltées au Maghreb par différents auteurs. A partir de là, il s'agira d'en tirer toutes les conclusions biostratigraphiques, paléoenvironnementales et paléogéographiques pour les régions étudiées.

Par ailleurs, ce travail, devait englober aussi une étude géochimique sur les isotopes du carbone et de l'oxygène afin d'apporter des éléments nouveaux susceptibles de préciser les conditions paléoclimatologiques et paléoenvironnementales qui prévalaient dans ces régions aux différentes époques géologiques étudiées. Les analyses ont été conduites, malgré de nombreuses difficultés (mise en place de la méthodologie, analyse et traitement des échantillons au laboratoire de spectroscopie de l'Université de Montpellier 2). Ainsi, elles ont consommé beaucoup de temps et de moyens, tandis que les résultats se sont révélés bien en deçà de nos espérances, en raison de la cristallisation secondaire de la plupart de nos échantillons. À titre de comparaison, il n'a pas été possible de disposer suffisamment d'échantillons de charophytes actuels d'Algérie et du Maroc.

Enfin, l'effectif pas toujours suffisant de nombre des espèces étudiées n'a pas permis de tirer des conclusions suffisamment argumentées sur l'évolution de ce groupe de fossiles.

Ce sera l'un de nos objectifs dans nos recherches futures, en explorant d'autres territoires favorables en Algérie et ailleurs.

Ce travail est organisé comme suit :

Chapitre premier :

CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

Chapitre deuxième :

MATERIEL ET METHODES

Chapitre troisième :

SYSTEMATIQUE DES CHAROPHYTES DU MAGHREB

Chapitre quatrième :

CHAROPHYTES ET BIOSTRATIGRAPHIE

Chapitre cinquième :

PALEOENVIRONNEMENT ET PALEOGEOGRAPHIE

Chapitre sixième :

CONCLUSION GENERALE

CHAPITRE PREMIER

CADRE GEOGRAPHIQUE

ET

GEOLOGIQUE

I. INTRODUCTION :

Le présent travail présente plusieurs axes d'études sur un des groupes fossiles des plus utilisés pour les datations des formations continentales de par le monde. Il s'agit du groupe des Charophytes.

Du point de vue contexte géologique général, les grands traits structuraux du Maghreb sont largement connus et étudiés; ils se répartissent comme suit (fig.1) :

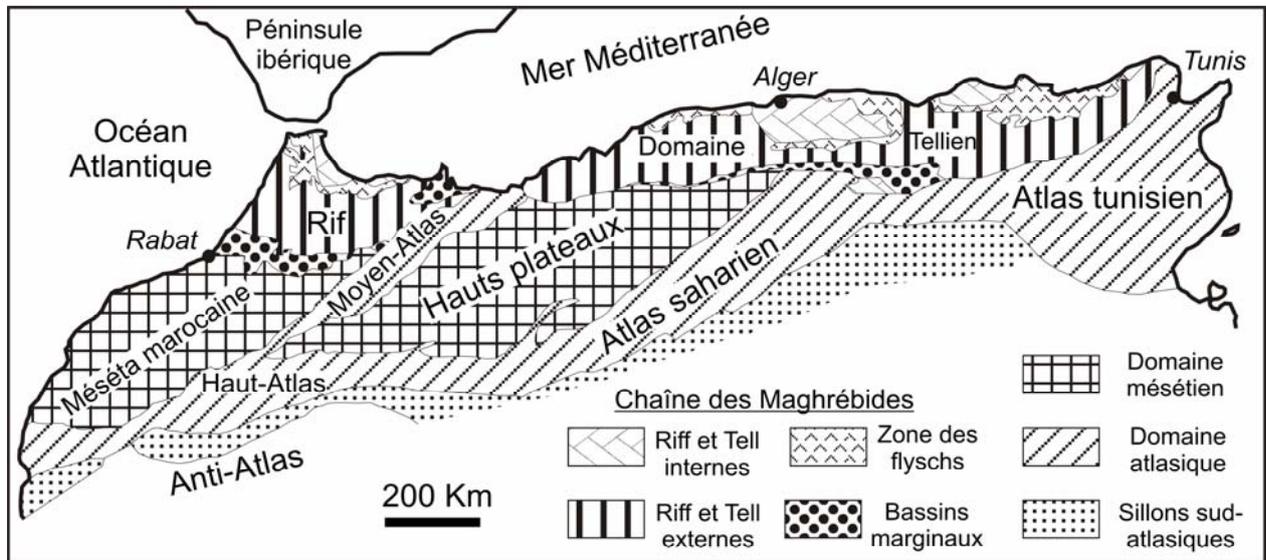


Fig. 1- Les grands traits structuraux du Maghreb (modifié, d'après Piqué *et al.*, 1998 *in*: Tabuce, 2002)

Les gisements qui ont fait l'objet de notre étude se répartissent sur trois pays du Maghreb, à savoir l'Algérie (gisements de La Hammada du Dra, de Oued Meguerchi, de Kef Er-Rebbab, d'El-Kohol, de Chott Chergui, de Koudiet El-Aldjoun, de Hadjerat Zennad, et d'El-Biod), le Maroc (gisement d'Achlouj 2, de Saf, d'El-Koubbat, et de N'tagourt) et la Libye (Région de Syrte) (Fig. 2).

II. ALGERIE :

A. LE SAHARA NORD-OCCIDENTAL : LA HAMMADA DU DRA :

Le terme Hammada désigne l'aspect d'un plateau à peu près horizontal, dont la surface est garnie soit de rocailles soit d'éléments détritiques. La Hammada du Dra est située dans la partie occidentale du Sahara algérien, à environ 400 km au Sud-Ouest de Béchar. C'est une vaste surface structurale décollée en piémont de la chaîne anti-atlasique par l'Oued Dra (d'où elle prend son nom) ; en continuité à l'est avec la Hammada du Guir, elle se prolonge au sud vers l'Eglab par la Hammada Tounassine et figure, à son bord extrême occidental avec la Hammada el Akouadime, le cheveu le plus reculé de la Seguiet el Hamra.

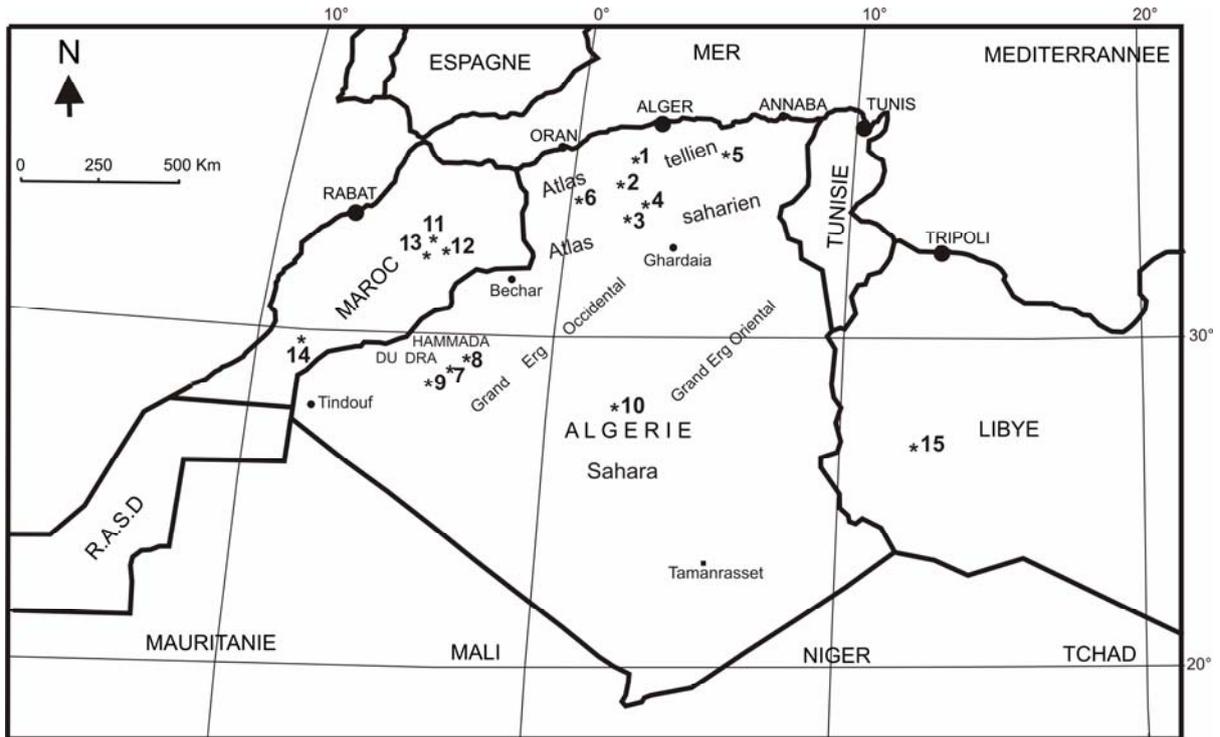


Fig. 2-Carte géographique du Maghreb et situation des gisements à Charophytes étudiés:
 Algérie : 1. Koudiet el-Aldjoun ; 2. Hadjerat Zennad ; 3. El-Kohol ; 4. Oued Meguerchi ; 5. Kef Er-Rebbab ; 6. Chott ech-Chergui ; 7. Glib Zegdou ; 8. Gour Lazib ; 9. Gour Iderganes ; 10. Hassi-Inifel (eL-Biod, Tinrhert) . Maroc : 11. Achlouj 2 ; 12. Saf ; 13. eL-Koubbat ; 14. N'tagourt
 Libye : 15. Syrte

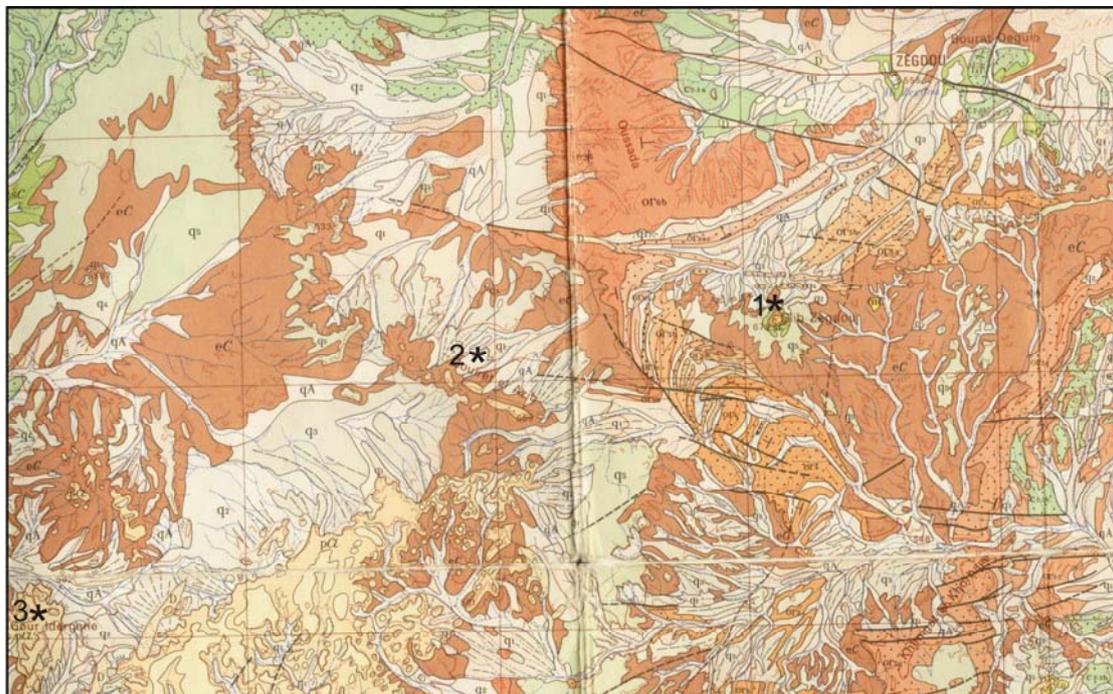
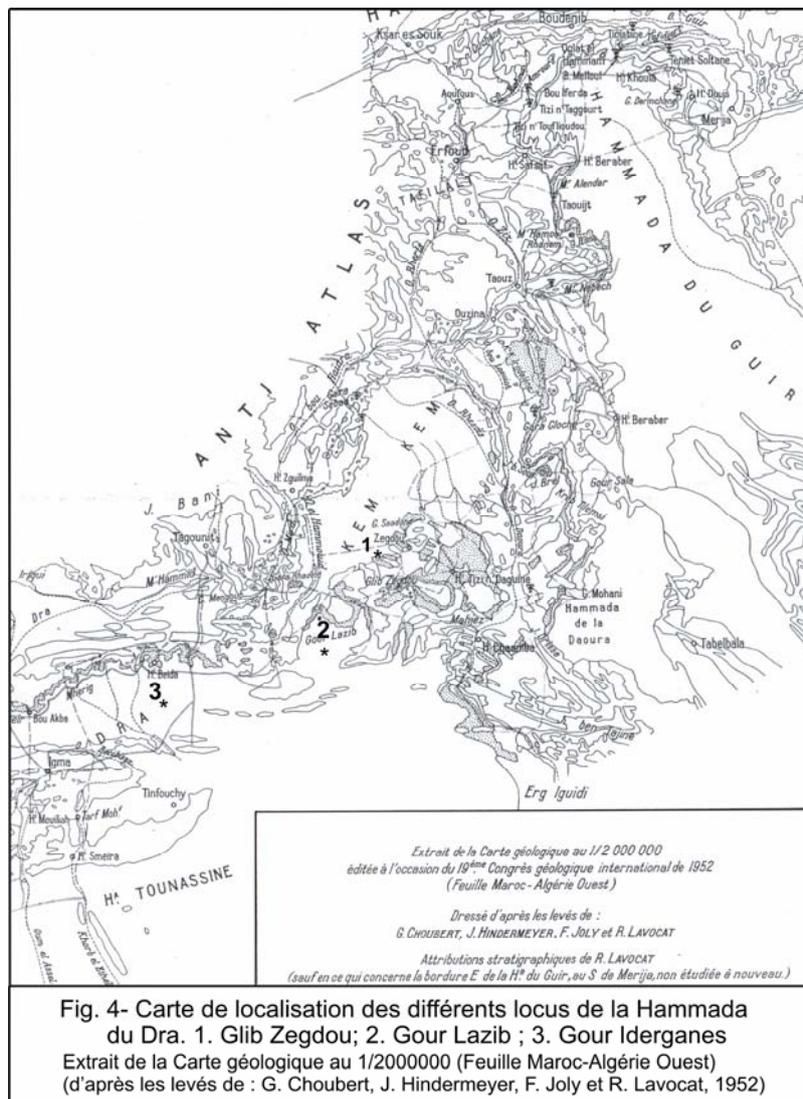


Fig. 3- Extrait de la Carte géologique du Sahara Nord-occidental: 1. Glib Zegdou, 2. Gour Lazib, 3. Gour Iderganes
 C2-3a-b: Crétacé, CsC: Crétacé continental, eC: Eocène continental, Or 2-6: Oligocène, mC: Miocène continental, pa: Pliocène, q 1-5: Quaternaire

L'oued Dra au Nord et Seguiet el-Hamra à l'Ouest vont à l'Atlantique isolant ainsi de l'Océan cette vaste unité d'environ 250 000 km² (Gevin *et al.*, 1975). Dans cette région, les séries tertiaires forment de vastes plateaux désertiques et tabulaires et masquent le socle paléozoïque et parfois les terrains marins du Cénomano-Turonien du Kem Kem. (fig. 3).

Les niveaux continentaux étudiés constituent un ensemble de buttes-témoins au sommet tabulaire. Ces sites fossilifères ont tout d'abord été remarqués par Clariond (1933) qui souligne la présence de gastéropodes au Glib Zegdou, suivi par les découvertes paléontologiques de Joly & Lavocat (1949). En 1959, les premiers fossiles furent retrouvés au niveau des Gour Lazib dans des niveaux riches en charophytes, ces derniers permettant de proposer, pour la première fois, un âge éocène pour ces formations continentales (Grambast & Lavocat, 1959).

Dans la terminologie saharienne adoptée dans cette thèse (et par toute l'équipe qui travaille sur la région), le terme «Gour» désigne un ensemble de «Gara» (= butte-témoin). Les Gour Lazib et le Glib Zegdou et les Gour Iderganes, sont distants les uns des autres de 15 km environ. Dans cette vaste Hammada du Dra, nous avons prélevé et étudié les Charophytes dans plusieurs niveaux répartis sur plusieurs coupes (fig. 4).



Note :

La lithologie de chacune des coupes est subdivisée en ensembles particuliers, désignés ici sous le terme «membre». Cette dénomination a été choisie par l'équipe qui travaille sur ces Gara, pour séparer des parties des coupes qui présentent des faciès et des épaisseurs différents. Bien que ces dépôts n'aient jamais fait l'objet d'aucune étude sédimentologique (s.s.), il est clair que des épisodes ou cycles sédimentaires différents ont été à l'origine de ces successions lithologiques.

Remarque :

Les figurés des faciès de toutes les coupes décrites ci-dessous sont signalés dans le tableau 1 suivant :

	calcaire silicifié		grès sableux
	calcaire fin		grès en partie carbonaté
	calcaire dur, massif		grès à boules d'argiles
	calcaire ruditique (à huitres)		alternance de grès en plaquettes
	calcaire à rudistes		conglomérat
	marne		silt carbonaté
	marne argileuse		silt en partie carbonaté
	marne gypseuse		argile
	grès fin		argile silteuse
	grès très fin		gypse
	grès grossier		sédiment de teinte rouge

Tabl.1 - Légende des figurés des faciès commune à toutes les coupes du présent travail

1. Le Glib Zegdou :

Cette localité offre la série continentale la plus complète du secteur étudié. Les anciens auteurs ont fait débiter cette coupe à partir de calcaires gris silicifié et massifs à taches bleues et roses (Fig. 5) corrélés, sans arguments paléontologiques, au Cénomano-Turonien du Kem Kem (Joly & Lavocat, 1949).

La coupe a été complétée vers la base (Adaci *et al.*, 2007). De bas en haut on distingue trois membres :

- le membre inférieur argilo-marno-gypseux n'affleure qu'à la base NNW du Glib Zegdou. Il repose en discontinuité sédimentaire sur la ride paléozoïque de l'Oussada. Sa base est constituée d'une succession d'argiles silteuses rouges et de grès grossier parfois encroûté. Ces niveaux ont livré des moules internes de gastéropodes et des ostracodes dans un mince banc de calcaire silicifié. Affleurent ensuite un calcaire gris silicifié à taches roses, des marnes gypseuses vertes à vertébrés (HGL*45 et HGL46), puis le calcaire silicifié et massif à taches bleues et roses signalé par les anciens auteurs.

La partie supérieure du membre montre une succession de silts rouges, de marnes à gypse et de grès à gypse beige blanchâtre. Deux niveaux s'avèrent fossilifères, HGL47 et

HGL49. Le premier n'a livré que des vertébrés indéterminables. Le second, qui correspond au locus 4 de Sudre est le gisement type de *Titanohyrax mongereau* (Sudre, 1979).

- le membre intermédiaire détritique est composé d'une alternance de grès jaune à oogones de charophytes et de silts rouges qui passe vers le sommet à une alternance de grès à stratifications obliques et de silts rouges. Il renferme un horizon lenticulaire de grès jaune à rouge à boules d'argile, très riche en charophytes. Un premier niveau a livré de nombreux restes de poissons et de mammifères (HGL50). Un autre niveau (HGL51), situé à environ 1 mètre au-dessus du précédent, a également livré des restes bien conservés de vertébrés.

Vient ensuite, l'ancien niveau fossilifère constitué par des grès roses lenticulaires à boules d'argiles très riche en charophytes et restes de vertèbres (HGL52) (niveau F⁹ de Mahboubi, 1995 ; Mebrouk *et al.*, 1997 ; Mebrouk & Feist, 1999). Au-dessus, d'autres lentilles gréseuses riches en charophytes s'intercalent dans les argiles silteuses rouges-jaunâtres, surmontées par un conglomérat mal consolidé à éléments crétacés et paléozoïques.

- le membre supérieur carbonaté est constitué d'une épaisse barre de calcaire beige grisâtre à silex. Cette barre, lorsqu'elle n'est pas érodée, coiffe la plupart des buttes-témoins des Gour Lazib. Un gastéropode continental du genre *Pseudoceratodes* sp. a été reconnu dans ce calcaire.

2. Les Gour Lazib :

Les Gour Lazib se situent à 30 km de la bordure septentrionale de la Hammada du Dra (et à environ 20 km au Sud Ouest du Glib) et sont répartis sur une surface de 400 km² environ; ils sont limités par la Hammada crétacée dans leur partie nord et nord-occidental et par la Hammada de la Daoura à l'Est. Du point de vue Lithologique, ils pourraient correspondre, au membre intermédiaire du Glib Zegdou et sont le plus souvent chapeautées par la barre de calcaire silicifié. Plusieurs Gour ont livré des gisements fossilifères, qui sont décrits ci-après.

a- La Coupe contenant le locus HGL4 :

La coupe, qui fait environ une quinzaine de mètres d'épaisseur, présente de bas en haut, les faciès suivants :

- des argiles rouges friables, parfois gypsifères
- un niveau gréseux blanc-rougeâtre
- des argiles rouges gypsifères
- un niveau de grès plus ou moins dur, de couleur jaune-rougeâtre contenant des débris d'os et des charophytes peu nombreuses (F)
- une alternance de grès en plaquettes (lités), à granulométrie très fine de couleur jaune avec des grès rouge plus ou moins dur
- une alternance d'argiles rouges friables avec des grès argileux
- un niveau argileux de couleur rouge brune, parfois gypsifère
- un niveau de grès sableux très friable
- une alternance grès-argileuse ; les grès sont fins à cassure blanchâtre (claire).
- une barre de calcaire massif, silicifié à patine blanche, au sommet de la coupe

* HGL : Hammada des Gour Lazib

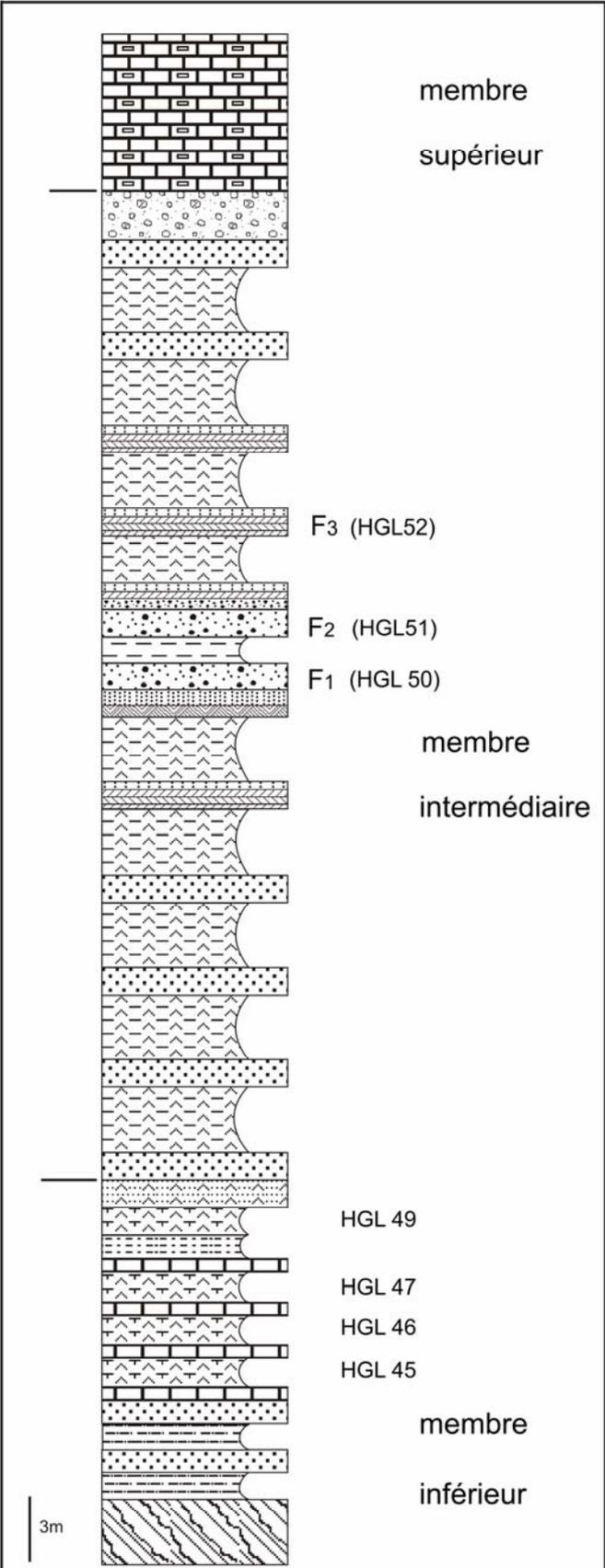
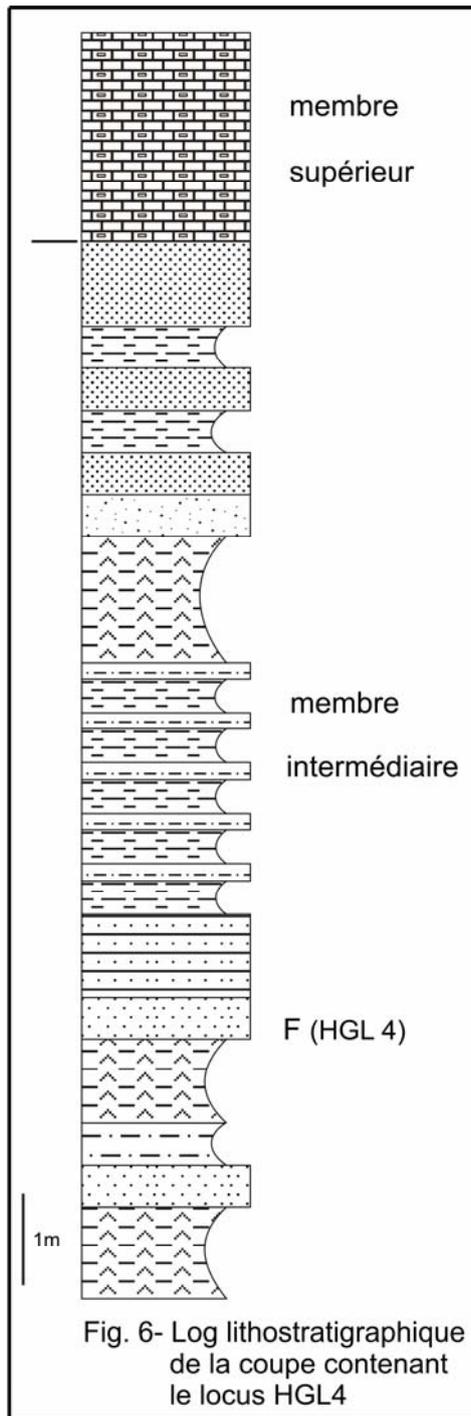


Fig. 5- Log lithostratigraphique du Glib Zegdou

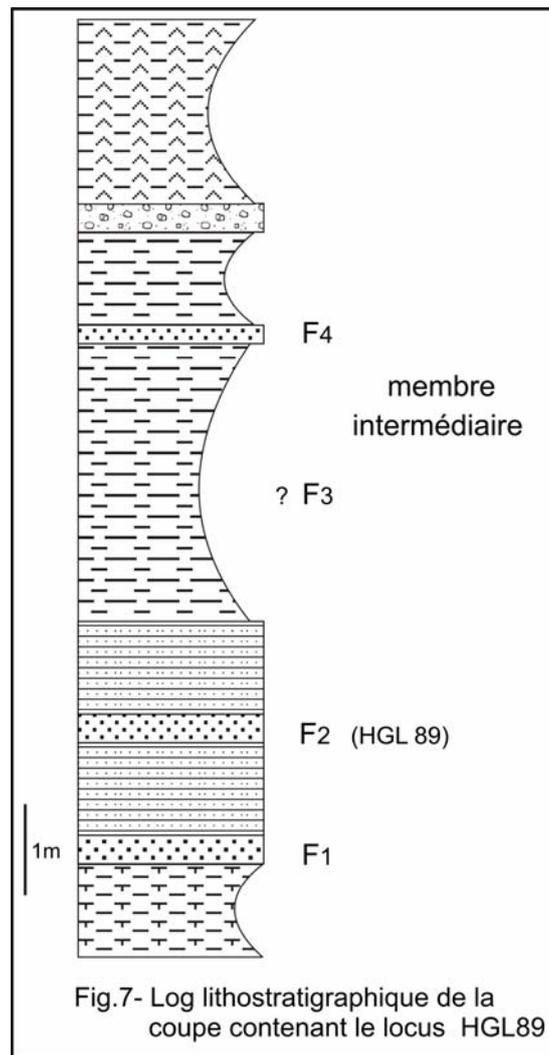


b- La coupe contenant le locus HGL 89 :

Cette Gara isolée se localise dans l'extrémité méridionale des Gour Lazib. La coupe d'une épaisseur d'environ 12-15m, débute tout à fait à la base par une alternance argilo-marneuse de couleur gris verdâtre, très friable à rare charophytes (F1), suivi par un ensemble de grès en lamelles (en plaquettes) à grains grossier très riches en charophytes (F2) et en restes de vertébrés (poissons, fragments de dents de mammifères).

Le milieu de la coupe est caractérisé par une silicification de plus en plus marquée des grès de couleur rosâtre, dans ces niveaux, les charophytes sont moins nombreuses (? F3). Au sommet de la coupe, on observe une alternance de marnes et d'argiles gypsifères de couleur rouge-vin, la particule gypsifère se raréfiant vers le sommet. Une lentille de grès jaune à rares

charophytes (F4) et un mince niveau microconglomératique sont intercalés dans cet ensemble (fig.7).



c- La coupe contenant le locus HGL 10 :

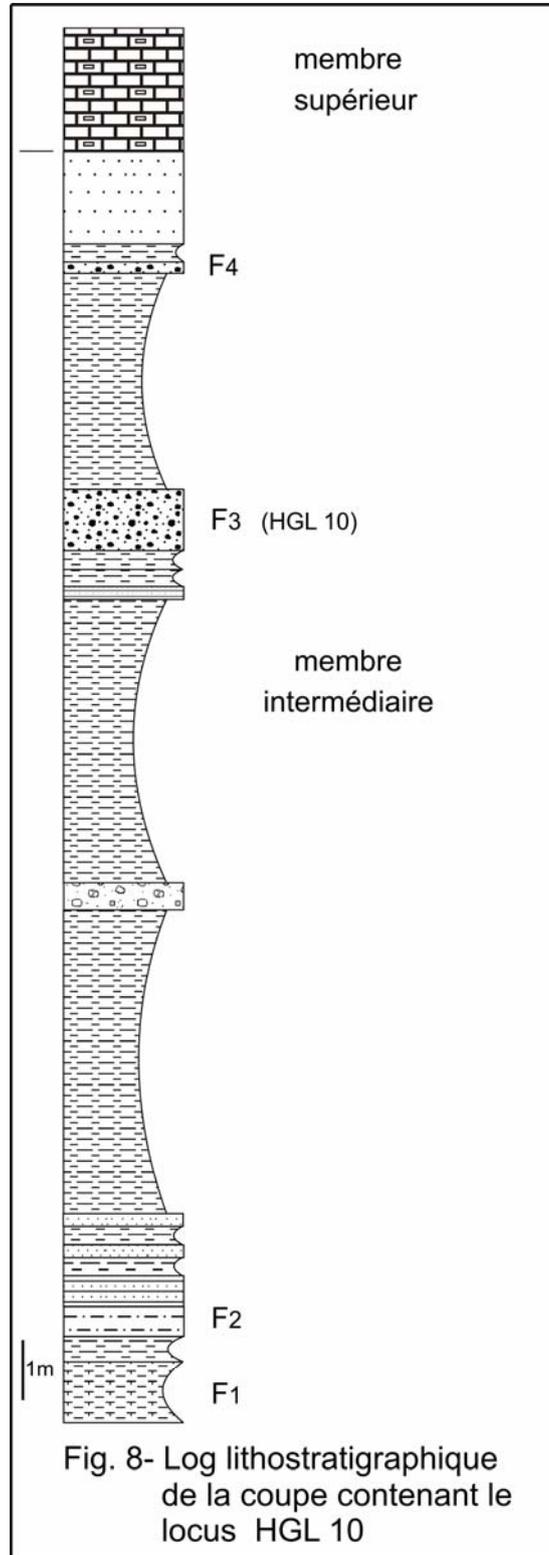
D'épaisseur, environ 30 m, elle présente de bas en haut les faciès suivants: (fig. 8)

- sur une épaisseur d'environ 10 m, on observe tout à fait à la base un niveau d'argiles rouges - verdâtres très riche en oogones de charophytes (F1), suivi par un grès argileux consolidé avec des intercalations d'argiles rouges très friables, à charophytes (F2) et se terminant par des niveaux gréseux en plaquettes et d'argiles rouges – verdâtres.

- au milieu de la coupe et sur plusieurs mètres, on observe une importante masse d'argiles silteuses rouge, friable dans laquelle s'intercale une mince barre microconglomératique d'épaisseur environ 50cm, lenticulaire et discontinue. Cette barre est suivie par une intercalation de grès fins, en plaquettes alternant avec des niveaux argileux très friables dont la base est relativement riche en débris d'os et rares charophytes (F3) tandis que le sommet, gréseux, montre de rares charophytes. Cette série se poursuit par environ 4m d'argiles silteuses rouges, avec, vers le sommet, une lentille gréseuse jaune à rare débris d'os et

charophytes (F4). Un niveau de grès fins de couleur claire termine ce «membre» intermédiaire.

- au sommet, une barre de calcaire à silex et de grès consolidés, chapeaute l'ensemble de la coupe.



d- La coupe contenant le locus HGL 90 :

D'épaisseur générale: environ 40 m (fig. 9), elle présente :

- membre inférieur : débute par des grès rouge vin à charophytes peu nombreux, suivi par une intercalation de lits gréseux, à granulométrie fine, sur une dizaine de mètres, sédiment friable, très peu consolidé, passant à des niveaux gréso-carbonatés et se terminant par des marnes argileuses roses plus ou moins dures.
- membre intermédiaire : débute par un niveau de grès jaune vert d'environ 30 cm d'épaisseur, riche en os et charophytes. Ce niveau (F1) a permis à Sudre (1979) de récolter plusieurs pièces dentaires (locus 4) ; il est coiffé par une intercalation de marnes roses et de grès jaune vert sur une épaisseur de 2 à 3 m. Juste sur la surface de ce membre, est présent un mince lit de grès jaune riche en charophytes (F2).
- membre sommital (ou supérieur) : débute par un grès silicifié à rares charophytes, suivi par une intercalation de calcaire blanc crayeux à grains fins et calcaires durs ; vient ensuite un calcaire à silex suivi par un niveau microconglomératique et au dessus un calcaire dur silicifié.

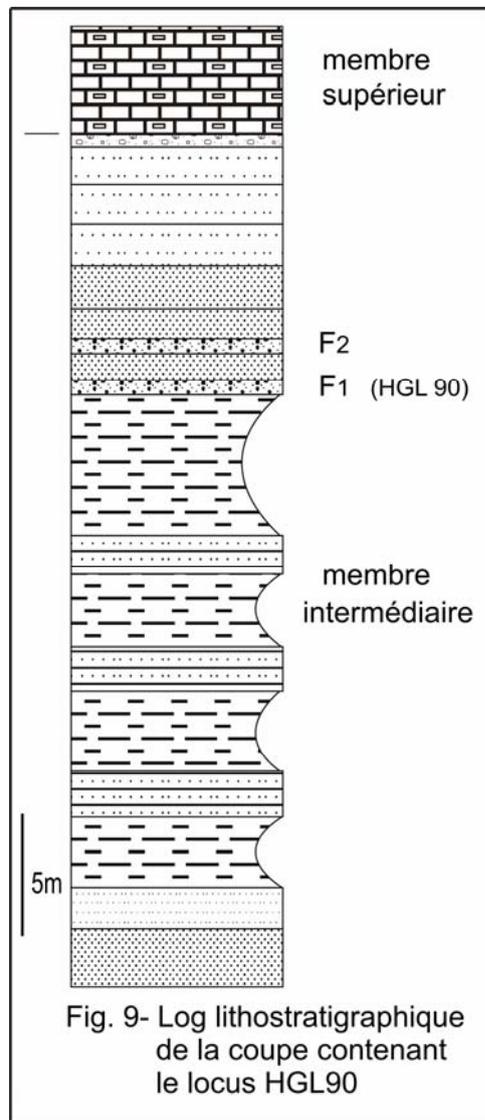


Fig. 9- Log lithostratigraphique de la coupe contenant le locus HGL90

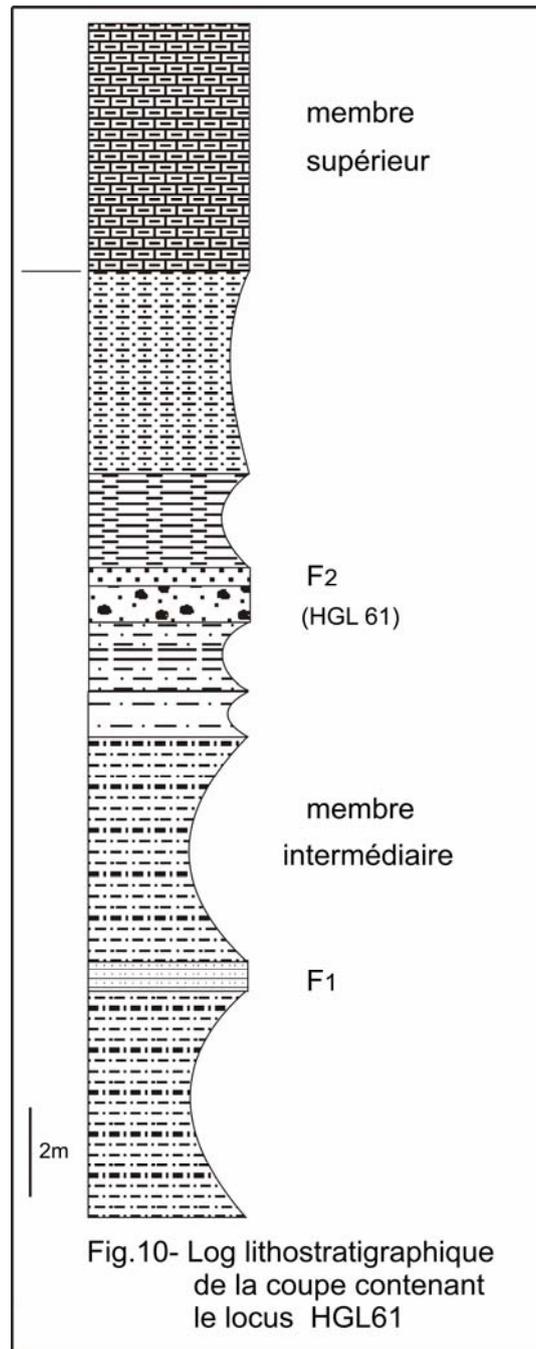
3. Les Gour Iderganes :

Situées à l'Ouest des Gour Lazib et à environ une dizaine de km au sud-ouest du Glib Zegdou, elles font partie de la continuité sud des Gour Lazib. Elles n'ont jamais fait l'objet d'étude.

- La coupe comprenant le locus HGL61 :

La coupe ici décrite est composée de deux collines en continuité. La première, la plus petite, a livrée à son sommet une importante faune d'hyracoïdes. De la base vers le sommet, on observe (fig. 10):

- des argiles silteuses rouges très friables, sur une épaisseur d'environ 5m
- un niveau de grès rouges stratifiés d'épaisseur 50-70 cm, à gyrogonites de charophytes, peu nombreuses,
- Une grande épaisseur (5m) d'argiles rouges identiques au niveau de base
- des grès argileux en lamelles, de couleur rosâtre sur environ 1m d'épaisseur
- un banc de grès argileux qui se poursuit par des argiles rouges indurées se débitant en morceau sur environ 1,5 m
- un niveau constitué d'argiles rouges, comprenant une intercalation d'un mince niveau gréseux, friable, de couleur verdâtre, à boules d'argiles dans lequel plusieurs dents et ossements de mammifères sont présents dont des hyracoïdes de grande taille,
- le sommet de cette première butte est caractérisé par un grès jaunâtre finement lité à rares gyrogonites de charophytes, suivi par une importante masse d'argiles jaunes à rouges friables, avec quelques passages de grès jaunâtre.
- la seconde butte commence par un niveau de grès jaunâtres très fins sur une épaisseur d'environ 5 à 6 m
- au sommet, on retrouve le calcaire parfois gréseux à patine blanche, très dur, silicifié et massif, d'épaisseur 5-6 m.



B. LES HAUTES PLAINES ET LES HAUTS PLATEAUX :

1. Le Hodna :

a. Situation géographique :

Les Monts du Hodna constituent un ensemble montagneux situé dans les Hauts plateaux et encadré par la chaîne de l'Atlas saharien coté Sud et la chaîne de l'Atlas tellien coté Nord. Les chaînons et les massifs constituant les Monts du Hodna sont d'orientation Est-ouest et sont séparés par des dépressions caractérisant ainsi les paysages hodnéens (fig. 11).



Fig. 11- Extrait de la carte de Bou Taleb N° 170 au 1/50000, (type 1922)

b. Cadre géologique du Hodna :

La géologie du Hodna a été étudiée par Glaçon (1952), Bertraneu (1955), Cruys & Marks (1955). D'autre part, les travaux de Savornin (1920), Glaçon (1952, 1967) et Guiraud (1967, 1971 et 1990) ont permis d'identifier plusieurs ensembles :

- * au sud, l'autochtone principalement carbonaté, d'âge jurassique et crétacé, représenté dans la partie orientale des Monts du Hodna par les Djebels Boutaleb et Fournal d'allongement ENE-WSW.

- * un avant pays hodnéen autochtone à para-autochtone correspondant aux dépressions d'Ain Azel et Saleh Bey à l'Ouest, séparés par le Djebel Hadjar Labiod.

- * au Nord, le domaine des nappes de charriage avec l'ensemble allochtone Sud sétifien représenté du Sud au Nord par l'unité inférieure de Dj. Kalaoun, l'écaille de Dj. Sekrine, l'écaille de Ain Lahdjar et l'écaille de Dj. Youssef.

Le Trias affleure en plusieurs endroits, dans le Djebel Gouzi, Koudiat El Bassour et Draa El Djebbs à la faveur d'un grand accident ou front de chevauchement où il aurait probablement joué le rôle d'une semelle de glissement pour les nappes de charriage.

* La coupe du Kef er Rebbab :

Dans la localité de Bou Taleb (ex Ampère), le Kef er Rebbab est situé sur la rive droite de l'Oued Soubella, dans la partie centrale des Monts du Hodna. Ce Kef représente la partie inférieure des gorges de Ras Isly. Ces localités ont fait l'objet de très peu de travaux (Savornin, 1920 ; Bertraneu, 1955 ; Guiraud, 1990).

*** Description lithologique :**

La coupe levée par C. Deureumaux, (ancien géologue à la retraite, France) est inédite ; elle n'a jamais fait d'objet d'étude ; elle fait environ 300 mètres d'épaisseur et se divise en trois formations principales de bas en haut : (fig. 12)

- La formation inférieure (ou basale) est grés-argileuse, d'épaisseur environ 70 m. Elle débute à sa base par un conglomérat à élément grossier, suivi par des niveaux de grès blanchâtre et se termine par des argiles ; cette formation n'a livré aucun fossile.

- La formation intermédiaire est plus marneuse. D'une épaisseur d'environ 120 m, elle débute par un niveau de calcaire suivi par des niveaux essentiellement marneux de couleur gris verdâtre, avec quelques minces intercalations de calcaires fins ; cette formation a livré une importante faune et flore à la base (F1) et au sommet (F2) (charophytes, ostracodes, laffiteines et miliolites).

-La formation supérieure est constituée d'une alternance marno-calcaire épaisse d'environ 100 m. Elle est caractérisée par des calcaires et des marnes, très riches en microfaunes et bioclastes divers (échinodermes, bryozoaires, mollusques).

2. Chott Chergui :

Un riche assemblage de charophytes est conservé dans les collections de l'Université Montpellier 2. Probablement déposé il y a longtemps au laboratoire de Paléobotanique, il est rangé en collection sans autre indication que Chott Chergui. Il n'a pas été possible d'obtenir des informations concernant l'emplacement exact du gisement d'origine et de la coupe correspondante. Nous avons cependant entrepris son étude, afin de compléter l'inventaire de toutes les gyrogonites fossiles d'Algérie récoltées à ce jour.

3. La coupe de Hadjerat Zennad :

Description et log. *in* : Mebrouk (1993, Magister) ; Mebrouk *et al.*, (1997)

Brève description :

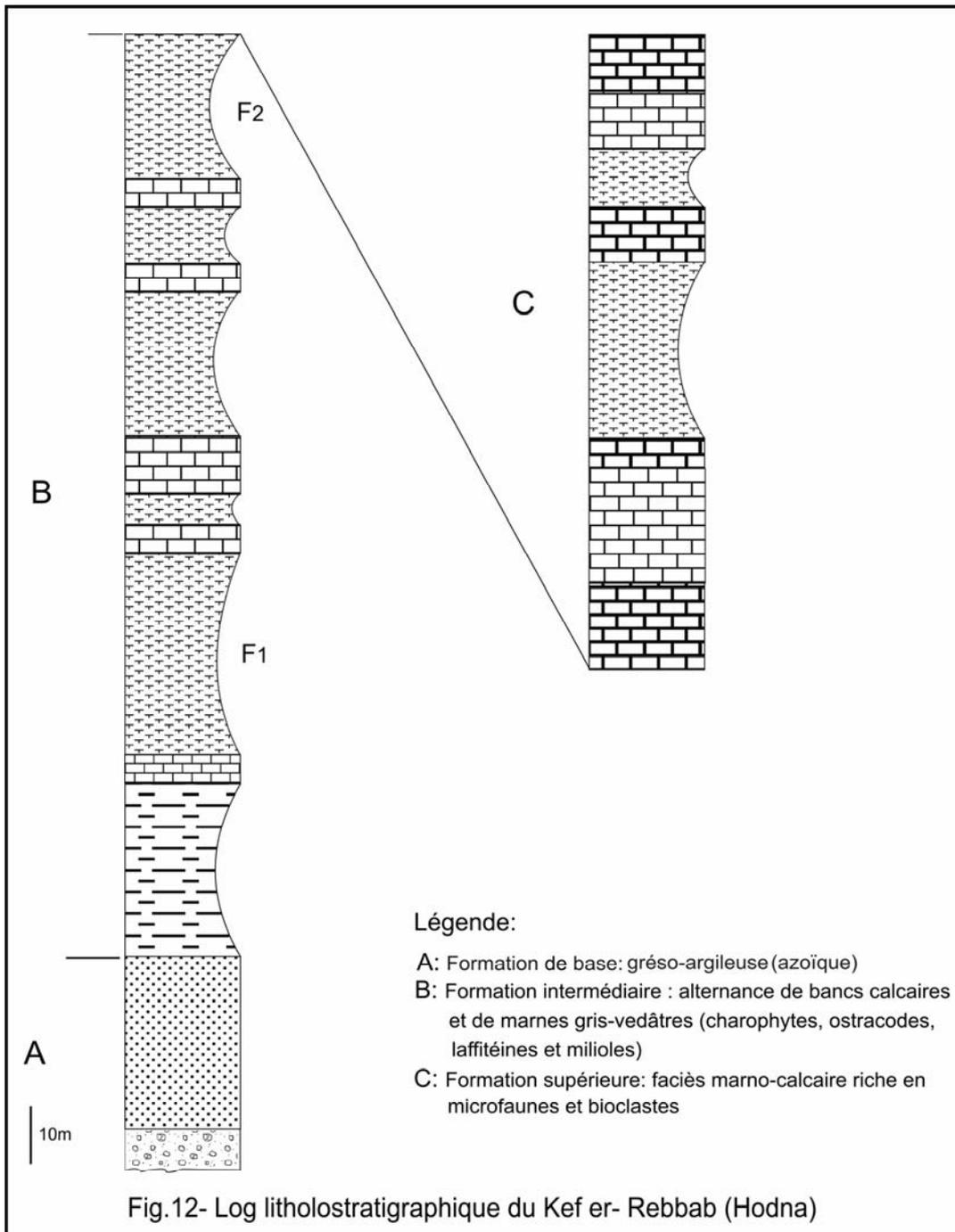
D'épaisseur environ 40 m, elle repose en concordance sur des calcaires marins turoniens. Cette série se compose de silts gréseux à concrétions carbonatées et de calcaires lacustres dont un, épais de 40 cm, a livré une flore de charophytes ainsi que des gastéropodes, des ostracodes et des fragments d'ostéichtyens. Cette succession se termine par un calcaire lacustre à silex.

4. La coupe de Koudiet el-Aldjoun :

Description et log. *in* : Mebrouk (1993, Magister)

Brève description :

La série débute par une alternance marno-gréseuse rouge sur une trentaine de mètres d'épaisseur, suivie d'un niveau de marnes vertes plus ou moins gypseuses riches en oogones de characées. Ce dernier est surmonté par des marnes rouge brique très riches en charophytes visibles à l'affleurement. Cette formation est coiffée par une série marine transgressive.



C. ATLAS SAHARIEN CENTRAL :

1. La coupe de l'Oued Meguerchi :

Description et log. *in* : Mebrouk (1993, Magister) ; Mebrouk *et al.*, (1997)

Brève description :

La série continentale de Meguerchi s subdivise en trois membres : Elle débute, à la base, par un membre gypsifère concordant sur le Turonien marin et supportant un ensemble de calcaires et marnes lacustres. Ce dernier (second membre) ayant

livré une abondante flore de charophytes ainsi que des gastéropodes. La série se termine par une épaisse succession de grès rouges et de silts (dernier membre).

2. La coupe d'El-Kohol :

Description et log. *in* : Mahboubi (1983, 1995) Mahboubi *et al.*, (1984, 1986) ; Mebrouk (1993, Magister) ; Mebrouk *et al.*, (1997)

Brève description :

La formation d'El Kohol se subdivise en quatre membres lithologiquement différents:

- (I) le membre de transition, gypseux, de 70 m d'épaisseur, azoïque,
- (II) le membre détritique inférieur, épais de 60 m est constitué par une alternance de silts et de grès dont un passage silteux a livré des bois fossiles, des bryozoaires et gastéropodes,
- (III) le membre intermédiaire se compose d'une alternance de calcaires lacustres et de marnes, le tout ne dépassant pas 60 m d'épaisseur. A sa partie supérieure, un niveau marneux, épais de 2 m, a fourni la quasi-totalité de la flore de charophytes et de la faune de vertébrés,
- (IV) le membre détritique supérieur comprend une importante série de grès fluviatiles, apparemment non fossilifères, pouvant atteindre une épaisseur de 400 m.

D. LE SAHARA CENTRAL :

a- La coupe de Hassi-Inifel (El-Biod, Tinrhert) :

Description et log. *in* Mebrouk *et al.*, (1997)

Brève description : (Busson & Grambast, 1965).

La formation continentale se rattache au "Continental terminal" (Kilian 1931). Riche en bois fossiles, elle comprend principalement des dépôts détritiques reposant en contact direct sur des sédiments marins paléocènes ou éocènes qui forment le corps principal des plateaux du Tinrhert et du Tademaït. Le niveau à charophytes se situe dans une lentille de calcaire dolomitique, à la base de la série gréseuse (*in* : Mebrouk *et al.*, 1997).

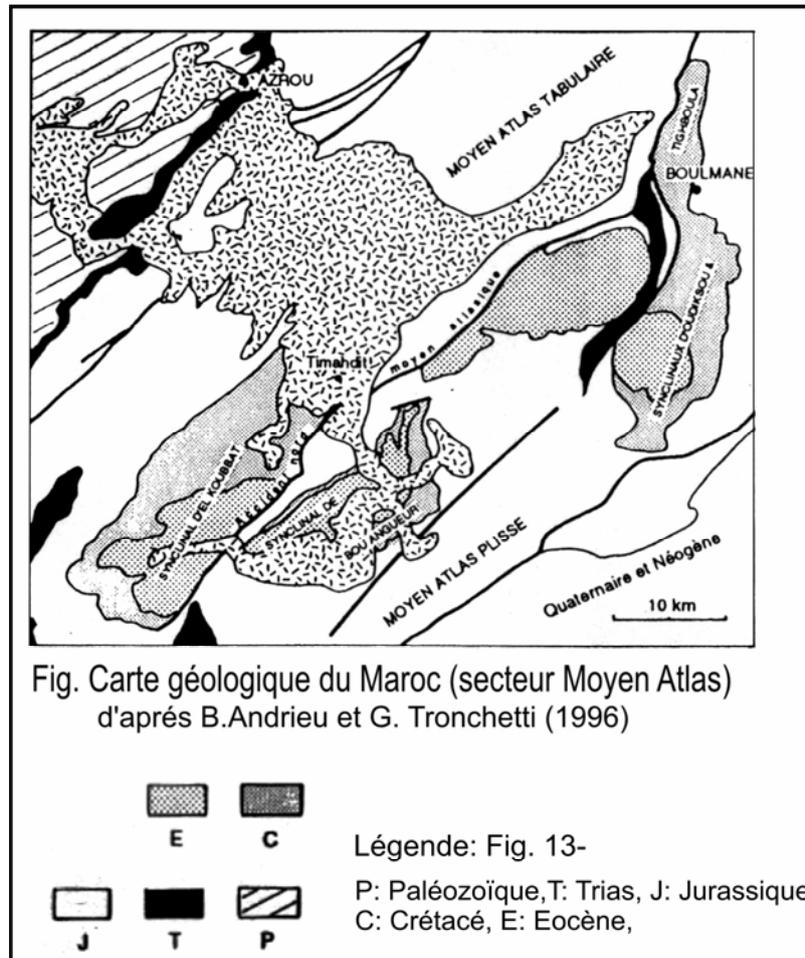
III. MAROC :

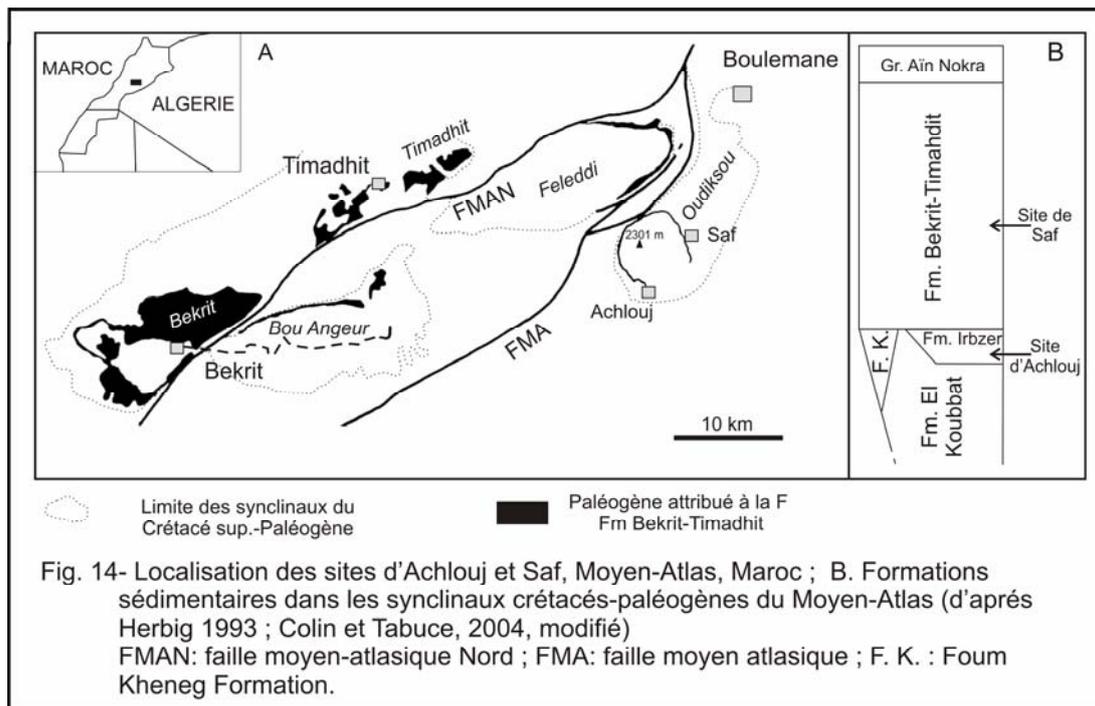
A. LE MOYEN ATLAS : Cadre géographique et géologique :

Près de la ville de Boulemane dans le Moyen-Atlas marocain, des séries littorales et continentales datées du Crétacé au Néogène affleurent dans les synclinaux de Bekrit (ou El Koubbat), Timahdit, Bou Angueur, Feleddi (ou Ain Nokra) et Oudiksou (Herbig, 1993 ; Herbig & Trappe, 1994 ; Tabuce, 2002, inédit) (Fig. 13).

L'étude et la datation de ces niveaux se sont révélées très complexes en raison des nombreux changements latéraux de faciès dus à des mouvements verticaux pré-et synsédimentaires. Dans le synclinal d'Oudiksou, la partie supérieure de la Formation Irbzer est fossilifère. Schudack & Herbig (1995) y ont décrit une flore de charophytes d'âge Maastrichtien à Danien. La présence de charophytes dans cette formation a incité l'équipe de Paléontologie de l'Université Montpellier 2 à entreprendre de nouvelles prospections paléontologiques (Tabuce, 2002). Deux secteurs ont été particulièrement prospectés, la partie Sud/Sud-ouest aux alentours d'Achlouj, et la partie Est près de Saf (Fig. 14).

Les zones étudiées sont réparties dans les niveaux marneux de la Formation Irbzer et dans les calcaires littoraux sus-jacents de la Formation Bekrit-Timahdit. Dans la Formation Irbzer, les prospections ont abouti à la découverte de nombreuses formes de charophytes, d'ostracodes (Colin & Tabuce, 2004), de sélaciens et de restes de dinosaures (Garcia *et al.*, 2003, Vianey-Liaud *et al.*, 2003). Dans la Formation Bekrit-Timahdit, présumée d'âge Thanétien à Lutétien sans argument paléontologique (Herbig & Trappe, 1994), des charophytes, des sélaciens et des mammifères ont été mis au jour.





a- La coupe d'Achlouj 2:

La lithostratigraphie des couches attribuées à la formation d'Irbzer dans le secteur de la coupe d'Achlouj 2 (Fig. 15) est la suivante :

- niveaux 1-7 : marnes phosphatées de couleur jaune à verte, riches en vertébrés (sélaciens, mosasaures, chéloniens).
- niveaux 8-13 : marnes gréseuses et phosphates jaunes se terminant par des marnes meubles à nombreux sélaciens
- niveaux 14-17 : marnes carbonatées azoïques à galets.
- niveaux 18-21 : marnes grises à gastéropodes, coquilles d'œufs d'amniotes, et restes de micro-vertébrés d'eaux douces et continentaux, passant à des marnes vertes à roses plus riches en galets. Trois niveaux ont livré des charophytes (18, 19 et 21).
- niveaux 22-24 : alternance de conglomérats et de marnes vertes à roses à coquilles d'œufs de dinosaures.

b- La coupe de Saf :

La lithostratigraphie des couches de la partie supérieure de la coupe de Saf (au dessus des marnes Crétacé supérieur et des conglomérats), attribuée à la formation de Bekrit-Timahdit, (Fig. 16) est la suivante :

- niveaux 1-10 : ensemble marno-gréseux à passage calcaire de couleur essentiellement rose à rouge ; trois niveaux (3, 4 et 7) ont livré des charophytes.
- niveaux 11-19 : alternance de marnes et de silts à passages gréseux et calcaires ; un seul niveau (14) a livré des charophytes.

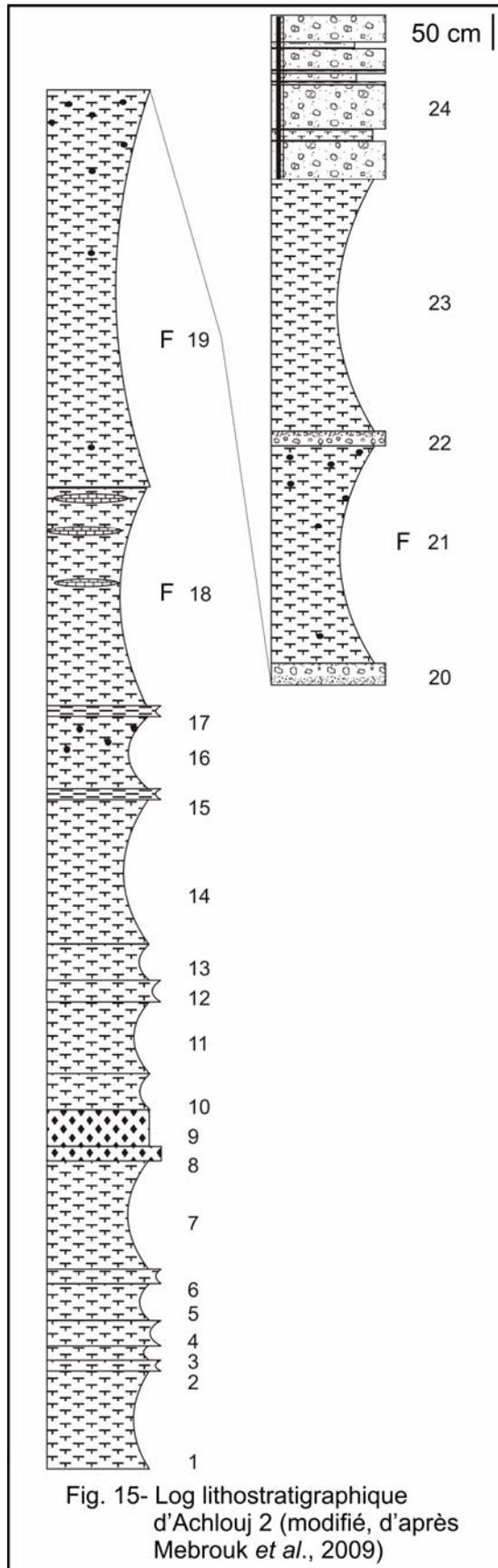
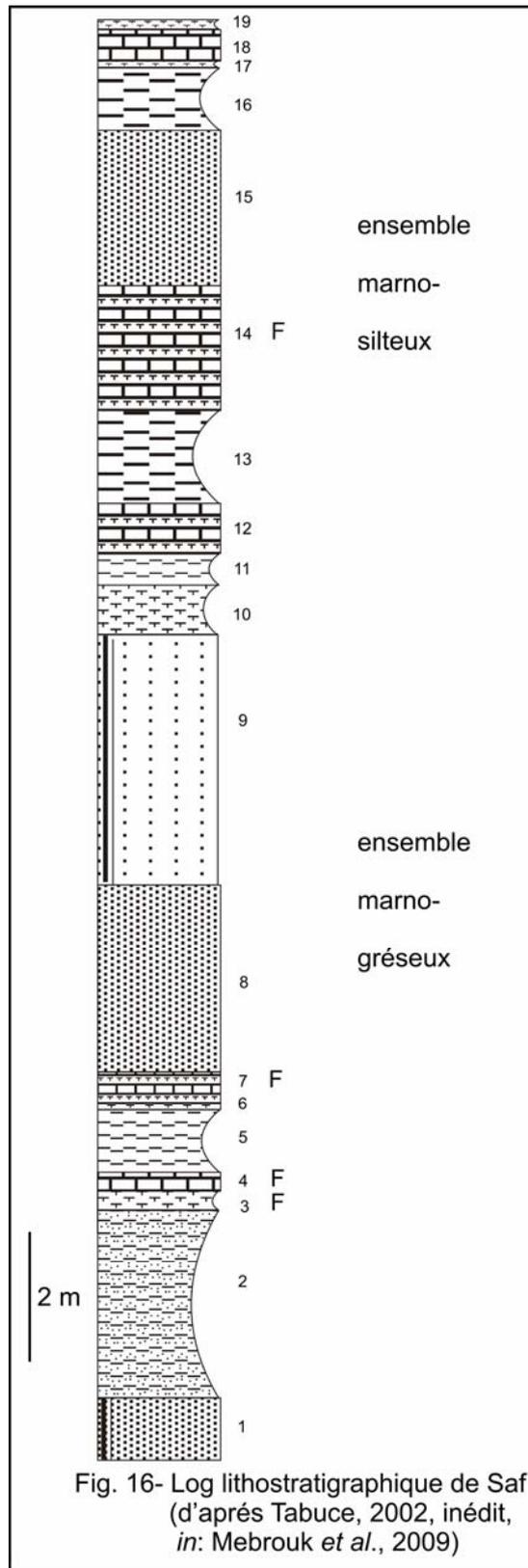


Fig. 15- Log lithostratigraphique d'Achlouj 2 (modifié, d'après Mebrouk *et al.*, 2009)



c- la coupe d'El-Koubbat :

Elle se situe dans le synclinal portant le même nom ou synclinal de Bekrit, à une trentaine de km à l'Ouest d'Achlouj ; la coupe représentant ce secteur est caractérisée par les faciès suivants (fig.17) :

B. L'ANTI – ATLAS :

* Le Bassin de Ouarzazate : Cadre géographique et structural :

Le bassin de Ouarzazate appartient au domaine structural de l'Anti-Atlas qui forme la bordure Nord du craton saharien : il repose sur la plate-forme saharienne. Ce domaine anti-atlasique est séparé des régions plus septentrionales (Haut Atlas, Moyen Atlas, Meseta marocaine, Meseta oranaise) par une frontière tectonique importante : l'accident sud atlasique (Russo & Russo, 1934) (Gheerbrant *et al.*, 1993).

Les gisements du bassin de Ouarzazate ont livré une importante faune de vertébrés paléogènes et ont fait l'objet de plusieurs travaux (Choubert *et al.*, 1970 ; Cappetta *et al.*, 1978, 1987 ; Geyer & Herbig, 1988 ; Gheerbrant, 1987, 1988, 1989, 1990 et Trappe, 1989, 1991).

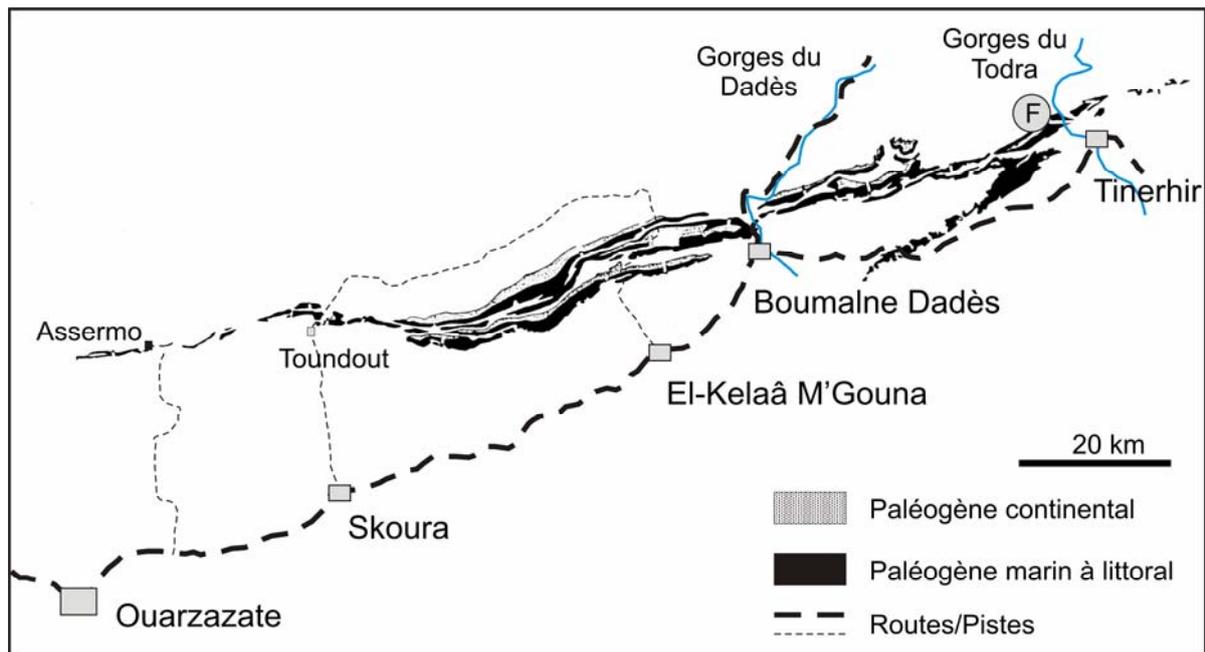


Fig. 18- Bassin de Ouarzazate et position du gisement de N'tagourt 2 (F) (d'après Herbig, 1993, *in*: Tabuce, 2002 inédit, simplifié, *in* Mebrouk *et al.*, 2009)

a- La coupe de N'Tagourt 2:

Le site de N'tagourt 2 fait partie d'un ensemble de gisements situés sur l'extrémité orientale du bassin de Ouarzazate (nommée aussi Bassin du Dadès-Todra).

Les formations paléogènes de ce bassin sont, ici, sommairement décrites et représentées par la colonne lithostratigraphique suivante (fig.19), essentiellement d'après Gheerbrant *et al.* 1993 :

A : La formation d'Asseghmou : constituée de calcaires dolomitiques pauvres en bioclastes, parfois de grès.

B : La formation Jbel Guerssif : constituée par les calcaires dolomitiques épais et massifs, de couleur rose ou blanc-crème, qui forment des bancs-repères bien détachés dans le paysage. Leur puissance augmente d'Ouest en Est. Les faciès sont prédominés par des calcaires bioclastiques dont la fraction détritique est plus ou moins importante suivant les niveaux.

C : La formation Jbel Ta'louit:trois unités principales sont distinguées par les auteurs :

- à l'Ouest, les silts (15 m) dominent dans la première unité, s'y intercalent des marnes sableuses, et à la base, des calcaires marneux ou des lumachelles à huîtres. A l'Est, les silts de cette unité comportent des niveaux gréseux qui prennent une importante puissance (20m) plus au sud.
- La deuxième unité de la formation est plus hétérogène avec une influence carbonatée plus grande. On peut y observer des grès calcaires oolithiques alternant avec des grainstones oolithiques et des marnes rouges. Plus à l'Ouest, ces niveaux passent respectivement à des faciès dominés par des calcaires gréseux et des marnes calcaires comprenant fréquemment des huîtres.
- l'unité supérieure se compose d'un silt gris-vert avec individualisation de bancs de grès fins.

D : La formation Ait Ouarhitane : concordante sur la précédente, elle forme des bancs repères de calcaires mis en relief dans le paysage par l'érosion. Les teintes dominantes sont jaunes à rouges. La puissance de cette formation varie de 6 m à l'Ouest à plus de 30 m à l'Est. Les niveaux de marnes vertes à huîtres et vertébrés de l'Adrar Mgorn 2 et de N'Tagourt 2 (niveau à charophytes et vertébrés) appartiennent à l'extrême base de cette formation, vers la limite avec la formation Jbel Ta'louit.

E : La formation Jbel Tagout : de puissance variable, elle diminue fortement d'Ouest en Est, passant de 150-130m. Elle débute par des marnes et des silts gris bruns concordants. Les grès et les silts rouges, et parfois les gypses et les conglomérats dominant. Dans la partie supérieure, on trouve des horizons rouges et des niveaux à gypses bien développés. La fréquence des grès fins carbonatés augmente vers l'Est, les argiles rouges, les silts et les grès sont également fréquents. Des niveaux carbonatés bioclastiques plus ou moins sableux, d'une puissance maximale de 6 mètres interrompent la sédimentation silico-clastique. Dans ces niveaux, les huîtres sont les macrofossiles prédominants.

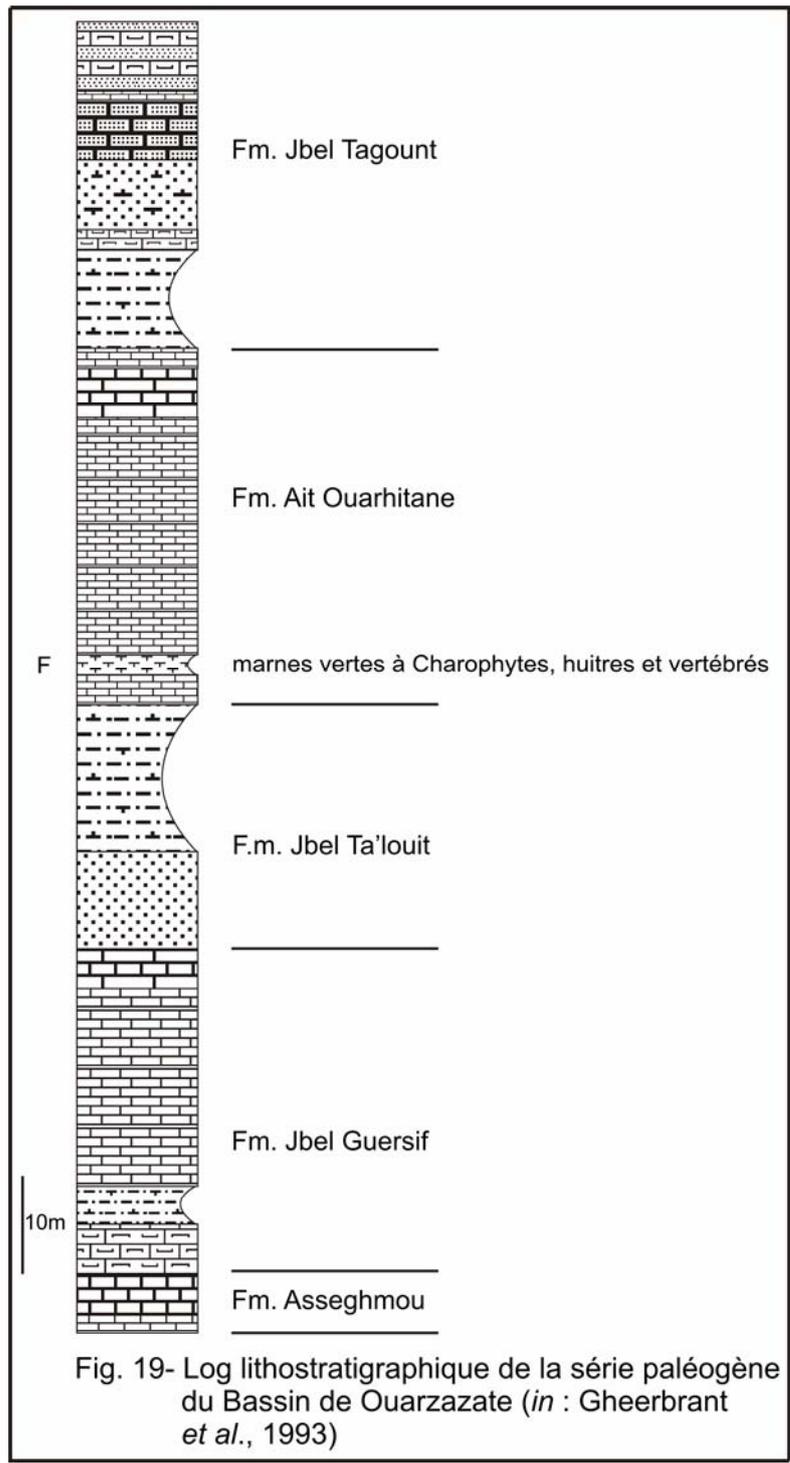


Fig. 19- Log lithostratigraphique de la série paléogène du Bassin de Ouarzazate (*in* : Gheerbrant *et al.*, 1993)

CHAPITRE DEUXIEME

MATERIEL

ET

METHODES

I. INTRODUCTION :

Le présent travail concerne l'étude des charophytes fossiles récoltés par plusieurs auteurs dans différents gisements du Maghreb. Il s'agit pour l'essentiel d'organes reproducteurs femelles calcifiés auxquelles on attribue le nom de gyrogonites. Ces dernières sont dégagées par lavage/tamissage des sédiments fossilifères.

La plante de charophytes se présente comme suit : fig. 20

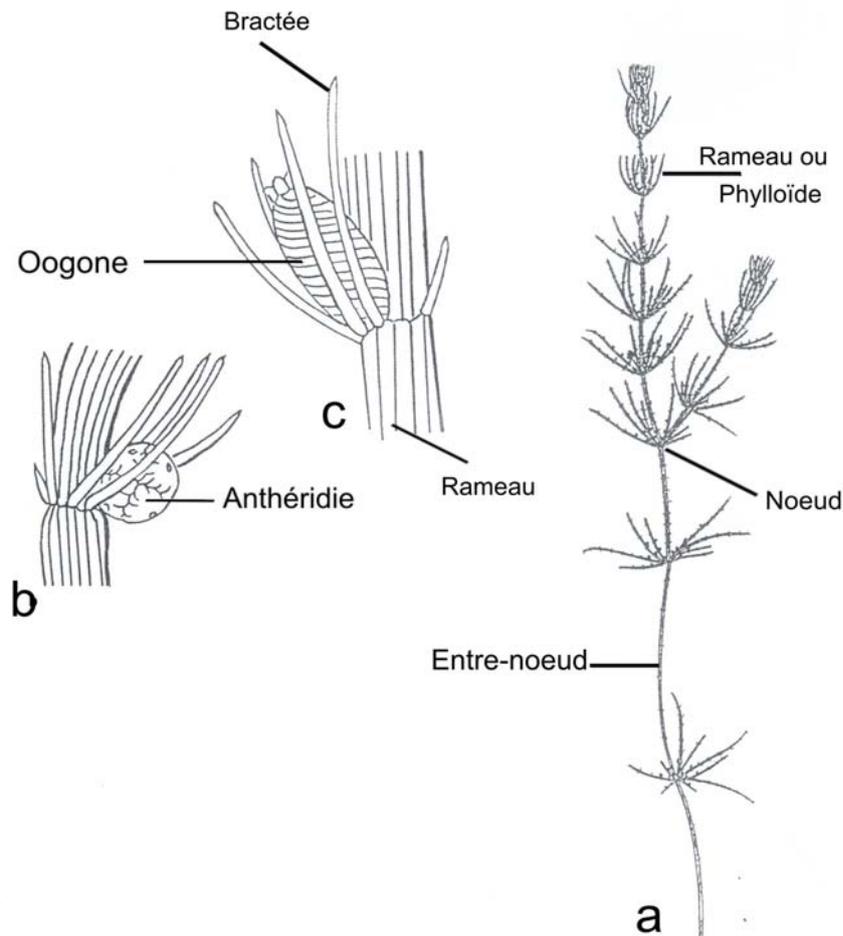


Fig. 20- *Chara zeylanica* f. *elegans* (A. Braun ex. T. F. Allen) H. & J. Groves, a. plante, x 1. (Wood & Imahori, 1964 in: 1964-1965, pl. 95). b-c : *Chara* sp. Noeud fertile d'une espèce dioïque, x 40, b. anthéridie; c. oogone (Corillion, 1975) (d'après Feist *et al.*, 2005, fig. 2)

La plante de charophytes se présente comme un thalle formé par un ensemble d'axes ramifiés et verticillés : les cladomes. La taille de la plante varie de quelques centimètres à un mètre selon les espèces (fig. 20a).

Chez les formes actuelles, toutes rattachées à la famille des Characées, les parties végétatives, fixées par les rhizoïdes, sont constituées par deux types d'axes : l'axe principal (cladome principal) et les axes secondaires (cladomes secondaires) qui évoquent les rameaux des plantes vasculaires. Ces axes sont constitués d'une succession de cellules nodales courtes (en forme de disques), alternant avec cellules entre-nodales (longs et siphonnés) ; à chaque noeud

se différencient des pleuridies ou phylloïdes par cloisonnement des cellules nodales ; ces phylloïdes sont verticillés et à croissance définie.

Les phylloïdes sont également verticillés et composés de nœuds et entre-nœuds. Ces nœuds forment les organes reproducteurs et des bractées. En outre, des filaments cortiquants et des acicules se trouvent uniquement sur les entre-nœuds de l'axe principal chez certaines espèces actuelles du genre *Chara*.

L'anthéridie (ou globule): (fig. 20b) : c'est l'organe reproducteur mâle (gamétangue mâle), sa structure est complexe. Il se présente, à maturité, en forme de sphéroïde rougeâtre, se compose généralement de huit écussons et mesure 1mm de diamètre au plus. L'anthéridie ne se calcifie jamais.

L'oogone (ou nucule): (fig. 20c) : c'est l'organe reproducteur femelle (gamétangue femelle ou oosphère), de forme ovoïde ou globuleuse et entourée par cinq cellules spiralées à enroulement sénestre. Ces cellules sont jointives au sommet et se terminent par cinq (groupe des Chareae) ou dix (groupe des Nitelleae) cellules coronulaires, formant la coronule. La calcification des cellules spiralées produit la gyrogonite.

Remarque:

On parle de nœud fertile dioïque quand l'oogone et l'anthéridie sont séparés sur la même plante, et nœud fertile monoïque quand les deux organes reproducteurs sont associés.

II. MATERIEL :

Les gisements étudiés se présentent comme suit :

A. Algérie :

1. Hammada du Dra :

Le sédiment qui a livré les espèces de charophytes est constitué essentiellement de grès rouges, parfois légèrement jaunâtres associés ou non à des boules d'argiles. Ces niveaux sont situés dans le membre intermédiaire du Glib Zegdou et dans celui de toutes les Garas. Dans un précédent travail (Mebrouk, 1993 inédit ; Mebrouk *et al.*, 1997, Mebrouk et Feist, 1999) seul deux niveaux, l'un du Glib Zegdou (nommé actuellement locus HGL52) et un autre des Gour Lazib (nommé actuellement locus HGL90) ont fait l'objet d'échantillonnage et d'étude.

Les gyrogonites sont très nombreuses et dans un bon état de conservation, pour la grande majorité. Dans certains cas, l'ultra-son a été utilisé pour extraire les gyrogonites de leur gangue et, dans la plupart d'entre eux, les fossiles sont recristallisés de l'intérieur.

a. Le Glib Zegdou :

Lors de plusieurs missions sur le terrain de la Hammada du Dra, trois niveaux fossilifères ont fait l'objet d'échantillonnage intense aussi bien pour la récolte des charophytes que pour la recherche de la faune associée (essentiellement les vertébrés). Il s'agit des coupes comprenant les locus HGL50, HGL51 et HGL52. La richesse du sédiment gréseux en gyrogonites de charophytes est remarquable. Dans un kilogramme de sédiment, plusieurs centaines d'individus peuvent être extraits.

b. Les Gour Lazib :

Tous les niveaux à charophytes du présent travail sont nouveaux, à l'exception de la coupe contenant le locus à vertébrés HGL90. Le membre intermédiaire de l'ensemble de ces garas a livré un nombre important de gyrogonites mais le niveau de base (F1) de la coupe

contenant le locus HGL10 (faciès gréseux légèrement marneux de couleur rouge verdâtre) est de loin le plus riche de tous. Dans ce dernier, la fraction fossile dépasse largement la fraction minérale et on peut compter sans se tromper, par milliers, le nombre de gyrogonites par kilogramme de sédiment dans cette Gara.

c. Les Gour Iderganes :

Dans ce nouveau site de la Hammada (coupe contenant le locus HGL61), l'échantillonnage s'est effectué sur deux niveaux, dans un faciès gréseux rouge à la base de la coupe et rouge jaunâtre à 2-3 m au dessus. Le nombre de gyrogonites est de moindre importance par rapport au Glib Zegdou et des Gour Lazib. L'étude de ce gisement est toujours en cours.

2. Oued Meguerchi :

Le sédiment est constitué de marnes grises friables. Seul un niveau, de l'ensemble de la coupe, a fourni des gyrogonites de charophytes ainsi que des Ostracodes. L'échantillonnage s'est effectué lors de plusieurs missions de terrains. Les fossiles sont dans un état de conservation et de fossilisation exceptionnel et complètement vide de l'intérieur d'où il est très facile d'extraire les plaques basales. Plusieurs centaines d'individus sont extraits d'environ 5 kg de sédiment. Les Ostracodes, font actuellement, l'objet d'une note à part (Mebrouk et Colin, en cours).

3. El-Kohol :

Le sédiment est constitué par des marnes grises bleuâtres plus ou moins dures, elles sont caractérisées par une pauvreté remarquée en gyrogonites de charophytes. Quelques formes ne dépassant pas la centaine sont difficilement extraites de plusieurs kilogrammes de sédiments et dont seulement une trentaine ont fait l'objet d'étude après un lavage-tamissage et un passage à l'ultra-son.

4. Kef er-Rebbab

Le niveau fossilifère est un faciès marneux de couleur gris verdâtre. L'échantillonnage, le lavage et le tri ont été effectués par Mr DESREUMAUX (ancien géologue à la retraite). Cette formation a livré une importante faune et flore de la base au sommet (Charophytes, Ostracodes, Laffiteines et Miliolles). Les charophytes ici étudiées proviennent des collections du laboratoire de Paléobotanique de l'Université de Montpellier 2, faisant partie des collections de M. Feist et conservée à l'Institut des Sciences de l'Evolution de l'Université de Montpellier 2. Les gyrogonites sont dans un bon état de conservation et bien dégagées.

B. Maroc :

1. Achloulj 2 :

L'échantillonnage et le lavage ont été effectués par R. Tabuce (laboratoire de paléontologie de Montpellier 2). Une étude sommaire, effectuée par M. Feist, a concerné une partie des charophytes de ce gisement (*in* : R. Tabuce, 2002). Le faciès est caractérisé par des marnes grises à gastéropodes, coquilles d'œufs de vertébrés, et restes de petits micro-vertébrés, passant à des marnes vertes à roses plus riches en galets. Trois niveaux ont livré des charophytes. Ces dernières sont nombreuses et très recristallisées de l'intérieur, elles sont bien propres de l'extérieur.

2. Saf :

Tout comme Achlouj 2, le site de Saf a été prospecté et échantillonné par R. Tabuce (*in* : Tabuce, 2002). Trois niveaux d'un ensemble marno-gréseux à passage calcaire de couleur essentiellement rose à rouge ont livré des charophytes. Une première détermination a été faite par M. Feist, mais aucune étude systématique complète. Les gyrogonites ne sont pas nombreuses mais dans un bon état de conservation et propres.

3. El-Koubbat :

Les charophytes proviennent d'un important sédiment lavé mais non trié déposé au laboratoire de Paléobotanique de Montpellier 2 faisant partie de la collection de M. Feist. Sur conseil du Pr J.J. Jaeger, nous avons entrepris son étude. Nous n'avons aucune idée sur la personne qui a fait la collecte et l'échantillonnage. Les gyrogonites sont nombreuses, propres et dans un bon état de conservation mais recristallisé de l'intérieur.

4. N'Tagourt 2 :

R. Tabuce (*in* : Tabuce, 2002), a échantillonné ces niveaux situés dans des faciès argileux et marneux verts à invertébrés marins riches en huîtres. Leurs position est à l'extrême base de la formation Ait Ouarhitane, immédiatement au dessus de la formation Jbel Ta'louit. Outre sa faune marine, le site de N'Tagourt 2 a livré des mammifères et des charophytes. Les gyrogonites ne sont pas nombreuses mais bien conservées et propres.

Les charophytes échantillonnées par Gheerbrant et étudiées par Feist (*in* : Gheerbrant *et al.*, 1993) sont des formes différentes de celles ici étudiées. Cela pourrait s'expliquer par un biais d'échantillonnage, ou alors il s'agit d'un autre niveau proche et se trouvant sur le même site.

C. Libye : Bassin de Syrte :

Des gyrogonites fossiles de Libye, déposés dans les collections du laboratoire de Paléobotanique de Montpellier 2, au niveau des collections de M. Feist, proviennent d'un (ou de deux) niveau(x) stratigraphique(s) inconnu(s) mais se trouvant dans les même cellules. Les gyrogonites sont peu nombreuses, propres, dans un bon état de conservation et complètement recristallisées de l'intérieur.

III. METHODES :

A. Préparation du matériel :

1. Echantillonnage :

Un échantillonnage minutieux tant dans le sens vertical qu'horizontal est nécessaire afin de suivre les changements et les variations des caractères des populations de charophytes fossiles sur le plan spatio-temporel.

Les marnes et les calcaires gris ainsi que les grés rouges (parfois jaunâtres ou rosâtres) sont de loin les faciès les plus favorables pour la recherche des gyrogonites. Pour isoler une quantité de gyrogonites suffisantes, il faut prélever de un à plusieurs kilogrammes de sédiment brut.

2. Lavage/Tamisage :

Pour extraire les gyrogonites des sédiments meubles, différentes méthodes de lavage-tamisage peuvent être utilisées selon le type de sédiment. Il s'agit, pour la première,

de la méthode du carbonate de sodium et pour la seconde, la méthode à l'essence. Pour les sédiments indurés tel que les carbonates, la méthode de désagrégation est la plus utilisée.

a. méthode du bi-carbonate de sodium :

Cette méthode est utilisée pour les sédiments meubles (marnes et grès). Un prélèvement moyen d'au moins 5kg de sédiments est mis à tremper dans 10 litres d'eau additionnées de 250 ml d'eau oxygénée à 110 volumes et environ 250 g de carbonate de sodium. Le trempage dure 12 à 24h. Le lavage-tamissage est effectué sous un jet d'eau continu jusqu'à ce que le filtrat soit clair. Les tamis utilisés possèdent des mailles successivement décroissantes.

b. La méthode à l'essence :

Cette méthode est utilisée pour les sédiments non consolidés et très argileux. Le processus consiste à faire séjourner les sédiments secs dans l'essence (ou mieux dans le Kérosène) et l'y laisser pendant 5mn environ, pour une meilleure absorption de l'essence par le sédiment. Recouvrir ensuite d'eau et laisser reposer une journée au maximum. Les sédiments sont ensuite tamisés.

c. La méthode de désagrégation :

Dans le cas d'un sédiment calcaire, on utilise la méthode du sulfate de cuivre :

Pour 100 g de sédiment sec et coupé en morceaux, le plus petit possible : il faut

- 50 g de sulfate de cuivre anhydre (Cu SO_4)
- 1 litre d'acide acétique ($\text{CH}_3 \text{COOH}$)
- 1 litre d'ammoniaque ($\text{NH}_4 \text{OH}$)

Des récipients supportant la chaleur, une hotte aspirante et un agitateur en verre sont indispensables pour cette opération. Cette méthode consiste à mélanger le sulfate de cuivre et l'acide acétique, puis y tremper l'échantillon et le laisser reposer une journée au maximum. A la fin, neutraliser avec l'ammoniaque (sous la hotte aspirante) puis rincer.

Dans ce présent travail, nous avons utilisé la méthode du lavage-tamissage pour les échantillons des grès rouges de la Hammada, des marnes grises de Meguerchi et d'El-Kohol. Avec seulement de l'eau courante à laquelle nous avons, parfois, ajouté quelques grammes de bi-carbonate de sodium et de l'eau oxygénée suivi par un lavage à l'eau courante. Trois tamis superposés à maille décroissante (2mm, 0,700mm et 0,200mm) sont utilisés, les gyrogonites sont facilement dégagées et, dans de rares cas, nous avons eu recours à l'ultra-son pour bien dégager les fossiles de leur gangue.

Le tri, à partir du résidu sec, est effectué sous la loupe binoculaire de marque Leica MZ 7.5. Les charophytes ainsi obtenues constituent des populations au sens large qui se composent généralement de plusieurs espèces.

B. Méthodes d'étude :

La notion de population est la clé d'étude des charophytes fossiles. Compte tenu de la grande variabilité morphologique et biométrique des gyrogonites, les observations doivent être effectuées sur des populations de cent gyrogonites pour être significatives. Néanmoins, et en l'absence d'un nombre conséquent d'individus, une détermination préliminaire du fossile est possible en attendant de nouvelles récoltes. La fiabilité de la détermination est d'autant plus grande que les caractères diagnostiques utilisables sur les spécimens disponibles sont nombreux.

1. Prises de mesure :

Quand le nombre d'individus d'une population est très important, un prélèvement au hasard de 100 gyrogonites est effectué et les principaux paramètres (Longueur, largeur, nombre de tours de spires etc...) sont mesurés sur chaque gyrogonite. Nous avons, dans le présent travail, et dans le cas de certaines espèces, mesuré qu'un nombre réduit de gyrogonites (ne dépassant pas parfois 10 gyrogonites).

Ces mesures ont été effectuées, dans le cadre de ce travail, sur la plateforme de microscopie de l'Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier, Université Montpellier 2. Les mesures se sont faites sur un mesuroscope de marque Nikon avec un compteur digital de marque Nikon. Le grossissement est de 10 x 5.

Les mesures sont complétées par une bonne observation et une fine description du sommet, de la base et de la morphologie des spires ainsi que leur ornementation.

2. Paramètres mesurés :

Il est actuellement admis, et cela depuis l'étude de H. af Rantzien (1956) que les principaux paramètres de mesure des charophytes sont les suivants :

- la Longueur L : distance axiale entre les centres du sommet et l'extrême base de la gyrogonite
- la largeur l : distance à l'emplacement du plus grand diamètre de la gyrogonite
- le rapport L/l, exprimé aussi sous forme de 100L/l, c'est l'indice d'isopolarité (ISI)
- le nombre de tour de spires visibles latéralement : sa valeur numérique est en général comprise entre 6-12 tours
- d'autres mesures sont effectuées sur la gyrogonite tel que le diamètre du pore apicale, du pore basal, la hauteur de la colonne basale).

3. Représentation des résultats :

Classiquement des histogrammes de Longueur, largeur et nombre de tours de spires sont établis afin de visualiser la distribution des caractères dans la population. Ces histogrammes n'ont pas été établis dans le présent travail.

4. Illustration:

La figuration en photo, souvent en trois vues (profil, vue apicale et basale) est utilisée, elle permet de donner une image assez complète des caractères morphologiques de la gyrogonite. Les photos sont généralement prises au M.E.B (microscope à balayage électronique) sous différents grossissements.

Toutes les photos des gyrogonites du présent travail ont été prises au laboratoire de microscopie électronique de l'université de Montpellier 2 sur un MEB de marque Jeol 6300 après métallisation au platine.

CHAPITRE TROISIEME

SYSTEMATIQUE DES

CHAROPHYTES DU MAGHREB

I. INTRODUCTION :

La première classification des Charophytes fossiles fut établie par Pia en 1927 ; elle englobe une classe et trois familles. Depuis cette date, plusieurs classifications ont vu le jour : nous citerons celle de Mädler (1952), de Grambast (1962b), de Wang (1978a), de Wang & Lu (1980) et enfin celle de Lu, Soulié-Märsche & Wang (1996). Pour notre part, nous adopterons la classification de Feist *et al.* (2005), c'est à dire la classification de Feist & Grambast-Fessard (1991) légèrement modifiée par ces mêmes auteurs. L'ensemble des charophytes correspond à un Phylum qui englobe une classe, trois ordres, et douze familles. Tous les taxons identifiés sont attribués à l'ordre des Charales.

Classification d'après Feist *et al.*, (2005) :

- Phylum Charophyta MIGULA, 1897
- Classe Charophyceae SMITH, 1938
- Ordre Charales LINDLEY, 1836
- Famille Raskyellaceae L. & N. GRAMBAST, 1955
- Famille Porocharaceae GRAMBAST, 1962b
- Famille Characeae AGARDH, 1824
- Sous Famille Charoideae BRAUN *in*: MIGULA, 1897
- Sous Famille Nitelloideae BRAUN *in*: MIGULA, 1897

Les critères de classification des charophytes sont ici résumés (Feist *et al.*, 2005)

Pour les Ordres :

- sens d'enroulement des cellules spiralées des gyrogonites : dextre pour les Moellerinales, senestre pour les Charales.
- présence d'un utricule et d'un nombre élevé de cellules spiralées chez les Sycidiales.

Pour les Familles :

- nombre de cellules spiralées
- structure apicale des gyrogonites
- la présence d'un caractère spécial de l'utricule chez les Clavatoracées et les Sycidiales

Pour les Genres :

- caractéristiques de la base et de l'apex des gyrogonites
- plaque basale
- forme générale de la gyrogonite

Pour les espèces :

- caractère de la forme chez la gyrogonite
- ornementation et dimensions de la gyrogonite
- caractères de l'utricule chez les Clavatoraceae et les Sycidiales

Notons que, les morceaux de tiges ou de thalle non attachés aux gyrogonites ne sont pas concernés par cette classification.

Abréviations utilisées pour les tableaux de la partie systématique :

- L** : Longueur des gyrogonites
- L** : largeur des gyrogonites
- n** : nombre de tours de spires
- l_{sp}** : largeur des spires
- ISI** : indice d'isopolarité = $100 \times L / l$

Note importante :

Les âges continentaux du présent travail sont souvent cités dans la nomenclature européenne. Ils n'ont pas d'équivalents en Afrique et ne sont plus utilisés actuellement. Nous donnons ici leur équivalent dans l'échelle stratigraphique internationale actuelle :

Yprésien = Eocène inférieur

Sparnacien (étage continental) = Ilerdien (étage marin) = Yprésien inférieur

Cuisien = Yprésien supérieur

II. SYSTEMATIQUE DES CHAROPHYTES DES GISEMENTS ETUDIÉS DU MAGHREB :

Phyllum Charophyta Migula, 1897

Classe Charophyceae Smith, 1938

Ordre Charales Lindley, 1836

Sous Ordre Charineae Feist & Grambast –Fessard, 1991

Famille Porocharaceae Grambast, 1962b

Sous Famille Porocharoideae Grambast, 1961

emend. Wang & Huang, 1978

Genre *Feistiella* Schudack 1986

Caractères de la gyrogonite : (d'après Schudack 1986) «Gyrogonite de forme générale ellipsoïde à subglobuleuse ; pore apical petit ou moyen ; plaque basale unique; taille variable.»

Répartition du genre : ? Permien supérieur, Jurassique moyen-Paléogène
(Schudack, 1986).

Espèce-type : *F. bijuescensis* Schudack, 1986

***Feistiella globosa* (Grambast et Gutiérrez) Schudack 1986**

PLANCHE I, fig. 1-6

1977. *Porochara globosa* Grambast & Gutiérrez, p. 7, fig. 1,2 et Pl. I, 1-12

1986. *Feistiella globosa* (Grambast & Gutiérrez) Schudack, p. 24, 60

1995. *Feistiella* sp. Schudack & Herbig, p. 130, Pl. I, fig. 1-14, 22

2002. *Feistiella globosa* (Grambast & Gutiérrez) Schudack, *in*: Tabuce, p. 6 (inédit).

Localités: Achlouj 2, (niveaux 18-19-21), (Maroc).

Description:

Gyrogonite de forme ellipsoïde large à globuleuse. La région apicale est souvent assez large et tronquée dans sa partie centrale, la région basale est arrondie, rarement effilée et souvent tronquée. Dimensions : 800-1200 µm, le plus souvent 900-1100 µm de long et 700-1200 µm, le plus souvent 800-1000 µm, de large. ISI variant de 108 à 131 (120 en moyenne).

Six (6) à 10 tours de spires visibles latéralement, le plus souvent 8 à 9, hauts de 130 à 170 µm (150 µm en moyenne), convexes et lisses. Le pore apical est enfoncé, large de 200 à 320 µm, de contour sphérique ou en rosace ; le pore basal est de forme pentagonale, large de 110 à 170 µm et souvent enfoncé. La plaque basale pentagonale est de forme pyramidale.

Matériel : 100 individus mesurés

Remarque : Dans le gisement d'El-Koubbat (Maroc), des formes identiques et de grande taille, sont facilement reconnaissable.

Affinités :

Par la présence d'une plaque basale unique, pyramidale et pentagonale, par les caractères de longueur, de largeur, d'ISI, ainsi que de la forme et du diamètre du pore apical, cette espèce se rattache incontestablement à *Feistiella globosa* (Grambast & Gutiérrez) Schudack (1986) ; elle s'en distingue uniquement par un nombre supérieur de tours de spires, caractère commun avec *Feistiella anuluensis* (Wang) Schudack (1986) (Tableau 2). Précisons par ailleurs, que notre échantillonnage provient du même niveau que celui ayant livré *Feistiella* sp. à Schudack & Herbig (1995) ; les caractères de cette forme entrent dans le domaine de variabilité de *F. globosa*. *Feistiella* sp. (Schudack & Herbig) se rattache donc à l'espèce *F. globosa* (Grambast & Gutiérrez) Schudack (1986) (tableau 2).

Extension connue de l'espèce : *Feistiella globosa* est d'âge Campanien - Maastrichtien (Grambast et Gutiérrez, 1977).

Âges des présents gisements :

* L'association de toutes les espèces d'Achlouj 2 suggère un âge Campanien–Maastrichtien. Toutefois, un âge Campanien semble exclu compte tenu de l'âge Maastrichtien des sélaciens récoltés dans les niveaux phosphatés sous-jacents (Tabuce, 2002 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Colin & Tabuce, 2004). L'âge d'Achlouj 2 est donc Maastrichtien (cf. chap. Biostratigraphie, p. 120), (Mebrouk *et al.*, 2009).

* El-Koubbat est d'âge Campanien-Maastrichtien partir de son association de charophytes (cf. chap. Biostratigraphie, p. 121).

Feistiella aff. globosa
PLANCHE I, fig. 7-9

1977. *Porochara globosa* Grambast & Gutiérrez, p. 7, fig. 1,2 et Pl. I, 1-12

1986. *Feistiella globosa* (Grambast & Gutiérrez) Schudack, p. 24, 60

1995. *Feistiella* sp. Schudack & Herbig, p. 130, Pl. I, fig. 1-14, 22

Localités: Syrte 1 (Libye), Chott Chergui (Algérie)

Description:

Gyrogonite de forme ovoïde large à sphérique le plus souvent, parfois plate. La région apicale souvent arrondie et plane, la région basale est arrondie, rarement effilée ou tronquée. Dimensions : 900-1200 µm de long et 900-1200 µm de large. ISI variant de 88 à 107.

Six (6) à 8 tours de spires, le plus souvent 6 à 7, visibles latéralement, hauts de 160 à 220 µm, très peu convexes et lisses avec des sutures simples. Le pore apical est large de 150 à 230 µm, de contour sphérique ; le pore basal est de forme pentagonale, large de 120 à 180 µm et peu enfoncé.

Matériel : 38 individus mesurés (Syrte 1, Libye)

Remarque : cette espèce est remarquée dans le gisement de Kef er Rebbab avec un nombre réduit d'individus.

Affinités :

Par les caractères généraux de la gyrogonite, l'espèce de Syrte se rattache au genre *Feistiella*. Elle se rapproche de *F. globosa* (Grambast & Gutiérrez) Schudack (1986) par ses dimensions (longueur et largeur) et s'en éloigne par la forme sphérique de la gyrogonite. Par

tous les caractères de la gyrogonite, l'espèce du Chott Chergui se rapproche de *F. globosa* (Grambast & Gutiérrez) Schudack sauf pour le nombre de tours de spires légèrement supérieur.

Répartition du genre : ? Permien supérieur, Jurassique moyen-Paléogène (Schudack, 1986)

Âges des présents gisements :

* Chott Chergui est d'âge Campanien-Maastrichtien à partir de l'association de charophytes qui le compose (cf. chap. Biostratigraphie, p. 117).

* les charophytes suggèrent un âge Campanien-Maastrichtien pour le gisement de Syrte 1 (cf. chap. Biostratigraphie, p. 123).

Remarque : les caractéristiques de l'espèce du Chott Chergui sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2: Comparaison entre cinq populations du genre *Feistiella*

Espèces	<i>Feistiella globosa</i> (Grambast & Gutiérrez)	<i>F. globosa</i> (Grambast & Gutiérrez) Schudack, 1986, Achlouj 2, Maroc (présent travail)	<i>Feistiella</i> sp. Schudack & Herbig, 1995	<i>F. aff. globosa</i> Syrte1, Libye (présent travail)	<i>F. aff. globosa</i> Chott Chergui, Algérie (présent travail)
Caractères	Schudack, 1986				
Forme	ellipsoïde large à sub-globuleuse	ellipsoïde large à globuleuse	large	ovoïde très large à sphérique	ellipsoïde large à globuleuse
Dimensions					
L	925-1050 µm	900-1100 µm	950-1020µm	900-1200 µm	900-1150 µm
l	850-975 µm	800-1000 µm	850-885 µm	900-1200 µm	800-1050 µm
n	6	8-9	8-9	6-8 µm	(7)-8-9
l _{sp}	125-225 µm	130-170	120-160 µm	160-220 µm	110-180 µm
ISI	105-115	108-131	110-115	88-107	110-120

***Feistiella oblonga* (Grambast, 1975) n. comb.**

PLANCHE I, fig. 10-12 ; PLANCHE II, fig. 1-2

1975. *Porochara oblonga* Grambast, p. 2, fig. 1, 2 et Pl. 1

1976. *Porochara oblonga* (Grambast) Wang Zhen, Huang Ren-Jin & Wang Shui, p. 70, Pl. 3, fig. 1-4

1984. *Porochara oblonga* (Grambast) Kumar & Grambast-Fessard, p. 266, Pl., 1, fig.3

Une nouvelle étude du *Porochara oblonga* (Grambast, 1975) conservé dans la 'collection Grambast' (Université de Montpellier 2) nous a permis de reconnaître la plaque basale simple caractérisant, compte tenu des autres particularités des gyrogonites, le genre *Feistiella*. Nous établissons donc pour cette forme une nouvelle combinaison.

Cette espèce a été identifiée dans deux sites l'un au Maroc et l'autre en Algérie :

a. Localités marocaines : Achlouj 2 (niveaux 18-19-21), et El-Koubbat Maroc.

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde à globuleuse. La région apicale est plane et souvent tronquée, en forme de rosace ou sphérique ; la région basale est souvent effilée et tronquée. Dimensions : 700 - 1000 µm, le plus souvent 800 - 900 µm, de long sur 500 - 800 µm, le plus souvent 600 - 700 µm, de large. ISI variant de 120 à 140 (130 en moyenne).

Sept (7) à 10 tours de spires, le plus souvent 8 à 9, hauts de 100 à 140 µm, le plus souvent 120 µm, tours plans, convexes parfois légèrement concaves et sans ornementation. Le pore apical, pentagonal ou étoilé, est large de 130 à 150 µm, le pore basal mesure 70 à 90 µm. La plaque basale, de forme pyramidale, est constituée d'une seule pièce.

Matériel : 100 individus mesurés du niveau 18, les charophytes des niveaux 19 et 21 n'ont pas été mesurés.

Remarque : Cette espèce est présente dans le gisement d'El-Koubbat (Maroc) avec une taille relativement grande. Les mesures n'ont pas été effectuées.

Affinités :

Par l'ensemble des caractères de la gyrogonite (forme générale, dimensions, apex et base), *F. oblonga* (Grambast) du gisement d'Achlouj 2 se rapproche de *F. oblonga* de Grambast (1975) et de *F. oblonga* (Kumar & Grambast-Fessard, 1984). Par ailleurs, *F. oblonga* (Wang *et al.*, 1976) présente des dimensions plus réduites. (Tableau 3).

Extension connue de l'espèce : *Feistiella oblonga* (Grambast) a été attribuée dans sa description originale (Grambast, 1975) au Maastrichtien ; cependant une nouvelle étude (Grambast & Gutiérrez, 1977) fait apparaître que l'ensemble de la flore de la région de Cuenca est attribuée au Campanien-Maastrichtien indifférencié car il n'est pas possible de localiser, dans cette région, une limite entre ces deux étages. Cette même conclusion est admise par Kumar & Grambast-Fessard (1984).

Âges des présents gisements : (gisements marocains):

* L'association de toutes les espèces d'Achlouj 2 suggère un âge Campanien–Maastrichtien. Toutefois, un âge Campanien semble exclu compte tenu de l'âge Maastrichtien des sélaciens récoltés dans les niveaux phosphatés sous-jacents (Tabuce, 2002 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Colin & Tabuce, 2004). L'âge d'Achlouj 2 est donc Maastrichtien (cf. chap. Biostratigraphie, p. 120), (Mebrouk *et al.*, 2009).

* El-Koubbat est d'âge Campanien-Maastrichtien à partir de son association de charophytes (cf. chap. Biostratigraphie, p. 121)

b. Localités d'Algérie: Kef er-Rebbab et Chott Chergui :

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde à globuleuse. La région apicale est plane en forme de rosace le plus souvent ; la région basale est souvent tronquée, parfois légèrement effilée. Dimensions : 670 - 1000 µm de long sur 500 - 800 µm de large. ISI varie de 110 à 130.

Sept-10, le plus souvent 8-9 tours de spires, hauts de 100 à 180 µm, concaves à plans lisses et sans ornementation. Les crêtes suturales sont saillantes et simples. Le pore apical, de forme pentagonale, est large de 170 µm ; le pore basal, pentagonal, mesure 80 à 130 µm.

Matériel : environ 90 individus mesurés de Kef er-Rebbab (dans un mauvais état de conservation pour la plupart)

Remarque : Cette espèce est présente aussi dans le gisement de Chott Chergui (Algérie).

Affinités:

Par les caractères de la forme générale de la gyrogonite, de la zone apicale et de la base, l'espèce du Kef er Rebbab (Hodna) se rapproche beaucoup de *Feistiella oblonga* (Grambast, 1975), elle s'en éloigne principalement par les dimensions (longueur et largeur), plus petites que chez l'espèce-type (tableau 3).

Tableau 3 : Comparaison entre quatre populations de *Feistiella oblonga*

Espèces	<i>Feistiella oblonga</i> Grambast, 1975	<i>Feistiella oblonga</i> Kumar & Grambast- Fessard, 1984	<i>Feistiella oblonga</i> Achlouj 2, Maroc (présent travail)	<i>Feistiella oblonga</i> Kef er Rebbab, Algérie (présent travail)
Caractères	ellipsoïde	ellipsoïde	ellipsoïde à globuleuse	ellipsoïde à globuleuse
Forme				
Dimensions				
L	1000-1200 µm	1000-1075 µm	800 - 900 µm	670 - 1000 µm
l	750-900 µm	750-775 µm	600 - 700 µm	500 - 800 µm
n	(6) - 7- (8)	7-8	8 - 9	8 - 9
l _{sp}	125-200 µm	/	100 - 140 µm	100 - 180 µm

Âges des présents gisements : (gisements algériens) :

* Kef er-Rebbab est daté du Campanien-Maastrichtien à partir de son association de charophytes (cf. chap. Biostratigraphie, p. 116).

* Chott Chergui est daté Campanien-Maastrichtien, à partir des charophytes (cf. chap. Biostratigraphie, p. 117).

Feistiella sp. 1 Massieux n. comb. PLANCHE III, fig. 2-8

= *Porochara* sp. 1 Massieux, in :
Massieux, Tambareau & Villatte, 1989, Pl. 2, Fig. 13-15

1989. *Porochara* sp.1 Massieux, in Massieux, Tambareau & Villatte, Pl. 2, Fig. 13-15

Une nouvelle étude des *Porochara* sp.1 conservées dans la 'collection Massieux' (Université de Montpellier 2) nous a permis de reconnaître la plaque basale simple caractérisant, compte tenu des autres particularités des gyrogonites, le genre *Feistiella*, et d'établir une nouvelle combinaison pour cette forme.

Localités : Chott Chergui (Algérie) ; El-Koubbat (Maroc)

Description :

Gyrogonite de forme ovoïde longue à large ; souvent ovoïde très large, sommet et base arrondis. Le pore apical est en forme de rosace, la région basale arrondie, parfois étoilée. Dimensions : 1130-1350 µm de longueur sur 950-1150 µm de largeur ; ISI : 118.

Huit (8)-10 tours de spires, visibles latéralement, hauts de 140-180 µm, planes et lisses à suture plus ou moins large. Le pore apical est large de 300-350µm, souvent en forme de rosace ; le pore basal est de forme pentagonale, large d'environ 140 µm.

Matériel : 100 individus dont 80, en bon état, mesurés du gisement de Chott Chergui.

Affinités :

Par l'ensemble de ses caractères, l'espèce *Feistiella* du Chott Chergui se rapproche de l'espèce *F.* sp. 1 de Massieux (Massieux *et al.*, 1989) (tableau 4).

Tableau 4: Comparaison entre trois populations de *Feistiella* sp. 1

Espèces	<i>Feistiella</i> sp. 1 Massieux, (in: Massieux <i>et al.</i> , 1989)	<i>Feistiella</i> aff. sp. 1 Saf (Maroc) (présent travail)	<i>Feistiella</i> sp. 1 Chott Chergui, (Algérie) (présent travail)
Caractères	ellipsoïde long	ellipsoïde long à large	Ovoïde longue à large
Forme			
Dimensions			
L	960 - 1120 µm	900 - 1100 µm	1130-1350 µm
l	800 - 960 µm	800 - 1000 µm	950-1150 µm
n	8 - 9 - (10)	(7) - 8 - (9)	8-10
l _{sp}	140 - 160 µm	120 - 170 µm	140-180 µm
ISI	110 - 120	100 - 114	

Extension connue de l'espèce : *Feistiella* sp. 1 Massieux était connue seulement au gisement de Péloua, daté du Dano-Montien (Paléocène), (Massieux *et al.*, 1989).

Âges des présents gisements :

* Chott Chergui est daté Campanien-Maastrichtien à partir des charophytes (cf. chap. Biostratigraphie, p. 117).

* El-Koubbat est d'âge Campanien-Maastrichtien à partir de son association de charophytes (cf. chap. Biostratigraphie, p. 121).

Conclusion :

Partant des âges du Chott Chergui et d'El-Koubbat, l'extension stratigraphique de l'espèce *Feistiella* sp. 1 Massieux pourrait s'étendre au Campanien-Maastrichtien. Cette nouvelle extension est conforme à celle connue du genre.

***Feistiella* aff. sp. 1**

PLANCHE II, fig. 9-12 ; PLANCHE III, fig. 1

1989. *Porochara* sp.1 Massieux, in Massieux, Tambareau & Villatte, Pl. 2, Fig. 13-15

Localité : Saf (Maroc)

Description:

Gyrogonite de forme ellipsoïde long à large, région apicale souvent plane. Le pore apical est en forme de rosace, la région basale arrondie, rarement effilée, souvent tronquée. Dimensions : 900-1100 µm de long et 800-1000 µm de large. ISI variant de 100 à 114.

Sept (7) à 9 tours de spires, le plus souvent 8, visibles latéralement, hauts de 120 à 170 µm, planes et lisses. Le pore apical est enfoncé, large de 150 à 190 µm, en forme de rosace ; le pore basal, de forme pentagonale, large de 80 à 120 µm et souvent superficiel.

Matériel : 12 individus mesurés

Affinités :

L'étude systématique réalisée sur une douzaine de gyrogonites montre que, par l'ensemble de ses caractères (forme générale de la gyrogonite, les dimensions, ISI, le diamètre du pore apical et du pore basal), l'espèce de Saf se rattache à *Feistiella* sp. 1 décrite par Massieux, Tambareau & Villatte (1989) (Tableau 5).

Tableau 5: Comparaison entre trois populations de *Feistiella* sp.

Espèces Caractères	<i>Feistiella</i> sp. 1 Massieux, (in :Massieux <i>et al.</i> , 1989)	<i>Feistiella</i> sp. 2 Massieux (in : Massieux <i>et al.</i> , 1989)	<i>Feistiella</i> aff. sp. 1 Saf (Maroc), présent travail
Forme	ellipsoïde long	ellipsoïde large	ellipsoïde long à large
Dimensions			
L	960 - 1120 µm	1120 - 1300 µm	900 - 1100 µm
l	800 - 960 µm	1040 - 1160 µm	800 - 1000 µm
n	8 - 9 - (10)	8	(7) - 8 - (9)
l _{sp}	140 - 160 µm	160 - 200 µm	120 - 170 µm
ISI	110 - 120	105 - 115	100 - 114

Répartition du genre : ? Permien supérieur, Jurassique moyen-Paléogène (Schudack, 1986).

Âge du présent gisement : Saf est d'âge Paléocène, à partir de l'association de charophytes formée par les espèces *Peckichara* cf. *llobregatensis*, de *Feistiella* sp. 1 et deux taxons du genre *Maedleriella* (cf. chapitre biostratigraphie, p. 120).

Conclusion : l'intervalle stratigraphique proposé pour l'espèce *Feistiella* aff. sp. 1 serait Paléocène.

***Feistiella* sp. 2 Massieux n. comb.
= *Porochara* sp. 2 Massieux (in: Massieux,
Tambareau & Villatte, 1989, Pl. 2, Fig. 16)**

1989. *Porochara* sp. 2 Massieux, in: Massieux, Tambareau & Villatte, Pl. 2, fig. 16.

Une nouvelle étude de *Porochara* sp. 2 conservée dans la 'collection Massieux' (Université de Montpellier 2) nous a permis de reconnaître la plaque basale simple caractérisant, compte tenu des autres particularités des gyrogonites, le genre *Feistiella* et d'établir une nouvelle combinaison pour cette forme.

***Feistiella* aff. sp. 2
PLANCHE III, fig. 9-12 ; PLANCHE IV, fig. 1-3**

1989. *Porochara* sp. 2 Massieux, in: Massieux, Tambareau & Villatte, Pl. 2, fig. 16

Localités : Chott Chergui (Algérie) ; El-Koubbat (Maroc)

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde long à large le plus souvent, sommet arrondi, base généralement tronquée. Le pore apical est de forme pentagonale ou en rosace, la région basale est parfois effilée, Dimensions : 760-1000 µm de long sur 650-750 µm de large ; ISI : 116-133.

Huit (8)-9 tours de spires, visibles latéralement, hauts de 120-150 µm, concaves le plus souvent plans et lisses à suture tranchante. Le pore apical est large de 130-180 µm, souvent en forme de rosace ; le pore basal, de forme pentagonale, est large de 100-120 µm.

Matériel : 60 individus mesurés

Affinités :

Par la majorité de ses caractères, l'espèce *Feistiella* du Chott Chergui se rapproche de l'espèce *F.* sp. 2 de Massieux (Massieux *et al.*, 1989) ; les dimensions de l'espèce d'Algérie sont néanmoins légèrement inférieures à celles de l'espèce européenne. Par ailleurs, *Feistiella* aff. sp. 2 du Maroc présente plus d'affinités avec celle décrite par Massieux *et al.*, (1989) (tableau 6).

Tableau 6: Comparaison entre trois populations de *Feistiella* sp. 2

Espèces Caractères	<i>Feistiella</i> sp. 2, Massieux (in Massieux <i>et al.</i> , 1989)	<i>Feistiella</i> aff. sp. 2, Chott Chergui, Algérie (présent travail)	<i>Feistiella</i> aff. sp. 2, El-Koubbat, Maroc (présent travail)
Forme	ellipsoïde large	ellipsoïde long à large	ellipsoïde large
Dimensions			
L	1120 - 1300 µm	760-1000 µm	1284-1340 µm
l	1040 - 1160 µm	650-750 µm	992-1087 µm
N	8	8-9	9-10
l _{sp}	160 - 200 µm	120-150 µm	165-200 µm
ISI	105 - 115	/	/

Extension connue de l'espèce : *Feistiella* sp. 2 Massieux est connue seulement au gisement de Péloua, daté du Dano-Montien (Paléocène), (Massieux *et al.*, 1989).

Répartition connue du genre : ? Permien supérieur, Jurassique moyen-Paléogène (Schudack, 1986).

Âges des présents gisements :

* Chott Chergui est daté Campanien-Maastrichtien, à partir des charophytes (cf. chap. Biostratigraphie, p. 117).

* El-Koubbat est d'âge Campanien-Maastrichtien à partir de son association de charophytes (cf. chap. Biostratigraphie, p. 121).

Conclusion :

Partant des âges du Chott Chergui et d'El-Koubbat, l'extension stratigraphique de l'espèce *Feistiella* sp. 2 Massieux pourrait s'étendre au Campanien-Maastrichtien, conforme à l'extension connue du genre.

Famille Raskyellaceae Grambast 1957

Diagnose : (d'après L. & N. Grambast, 1955) «Charophytes dont la gyrogonite présente, au contact de l'oospore cinq cellules spiralées à enroulement sénestre et cinq cellules apicales constituant un opercule caduc, laissant après sa chute un orifice typiquement en forme de rosace.»

Répartition : Crétacé supérieur- Burdigalien (Grambast 1957)

**Genre *Raskyella* L. & N. Grambast 1954
emend. Grambast 1962a**

Caractère de la gyrogonite : (d'après Feist & Grambast-Fessard, 1982) «Opercule généralement superficiel ; cellules apicales souvent alternant avec les cellules spiralées ; ondulations internes de sutures cellulaires ; gyrogonites subglobuleuses à ovoïdes, lisses ou ornées».

Répartition du genre : Eocène (inférieur) moyen et supérieur (non terminal)
(L. & N. Grambast, 1954)

Espèce-type: *Raskyella pecki* L. & N. Grambast 1954

Remarque :

Vu la présence exceptionnelle et le nombre assez important d'individus retrouvés dans tous les gisements et sur toute l'étendue de la Hammada, nous avons jugé utile de reprendre les descriptions systématiques des deux espèces suivantes.

***Raskyella pecki meridionale* Grambast**

1960. *Raskyella pecki* subsp. *meridionale* Grambast, p. 192, pl. 1, fig. e, f, g, h.

Localités : Glib Zegdou (locus HGL50, HGL 51, HGL 52) ; Gour Lazib (coupes contenant les locus HGL4, HGL10, HGL89 et HGL90) ; Gour Iderganes (coupe contenant le locus HGL61) (Hammada du Dra, Algérie).

Description : *in* : Mebrouk (1993, Magister, inédit)

Gyrogonite de forme variable ; ovoïde longue ou large, souvent sphérique ou parfois aplatie ; sommet arrondi et la base généralement tronquée. 875-1050 µm de long sur 800-1000 µm de large.

Neuf (9)-10 tours de spires le plus souvent, rarement 8 ou 11 ; visibles latéralement, hauts de 125 à 150 µm. Les spires sont le plus souvent planes, lisses, parfois légèrement convexes, séparées par des sutures simples. ISI : 100-120.

La zone apicale est souvent plane et large ; elle présente un opercule à cinq cellules indépendantes, non disposé dans le prolongement des cellules spiralées. La rosette apicale mesure 250 à 350 µm. La région basale est tronquée, parfois légèrement effilée portant un entonnoir basal très peu développé et mesure 125 à 150 µm. Le pore basal est petit ; la plaque basale est mince.

Matériel : 100 gyrogonites mesurées de HGL 52, les autres populations des niveaux cités n'ont pas fait l'objet de mesure.

Affinités :

Par la présence d'un opercule au sommet de la gyrogonite et par l'existence des ondulations cellulaires internes, l'espèce de la Hammada se rattache à la famille des Raskyellaceae. Elle se rapproche, de la sous espèce décrite par Grambast (1960), par la forme générale de la gyrogonite, la taille de l'entonnoir et du pore basal. Elle s'en éloigne par la forme légèrement aplatie et par les dimensions (Longueur, largeur) légèrement élevées.

Extension connue de l'espèce : *R. pecki meridionale* est connue à l'Eocène moyen ou supérieur (Grambast & Lavocat, 1959 ; Grambast, 1960).

Discussion : Présent travail :

*** concernant l'intervalle stratigraphique de l'espèce *Raskyella peckii* :**

Chronologiquement, les travaux ayant porté sur l'attribution stratigraphique de l'espèce *Raskyella peckii* sont les suivants :

- l'espèce *R. pecki* est présente dans la Formation Carme du bassin de l'Ebre, d'âge Cuisien-Lutétien (Anadon & Feist, 1981), dans sa partie supérieure c'est-à-dire au Lutétien.

- Les travaux de Ramos-Guerrero *et al.*, (1989) sur les grandes foraminifères (Majorque, Espagne) ont montré que l'espèce *R. pecki* est d'âge Lutétien inférieur – Bartonien inférieur.

- Dans le Bassin Anglo-Parisien, Riveline *et al.*, (1996) ont montré que l'espèce *R. pecki* se corrèle aux biozones de nannoplanctons (NP-16) : Lutétien supérieur- Bartonien inférieur.

- Sur la base de la présence de l'espèce *Raskyella peckii* dans des niveaux continentaux intercalés dans des niveaux marins à grandes foraminifères (les espèces *Nummulites gallensis* et *Alveolina stipes* (SBZ 13) dans la localité de St. Jaume de Frontanya, au Nord Est du Bassin de l'Ebre (Espagne), Martin-Closas *et al.*, (1999) précisent l'extension de l'espèce *R. peckii* qui devient ainsi : Lutétien inférieur - base du Bartonien inférieur.

L'intervalle stratigraphique de l'espèce *Raskyella peckii* serait donc Lutétien - Bartonien inférieur.

Conclusion :

Compte tenu des corrélations avec les biozonations marines, l'espèce *Raskyella peckii* est limité à l'intervalle stratigraphique Lutétien - Bartonien inférieur et par conséquent, cette espèce doit être caractéristique de cet intervalle.

*** concernant l'intervalle stratigraphique de l'espèce *R. pecki meridionale* :**

- Grambast (1960) propose un âge Eocène moyen à supérieur (Lutétien-Auverisien) à l'espèce *Raskyella pecki meridionale* par comparaison avec l'âge de l'espèce-type *Raskyella pecki pecki*. Or, l'intervalle stratigraphique de l'espèce *Raskyella peckii* est limité au Lutétien - Bartonien inférieur (conf. paragraphe ci-dessus).

- Martin-Closas *et al.*, (2005) ont décrit l'espèce *Raskyella peckii* subsp. *meridionale* dans le gisement de Santa Ponça-Peguera (Mallorca) daté de l'Eocène (début Lutétien inférieur - fin Bartonien basal). Il affirme que cette espèce se rapprocherait plus de *R. pecki meridionale* de la Hammada que celle des gisements européens.

Conclusion :

L'intervalle stratigraphique de l'espèce *Raskyella pecki meridionale* serait début Lutétien inférieur - fin Bartonien inférieur.

Âge du présent gisement : l'association des charophytes livrée par la Hammada du Dra indique un âge Yprésien - Lutétien inférieur (cf. chap. Biostratigraphie, p. 115).

***Raskyella sahariana* Mebrouk & Feist**
(Pl. 1, fig. 1- 4, *in*: Mebrouk & Feist, 1999)

1974. *Raskyella* aff. *pecki* Feist, *in*: Gevin *et al.*, p. 373

1999. *Raskyella sahariana* Mebrouk & Feist, p. 31, Pl. 1, fig. 1-4.

Localités : Glib Zegdou (locus HGL50, HGL 51, HGL 52) ; Gour Lazib (coupes contenant les locus HGL4, HGL10, HGL89, HGL90) ; Gour Iderganes (coupe contenant le locus HGL61) (Hammada du Dra, Algérie).

Description: (*in* : Mebrouk & Feist, 1999).

Gyrogonite de forme le plus souvent aplatie, parfois ovoïde large. Sommet plan, base légèrement effilée. Dimensions : 750-1050 µm de long sur 725-1050 µm. ISI : 89-120.

Sept (7) à 9 tours de spires visibles latéralement, hauts de 130 à 175 µm. Les spires sont le plus souvent concaves et lisses séparées par des sutures en crête bien développées. La surface apicale est plane, parfois très large, présentant un opercule formé de cinq cellules distinctes alternant avec les cellules spiralées. La rosette apicale mesure 250 à 300 µm. La région basale est légèrement effilée, se terminant parfois par une pointe. L'entonnoir basal, distinct, mesure de 100 à 175 µm. Le pore basal, pentagonal, mesure 50 à 75 µm de diamètre. La laque basale simple, n'est pas visible de l'extérieur.

Matériel : 100 gyrogonites mesurées de HGL52, les autres populations des niveaux cités n'ont pas fait l'objet de mesure.

Affinités :

Par la présence d'un opercule au sommet de la gyrogonite et l'existence d'ondulations cellulaires internes, cette espèce se rattache à la famille des Raskyellaceae. Par la forme générale de la gyrogonite, elle se rapprocherait de *R. caliciformis* Soulié-Märsche, lequel présente toutefois des cellules ornées et une région basale nettement plus effilée (tableau 7).

Tableau 7 : Comparaison entre quatre populations du genre *Raskyella*

Espèces	<i>R. caliciformis</i> Soulié-Märsche, 1974	<i>Raskyella pecki</i> <i>meridionale</i> Grambast, 1960	<i>Raskyella sahariana</i> Mebrouk & Feist, 1999	<i>Raskyella</i> sp. Glib Zegdou (HGL52 Hammada, Algérie, (présent travail)
Caractères				
Forme	globuleuse, rarement ovoïde	ovoïde longue ou large, souvent sphérique	souvent aplatie parfois ovoïde large	ovoïde large à subglobuleuse
Dimensions :				
L	875 – 1100 µm	875-1050 µm	750-1050 µm	1050 – 1150 µm
I	800 - 1500 µm	800-1000 µm	725-1050 µm	1050 – 1200 µm
N	8 - 9	9-10	7 – 9	6 - 8
l _{sp}	125 – 200 µm	125 - 150 µm	130 - 175 µm	150 – 200 µm
Ornementation	piliers verticaux	planes, lisses, parfois légèrement convexes	souvent concaves et lisses	piliers verticaux très rapprochés à fusionnés

Répartition du genre : Eocène (inférieur) moyen et supérieur (non terminal) (L. & N. Grambast 1954). Lutétien inférieur-Bartonien supérieur (Riveline *et al.*, 1996, Martin Closas *et al.*, 1999).

Âge du présent gisement : l'association des charophytes livrée par ce gisement indique un âge Yprésien - Lutétien inférieur à la Hammada (cf. chap. Biostratigraphie, p. 115), intervalle que nous proposons à cette espèce (*Raskyella sahariana*).

***Raskyella* sp.**
PLANCHE IV, fig. 4-9

Localités : Glib Zegdou (locus HGL50), Gour Lazib (coupe contenant le locus HGL10) (Hammada du Dra, Algérie).

Description :

Gyrogonite de forme généralement ovoïde, large à subglobuleuse, sommet arrondi et aplati ; base arrondie, parfois effilée. 1050-1150 µm de long sur 1050-1200 µm de large.

Six (6)-8 tours de spires visibles latéralement, hauts de 150-200 µm. Les spires sont souvent ornées par une série de piliers verticaux, tubercules ou bâtonnets anormalement répartis, aussi hauts que le tour, très rapprochés et parfois même fusionnés.

La surface apicale est plane, parfois très large, présentant un opercule formé de cinq cellules distinctes alternant avec les cellules spiralées ; le plus souvent cette région est cassée. La rosette apicale mesure 250-350 µm. La région basale est souvent arrondie. Le pore basal, pentagonal, mesure 150-180 µm de diamètre. La plaque basale, n'est pas visible de l'extérieur.

Matériel : 4 gyrogonites (coupe contenant le locus HGL10) et 4 gyrogonites (coupe contenant le locus HGL50)

Affinités :

Par la présence d'un opercule constitué par la jonction de cinq cellules spiralées, cette espèce se rattache à la famille de Raskyellaceae ; par tous les caractères de la forme générale, de l'apex et de la base, elle se rapproche des espèces *R. caliciformis* et *R. vadaszi* ; par contre elle s'en éloigne par les faibles valeurs de la largeur des gyrogonites et du nombre des tours des spires. Par le type d'ornementation, *R. sp.* se rapproche surtout de *R. caliciformis* Märsche 1974 (tableau 8).

Tableau 8 : Comparaison entre quatre populations du genre *Raskyella*

Espèces	<i>Raskyella vadaszi</i> Grambast, 1957	<i>R. caliciformis</i> Soulié-Märsche, 1974	<i>R. caliciformis</i> (Soulié- Märsche) Anadon & Feist, 1981	<i>Raskyella</i> sp. Hammada, Algérie, (présent travail)
Caractères	ovoïde large, parfois subglobuleuse	globuleuse, rarement ovoïde	conique	ovoïde large à subglobuleuse
Forme				
Dimensions :				
L	875 – 1100 µm	875 – 1100 µm	750-1025 µm	1050 – 1150 µm
l	800 - 1500 µm	800 - 1500 µm	825-1075 µm	1050 – 1200 µm
N	8 - 9	8 - 9	78	6 - 8
l _{sp}	125 – 200 µm	125 – 200 µm	/	150 – 200 µm
Ornementation	tubercules arrondis ou fusionnés	piliers verticaux	Tubercules étirés perpendiculairement aux sutures ou un peu en biais	piliers verticaux très rapprochés à fusionnés

Extension connue de l'espèce : *R. caliciformis* Soulié-Märsche (1974) est connue dans l'Eocène moyen (Lutétien-Bartonien). Anadon & Feist (1981) ont retrouvé dans le Paléogène inférieur du bassin de l'Ebre oriental (Espagne) plusieurs échantillons se rapprochant de cette espèce.

Répartition du genre : Eocène (inférieur) moyen et supérieur (non terminal) (L. & N. Grambast 1954). Lutétien inférieur-Bartonien supérieur (Riveline *et al.*, 1996, Martin Closas *et al.*, 1999).

Âge du présent gisement : l'association des charophytes livrée par ce gisement indique un âge Yprésien - Lutétien inférieur à la Hammada (cf. chap. Biostratigraphie, p. 115), intervalle que nous proposons à cette espèce (*Raskyella* sp.).

Famille Characeae Agardh 1824

Caractères de la sporophyte et de la gyrogonite : (d'après Grambast, 1962b) «Sporophyte et gyrogonite composées de cinq cellules spiralées sénestres, jointives au sommet».

Répartition : Trias-Actuel (Grambast, 1962b)

Sous Famille Charoideae Braun *in* : Migula 1897

Caractères de la sporophyte et de la gyrogonite: (d'après Grambast, 1962b, p. 75) «Sporophyte de Characeae à cellule-sœur de l'oosphère unique, produisant après calcification une gyrogonite à cellules spiralées jointives et plaque basale simple. Cellules coronulaires, 5, grandes, plus ou moins persistantes, exceptionnellement calcifiées».

Genre *Chara* Linnaeus 1753, emend. Agardh 1824, *emend. A. Braun 1849.*

Diagnose : (d'après I. Soulié-Märsche 1989) «Gyrogonite de taille variable, selon les espèces pouvant être petite (longueur moyenne env. 300µm), moyenne ou grande (longueur moyenne supérieure à 1000 µm). Forme dominante ovoïde, le rapport Longueur sur largeur pouvant varier pour une même espèce et dans une même population, de 1 à > 2.

Calcification des cellules spiralées concaves, plane ou convexe quelquefois tuberculée. Extrémités apicales des cellules spiralées jointives au sommet, le plus souvent dilatées, concaves, planes ou fortement bombées ; chez certaines espèces présence d'une calotte apicale ou de crêtes étirées en pointe sur le sommet.

Zone basale arrondie, conique, tronquée ou étirée en colonne, avec ou sans entonnoir. Plaque basale soit en forme de pyramide pentagonale, soit discoïdale, la largeur dépassant nettement la hauteur.

Fréquemment ou occasionnellement selon les espèces, présence d'une enveloppe supplémentaire en calcite, moulant le contour de l'oosporange avec sa coronule».

Répartition du genre : Trias-Actuel (Soulié-Märsche, 1989)

Espèce-type : *Chara tomentosa* L. (actuelle)

***Chara microcera* Grambast & Paul**

Localités : Koudiet el-Aldjoun (Monts de Chellala, Algérie)

Description et affinités : *in*: Mebrouk (1993, Magister, Inédit).

Matériel : 100 gyrogonites

***Chara* sp.**

Localités : Hassi Inifel (El-Biod, Tinrhert)

Remarque : dans ce gisement, cette espèce est uniquement mentionnée mais pas décrite (*in*: Busson & Grambast, 1965).

Matériel : non connu

***Chara* sp. 1**

PLANCHE IV, fig. 10-12

Localités : coupe contenant le locus HGL10 (Gour Lazib, Hammada du Dra, Algérie).

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde long à large ; apex obtus, parfois pointu, rarement plan ; base effilée, se terminant parfois en entonnoir. Dimensions : 600-1000 μm , le plus souvent 700-900 μm , de long sur 400-700 μm , le plus souvent 500-600 μm , de large. ISI : 130-150.

Neuf (9)-12, le plus souvent 10-11 tours de spires, visibles latéralement, hauts de 70-90 μm .

Au niveau de la zone apicale, les cellules spiralées sont légèrement rétrécies ; son diamètre est de 250-300 μm . La région basale est généralement effilée, parfois tronquée, souvent allongée. L'entonnoir basal, formé par la troncature des cellules spiralées, est légèrement développé ; le pore basal est de petite taille et mesure 50-80 μm .

Matériel : 100 individus mesurés

Remarque : Une espèce (? *Chara* sp.) attribuée avec réserve à ce genre est également présente dans la coupe contenant le locus HGL61 (Gour Iderganes).

Affinités :

Par les caractères de la forme de la gyrogonite, de la morphologie du sommet, cette espèce se rapproche du genre *Chara* par les dimensions et le nombre de tours de spires, elle se rapproche plus de *C. friteli* (Riveline ex Grambast, *in*: Martin Closas, 1991) et de *C. brongniarti* (Braun ex Unger, 1850) (tableau 9).

Tableau 9: Comparaison entre trois populations du genre *Chara*

Espèce Caractères	<i>C. brongniarti</i> Braun ex Unger, 1850	<i>Chara friteli</i> Grambast ex Riveline, in: Martin Closas, 1991	<i>Chara sp.</i> Hammada du Dra (HGL 10), (présent travail)
Forme	Ovoïde allongée ou cylindroïde	ellipsoïde	ellipsoïde long à large
Dimensions			
L	725 – 850 (925) µm	775 – 900 µm	700 – 900 µm
l	475 - 600 (700) µm	550 – 700 µm	500 – 600 µm
n	11 - 12 (13)	10 – 12	10 - 11
l _{sp}	75 – 85 µm	/	50 – 80 µm

Extension connue de l'espèce : *Chara friteli* est connue dans le bassin de Paris, en Languedoc nord occidental, en Aquitaine et en Provence dans l'intervalle stratigraphique Bartonien-Priabonien et jusqu'au Stampien (Riveline, 1986).

Répartition du genre : Lutétien-Actuel (Grambast 1958).

Âge du présent gisement : l'association des charophytes livrée par ce gisement indique un âge Yprésien - Lutétien inférieur à la Hammada (cf. chap. Biostratigraphie, p. 115).

Conclusion : l'intervalle stratigraphique proposé à l'espèce *Chara sp.* 1 serait Yprésien - Lutétien inférieur.

Genre *Dughiella* Feist–Castel 1975a

Diagnose : (d'après Feist–Castel 1975a) «Gyrogonite dont la zone périapicale présente une réduction, toutefois peu marquée, de l'épaisseur des cellules spiralées sans diminution sensible de leur largeur. Plaque basale dont la hauteur mesure au moins le tiers de la largeur, visible de l'extérieur ; entonnoir basal peu développé ou absent. Forme générale subglobuleuse à ovoïde. Fréquemment, ornementation en bâtonnets se poursuivant au niveau de l'apex ».

Répartition du genre : Crétacé supérieur-Paléocène (Feist –Castel, 1975a)

Espèce-type : *Dughiella bacillaris* Feist-Castel 1975 ; Thanétien du bassin d'Aix-en-Provence.

Dughiella sp.

PLANCHE IV, fig. 1-2

Localités: Syrte 1 (Libye)

Description :

Gyrogonite de forme ovoïde à globuleuse, sommet et base arrondis, Dimensions : 798 µm de longueur sur 778 µm de largeur. Généralement 7-8, tours de spires, visibles latéralement, hauts de 142 µm. Cellules spiralées planes et ornées de tubercules arrondis, peu développés, aussi hauts que le tour et séparés par une distance égale à leur largeur ; les sutures sont très peu visibles.

Matériel : 2 gyrogonites

Remarque : nous signalons de rares individus à Achlouj 2 (niveau 21), Maroc

Affinités : Bien que n'ayant pu mesurer qu'un seul échantillon, cette espèce semble se rattacher par ses caractères au genre *Dughiella* (tableau 10).

Tableau 10: Comparaison entre quatre populations du genre *Dughiella*

Espèces	<i>Dughiella obtusa</i> (Grambast & Gutiérrez, 1977)	<i>Dughiella bacillaris</i> Feist-Castel (<i>in</i> : Massieux, Tambareau & Villate, 1989)	<i>Dughiella</i> sp. Syrte (Libye) (Présent travail)	<i>Dughiella bacillaris</i> Feist-Castel (1975a)
Forme	Subglobuleuse, plus large que haute	Globuleuse	Ovoïde à globuleuse	Subglobuleuse
Dimensions				
L	575-700 µm	660-920 µm	798 µm	1025-1400 µm
l	650-750 µm	600-1000 µm	778 µm	1075-1375 µm
n	7	7	7-8	7-8
l _{sp}	75-125 µm	80-200 µm	142 µm	160-200µm
ISI	/	95-100	100	/

Extension connue de l'espèce : *Dughiella obtusa* est datée du Campanien-Maastrichtien par Grambast et Gutiérrez, (1977) ; *Dughiella bacillaris* est datée du Paléocène par Feist (1975a) et de la base du Tertiaire au Thanétien inclus par Massieux *et al.*, (1989).

Répartition du genre : Crétacé supérieur-Paléocène (Lutétien) (Feist –Castel, 1975a).

Âge du présent gisement : les charophytes suggèrent un âge Campanien-Maastrichtien pour le gisement de Syrte 1 (cf. chap. Biostratigraphie, p. 123).

Genre *Gyrogona* Lamarck 1804, ex Lamarck 1822 *emend.* Grambast 1956

Diagnose : (*Brachychara in* : L. & N. Grambast 1954) «Gyrogonite dont les épaississements des tours de spire sont nettement arrêtés avant le sommet, délimitant une zone déprimée apicale large, le plus souvent occupée dans sa partie centrale par les ronflements terminaux des cellules spiralées. Dépressions entre les renflements apicaux et la partie épaisse des tours le plus souvent bien marquée. Zone apicale facilement détachée par brisure des spires au niveau de cette dépression. Base arrondie non saillante. Largeur quelquefois un peu inférieure, le plus souvent égale ou supérieure à la longueur. »

Répartition du genre : Eocène inférieur-moyen – Oligocène (Grambast 1956)

Espèce-type : *Gyrogona medicaginu* Lamarck 1804 ex Lamarck 1822

***Gyrogona caudata* Mebrouk & Feist, 1999**

Localités : Oued Meguerchi (Atlas saharien central, Algérie)

Description et affinités : *in* : Mebrouk (1993, Magister, Inédit) ; Mebrouk & Feist, 1999

Matériel : 93 gyrogonites

***Gyrogona wrighti* (Reid & Groves) Pia, 1927**

Localités : Hassi Inifel (El-Biod, Tinrhert)

Remarque : dans ce gisement, cette espèce est uniquement mentionnée mais pas décrite (*in*: Busson & Grambast, 1965).

Matériel : non connu

***Gyrogona caelata* (Reid & Groves) Grambast, 1956**

Localités : Hassi Inifel (El-Biod, Tinrhert)

Remarque : dans ce gisement, cette espèce est uniquement mentionnée mais pas décrite (*in* : Busson & Grambast, 1965)

Matériel : non connu

Genre *Harrisichara* Grambast 1957

Diagnose : (d'après Grambast, 1957) «Gyrogonite de forme générale souvent ovoïde ou ellipsoïde. Apex aplati ou obtus au niveau duquel la largeur des éléments spiralés est peu ou pas modifiée. Nodules apicaux variables, souvent peu développés, quelquefois presque nuls ou au contraire saillants. Base arrondie ou effilée prolongée par une petite colonne cylindrique étroite. Éléments spiralés portant très souvent une ornementation constituée de tubercules ou de crêtes longitudinales ; quelquefois gyrogonite lisse. Ornementation souvent interrompue sur le pourtour de la zone apicale. Plaque basale pentagonale arrondie, très mince (souvent plus de dix fois plus large que haute) ; face supérieure plane ou concave ; face inférieure quelquefois bombée.»

Répartition du genre: Montien- Oligocène inférieur (Grambast 1957)

Espèce-type: *Harrisichara vasiformis* (Reid & Groves) Grambast 1957

***Harrisichara leptocera* Grambast**

(fig. 6 in : Mebrouk 1993, inédit)

1970. *Harrisichara leptocera* Grambast, in: Plaziat, p. 84.

1977. *Harrisichara leptocera* Grambast, p. 2, pl. I, fig. 1-3.

1978. *Harrisichara leptocera* Massieux, in : Massieux & Plaziat, p. 6, pl. 7-9, pl. II, pl. 1-3.

1981a. *Harrisichara leptocera* Massieux, in : Massieux *et al.*, p. 14, pl. III, fig. 5-10).

Localité : Hadjerat Zennad (Hauts plateaux, Algérie)

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde longue à ovoïde ; sommet arrondi, légèrement bombé ; base terminée par une colonne de longueur faiblement à fortement élevée. Dimensions : 800-825 µm de long sur 625-750 µm de large. ISI : 110-128.

Neuf (9)-10 tours de spires visibles latéralement et hauts de 100 µm, généralement ornées de tubercules de taille assez variable ; ces tubercules sont aussi hauts que les tours et séparés par une distance égale à trois ou quatre fois la largeur du tubercule.

La zone apicale est lisse et bombée ; elle peut présenter des nodules apicaux de taille moins importante que celle des tubercules latéraux ; les cellules spiralées subissent un faible amincissement. La région basale est effilée, terminée par une colonne basale portant un pore pentagonal, petit, mesurant 25-50 µm. La plaque basale est mince.

Matériel : 4 gyrogonites

Affinités :

Par le nombre de tours de spires, cette espèce se rapproche de *H. leptocera* Grambast. Par le critère ISI, elle se rapproche de *H. squarrulosa* Castel & Grambast et par les proportions élevées de la taille, elle se rapproche à *H. sparnacensis* Grambast.

Extension connue de l'espèce : *Harrisichara leptocera* est daté du Thanétien supérieur (Grambast, 1972b) puis Thanétien moyen - Yprésien inférieur (Grambast, 1977 ; Riveline, 1986).

Âge du présent gisement : Le gisement de Hadjerat Zennad est daté Yprésien inférieur (= Ilerdien, Eocène inférieur) par l'association des charophytes qui le compose (cf. chap. Biostratigraphie, p. 118).

***Harrisichara* aff. *leptocera* Grambast**
PLANCHE V, fig. 3-10

1970. *Harrisichara leptocera* Grambast, in: Plaziat, p. 84.

1977. *Harrisichara leptocera* Grambast, p. 2, pl. I, fig. 1-3.

1978. *Harrisichara leptocera* Massieux in: Massieux & Plaziat, p. 6, pl. 7-9 ;
pl. II, pl. 1-3.

1981a. *Harrisichara leptocera* Massieux in: Massieux *et al.*, p. 14, pl. III, fig. 5-10.

Localités : locus HGL51 (Glib Zegdou), coupes contenant les locus HGL4 et HGL90 (Gour Lazib), (Hammada du Dra, Algérie).

Description :

Gyrogonite ellipsoïde large à ovoïde large, parfois ellipsoïde long, apex obtus, région basale effilée en une pointe courte. Dimensions : 480-600 µm de long sur 300-500 µm de large. ISI : 120-160.

Le plus souvent 8-9 tours de spires, visibles latéralement hauts de 60-90 µm, faiblement concaves, plans ou légèrement convexes, ornés de tubercules largement et assez régulièrement espacés : tubercules souvent aussi hauts que le tour et aussi larges que hauts, pointus ou plus massifs à l'extrémité tronquée.

Tubercules apicaux comparables à ceux des parois latérales, généralement moins développés. Le diamètre apical mesure entre 150-190 µm. Pore basal superficiel petit, mesurant 40 à 50 µm. Entonnoir basal mesurant entre 50-80 µm.

Matériel : 40 gyrogonites dans le locus HGL51, une dizaine dans les coupes contenant les locus HGL4 et HGL90 (F1 et F2). Les mesures ont été faites séparément.

Remarque : A Oued Meguerchi, nous avons reconnu quelques formes identiques mais en nombre réduit.

Affinités :

Par l'ensemble des caractères, l'espèce de la Hammada se rapproche de *H. leptocera* Grambast, elle s'en éloigne, par les dimensions de la gyrogonite légèrement réduites par rapport à l'espèce-type, caractère nous empêchant de la rattacher définitivement à l'espèce (tableau 11).

Tableau 11 : Comparaison entre quatre populations du genre *Harrisichara*

Espèces Caractères	<i>H. squarrolosa</i> Castel & Grambast, 1969	<i>H. leptocera</i> Grambast, 1977	<i>H. sparnacensis</i> Grambast, 1977	<i>H. aff. leptocera</i> Hammada du Dra (présent travail)
Forme générale	ellipsoïde	ovoïde large	ovoïde	ellipsoïde large à ovoïde large
Dimensions				
L	600 - 850 µm	625-700 µm	(725) - 1050 µm	480 - 600 µm
l	500 - 750 µm	575-625 µm	(600) - 950 µm	300 - 500 µm
n		9 - 10	(9) 10 - 11 (12)	8 - 9
l _{sp}	75 - 100 µm	60-100 µm	75- 125 µm	60 - 90 µm
ISI	100-130	/	/	120 - 160

Répartition du genre: Montien - Oligocène inférieur (Grambast, 1957).

Âge du présent gisement : l'association des charophytes livrée par ce gisement indique un âge Yprésien - Lutétien inférieur à la Hammada du Dra (cf. chap. Biostratigraphie, p. 115).

***Harrisichara meguerchiensis* Mebrouk & Feist 1999**

(Pl. 1, fig. 6-10, *in* : Mebrouk & Feist, 1999)

Holotype : F. M. 9231-1

Localité – Type : Oued Meguerchi (Brézina, Atlas saharien, Algérie)

Diagnose, Description et Affinités : *in* : Mebrouk (1993, Magister, inédit) ; Mebrouk & Feist, 1999

Matériel : 100 gyrogonites

***Harrisichara* sp. 1**

PLANCHE V, fig. 11-12

Localités: locus HGL51 (Glib Zegdou, Hammada du Dra, Algérie)

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde long à large, sommet formé par une rosette apicale issue des nodules apicaux, base effilée se terminant par un long canal basal caractéristique des *Harrisichara* mesurant 103 µm. Dimensions : 671-735 µm de long sur 532 – 609 µm de large.

Sept (7), le plus souvent 9 tours de spires, visibles latéralement hauts de 75 – 86 µm, Cellules spiralées simples, lisses en général, portant quelques nodules spiraux très dispersés et peu développés.

Matériel : 6 gyrogonites :

Remarque : Quelques individus se rapprochant aussi à cette espèce sont récoltés et reconnus dans les coupes contenant le locus HGL10 (Gour Lazib), et le locus HGL61 (Gour Iderganes).

Affinités :

Par ses dimensions (longueur et largeur), cette espèce se rapproche de *H. triquetra*, elle s'en éloigne principalement par le nombre de tours de spires assez réduit et par la forme de la gyrogonite (tableau 12).

Tableau 12 : Comparaison entre trois populations du genre *Harrisichara*

Espèces	<i>H. diastomosa</i> Feist-Castel (1972)	<i>H. triquetra</i> Grambast (1977)	<i>Harrisichara</i> sp. 1 (HGL51, Hammada), Algérie (présent travail)
Caractères	Ovoïde longue	Ovoïde allongé	ellipsoïde long
Forme générale			
Dimensions			
L	700-920 µm	675-760 µm	671-735 µm
l	580-780 µm	525-600 µm	532- 609µm
n	10- 12	11 (12)	7-9
l _{sp}	60-90 µm	60-75 µm	75-86µm

Répartition du genre: Montien - Oligocène inférieur (Grambast, 1957).

Âge du présent gisement : l'association des charophytes livrée par ce gisement indique un âge Yprésien - Lutétien inférieur à la Hammada du Dra (cf. chap. Biostratigraphie, p. 115).

Conclusion : l'espèce *Harrisichara* sp. 1 serait d'âge : Yprésien - Lutétien inférieur.

***Harrisichara* sp. 2**

PLANCHE VI, fig. 1-6

Localité: Oued Meguerchi (Atlas saharien, Algérie)

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde large, sommet se terminant avec une pointe (association de nodules apicaux), base effilée présentant un canal basal assez développé haut de 86 à 120 µm. Dimensions : 800-950 µm de long sur 640-850 µm de large.

Six (6)-8 tours de spires, visibles latéralement, hauts de 125 µm ; Cellules spiralées ornées de tubercules assez gros, arrondis et nombreux, aussi hauts que le tour, séparés par une distance égale à une fois et demi leur largeur, sur le pourtour de la zone apicale et sur le sommet, présence des nodules plus ou moins pointus vers le haut.

Matériel : 10 gyrogonites

Affinités : le tableau 13, montre les affinités et les différences entre plusieurs espèces du genre *Harrisichara*.

Répartition du genre: Montien - Oligocène inférieur (Grambast, 1957).

Âge du présent gisement : l'association de charophytes qui compose ce gisement (O. Meguerchi) lui attribue un âge Yprésien inférieur (=Ilerdien, Eocène inférieur), (cf. chap. Biostratigraphie, p. 116).

Conclusion : l'espèce *Harrisichara* sp. 2 pourrait être rattachée à l'Ilerdien.

***Harrisichara* sp. 3**
PLANCHE VI, fig. 7-9

Localité : El-Kohol (Atlas saharien, Algérie)

Description sommaire :

Gyrogonite de forme ellipsoïde large, presque sphérique (L presque égal à l), sommet absent, base terminée avec une colonne assez nette. Dimensions : 918 µm de long sur 914 µm de large.

Huit tours de spires visibles latéralement, hauts de 120 µm ; cellules spiralées présentant des nodules aussi hauts que le tour, allongés à arrondis, séparés par une distance égale à leur largeur, en nombre assez important.

Matériel : 2 gyrogonites.

Affinités :

L'espèce *H.* sp. 3, présente des dimensions (longueur et largeur) relativement élevées par rapport à celles des espèces affines du tableau 12. Par conséquent, ces deux gyrogonites semblent représenter une forme différente. Cependant, compte tenu de la faiblesse de l'effectif, il est nécessaire de récolter d'autres individus de *Harrisichara* dans le gisement d'El-Kohol, afin de confirmer ou non cette particularité (tableau 12).

Répartition du genre: Montien - Oligocène inférieur (Grambast, 1957).

Âge du présent gisement : l'association de charophytes suggère un âge Yprésien inférieur (= Ilerdien, Eocène inférieur) au gisement d'El-Kohol (cf. chap. Biostratigraphie, p. 116).

Conclusion : l'espèce *Harrisichara* sp. 3 pourrait être rattachée à l'Yprésien.

***Harrisichara* sp. 4**
PLANCHE VI, fig. 10-12

Localité : Chott Chergui (Algérie)

Description:

Gyrogonite de forme ellipsoïde long, parfois large, sommet arrondi avec nodules en pointe, base tronquée. Dimensions : 650-800 µm de long sur 530-730 µm de large.

Sept (7)-8 tours de spires visibles latéralement, hauts de 100-130 μm , les cellules spiralées présentent une ornementation formée par des nodules aussi hauts que le tour et séparés par une distance égale à la largeur du nodule. Le diamètre de l'apex est de 280-350 μm , le pore basal mesure de 90 à 110 μm .

Matériel : 4 gyrogonites

Affinités :

Vu le nombre réduit d'individus du genre *Harrisichara* livré par les différents gisements d'Algérie, nous avons préféré laisser en nomenclature ouverte toutes les formes appartenant à ce genre. Le tableau 13, montre que *H. sp. 4* semble se rapprocher plus à *H. sp. 1* de la Hammada du Dra qu'aux autres formes de ce genre.

Tableau 13 : Comparaison entre quatre populations du genre *Harrisichara* des gisements d'Algérie

Espèces	<i>Harrisichara</i> sp.1 Hammada du Dra (HGL 51), (présent travail)	<i>Harrisichara</i> sp. 2 O. Meguerchi, (présent travail)	<i>Harrisichara</i> sp. 3 El – Kohol, (présent travail)	<i>Harrisichara</i> sp. 4 Chott Chergui, (présent travail)
Caractères				
Forme générale	ellipsoïde long à large	ellipsoïde large	ellipsoïde large, presque sphérique	ellipsoïde long, parfois large
Dimensions				
L	671- 735 μm	803-968 μm	918 μm	650-800 μm
l	532 – 609 μm	643-846 μm	914 μm	530-730 μm
n	7- 9	6-8	8	7-8
l_{sp}	75 – 86 μm	125 μm	120 μm	100-130 μm
ISI		/	/	90 – 110 μm

Répartition du genre: Montien - Oligocène inférieur (Grambast, 1957).

Âge du présent gisement : Chott Chergui est daté Campanien-Maastrichtien, à partir des charophytes qui le compose (cf. chap. Biostratigraphie, p. 117).

Conclusion : l'espèce *Harrisichara* sp. 4 pourrait être rattachée à l'intervalle stratigraphique proposé pour le gisement du Chott Chergui, à savoir Campanien-Maastrichtien.

Genre *Lamprothamnium* Groves 1916

Diagnose : (d'après Soulié-Märsche, 1989) «Gyrogonites de dimensions moyennes à grandes ; d'aspect cylindrique mais de forme très variable, rapport Longueur sur largeur variant pour une même espèce et dans une même population de 1,2 à 2.

Extrémités apicales des cellules spiralées faiblement ou non calcifiées, apex paraissant tronqué en vue latérale, souvent déhiscent. Zone basale le plus souvent tronquée, plaque basale visible de l'extérieur lorsqu'elle est bien calcifiée. Plaque basale environ aussi haute que large avec des arêtes latérales droites.»

Répartition du genre : Crétacé supérieur -Actuel (Groves 1916)

Espèce-type: *Lamprothamnium papulosum* (Wallroth) Groves (actuel)

Lamprothamnium priscum Castel & Grambast

Localités : Koudiet el-Aldjoun, (Hauts plateaux, Algérie)

Description et affinités : *in*: Mebrouk (1993, Magister, Inédit)

Matériel : 100 gyrogonites

Lamprothamnium priscum Castel & Grambast

PLANCHE VII, fig. 1-2

1969. *Lamprothamnium priscum* Castel & Grambast, p. 940, pl. 32 fig. 4-7.
1993. *Lamprothamnium priscum* Castel & Grambast, in: Mebrouk, p. 67, Pl. II, fig. 1-3)

Localité: Syrte 2 (Libye)

Description :

Gyrogonite de forme cylindroïde à ellipsoïde long à sommet plan, et base tronquée, parfois effilée. Dimensions : 550-650 µm de long sur 440-500 µm de large. ISI : 120-140.

Sept (7)-9, le plus souvent, 9 tours de spires, visibles latéralement, hauts de 80-110 µm ; spires généralement planes, lisses sans aucune ornementation, les sutures sont très minces. L'extrémité apicale est rarement calcifiée, le sommet généralement absent. L'extrémité basale est souvent tronquée, parfois effilée sans pour autant former un entonnoir ; la plaque basale n'est pas visible de l'extérieur.

Matériel : 33 gyrogonites

Affinités :

Cette espèce se rattache indéniablement, par tous les caractères de la gyrogonite, au genre *Lamprothamnium*. Elle se rapproche surtout de l'espèce *L. priscum* Castel et Grambast (1969) par les dimensions de la gyrogonite. Ce caractère, au contraire, la différencie de la forme d'Achlouj 2, bien plus grande et de la forme de l'Oued Meguerchi beaucoup plus petite (tableau 13).

Extension connue de l'espèce : *Lamprothamnium priscum* (Castel & Grambast, 1969) est connu de l'Yprésien ; cette espèce apparaîtrait à la base de cet étage (Tambareau *et al.*, 1989). Soulié-Märsche (1982, 1989) propose la synonymie avec *Lamprothamnium papulosum* (actuel) bien que les gyrogonites actuelles figurées semblent se distinguer par un nombre élevé de tours de spires.

Répartition du genre : Crétacé supérieur – Actuel (Soulié-Märsche, 1989).

Âge du présent gisement : les charophytes suggèrent un âge Yprésien (Eocène inférieur) pour Syrte 2 (cf. chap. Biostratigraphie, p. 123).

***Lamprothamnium* sp.1**

PLANCHE VII, fig. 3-6

Localités : Achlouj 2 (niveau 19), Maroc

Description sommaire :

Gyrogonite dont les caractères morphologiques correspondent à ceux du genre *Lamprothamnium*, les dimensions sont les suivantes : 730-772 µm de long sur 526-530 µm de large. Sept (7), 8 tours de spires hauts de 80-100 µm.

Matériel : 7 gyrogonites

Affinités :

Par l'ensemble des caractères de la taille de la gyrogonite, *L. sp. 1* d'Achlouj 2, se rapproche de l'espèce-type, elle s'en éloigne légèrement par les dimensions de la taille. (Tableau 14).

Tableau 14: Comparaison entre quatre populations du genre *Lamprothamnium*

Espèces	<i>Lamprothamnium priscum</i> Castel & Grambast	<i>L. priscum</i> (Castel et Grambast) K. el-Aldjoun, Mebrouk, 1993 (inédit)	<i>L. priscum</i> Castel et Grambast (1969) Syrte, Libye, (présent travail)	<i>Lamprothamnium</i> sp.1 Achlouj 2, Maroc, (présent travail)
Caractères				
Forme générale	Cylindroïde	Cylindroïde	Cylindroïde large	Cylindroïde
Dimensions				
L	650-675 µm	325 - 475 µm	550-650 um	730-770 µm
l	450-475 µm	275 - 375 µm	440-500 um	520-530 µm
n	8-10	7 - 9	7- 9	7-8
l _{sp}	75-100 µm	50 - 75 µm	80-110 um	80-100 µm
ISI	156-215	/	120-140	/

Répartition du genre : Crétacé supérieur –Actuel (Soulié-Märsche, 1989).

Âge du présent gisement : L'association de toutes les espèces d'Achlouj 2 suggère un âge Campanien–Maastrichtien. Toutefois, un âge Campanien semble exclu compte tenu de l'âge Maastrichtien des sélaciens récoltés dans les niveaux phosphatés sous-jacents (Tabuce, 2002 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Colin & Tabuce, 2004). L'âge d'Achlouj 2 est donc Maastrichtien (cf. chap. Biostratigraphie, p. 120), (Mebrouk *et al.*, 2009).

Conclusion : *Lamprothamnium* sp. 1 pourrait être rattachée au Maastrichtien.

***Lamprothamnium* sp. 2**
PLANCHE VII, fig. 7

Localité : Chott Chergui, Algérie

Description sommaire :

Gyrogonite dont les caractères morphologiques correspondent à ceux du genre *Lamprothamnium*, les dimensions sont les suivantes : Longueur : 380 µm ; largeur : 250 µm.

Matériel : 1 gyrogonite

Répartition du genre : Crétacé supérieur –Actuel (Soulié-Märsche, 1989).

Âge du présent gisement : Chott Chergui est daté Campanien-Maastrichtien, à partir des charophytes qui le composent (cf. chap. Biostratigraphie, p. 117).

Conclusion : l'espèce *Lamprothamnium* sp. 2 pourrait être rattachée à l'intervalle stratigraphique Campanien-Maastrichtien. Ce dernier est conforme à l'extension connue du genre.

Genre *Maedleriella* Grambast 1957

Diagnose : (d'après Grambast 1957) «Gyrogonite dont les éléments spiralés ne sont pas rétrécis, mais quelquefois légèrement amincis sur le pourtour de la zone apicale ; nodules apicaux souvent développés. Forme en général subglobuleuse. Eléments spiralés portant fréquemment des tubercules disposés de façon très variable ; quelquefois gyrogonite lisse. Plaque basale prismatique, un peu moins haute ou quelquefois un peu plus haute que large à son complet développement ; face supérieure pentagonale, plane ou légèrement concave, constituant un rebord mince ; faces latérales légèrement obliques ; face inférieure en général visible de l'extérieur, étoilée, plus petite que la face supérieure, assez souvent pourvue d'un petit mamelon central.»

Répartition du genre : Crétacé supérieur - Eocène supérieur (non terminal)
(Grambast 1957)

Espèce-type : *Maedleriella monolifera* (Peck & Reker, 1947) Grambast 1957

***Maedleriella pachycera* Castel & Grambast**

Localités : Oued Meguerchi (Brézina, Atlas saharien, Algérie)

Description et affinités : *in* : Mebrouk (1993, Magister, Inédit)

Matériel : 100 gyrogonites

***Maedleriella cristellata* Grambast**

Localités : Oued Meguerchi (Brézina, Atlas saharien, Algérie)

Description et affinités : *in* : Mebrouk (1993, Magister, Inédit)

Matériel : 96 gyrogonites

***Maedleriella lavocati* Grambast**

1960. *Maedleriella lavocati* Grambast, p. 194, pl. 1, fig. a-d, pl. 2, fig. 8-15.

Localités : locus HGL52 (Glib Zegdou); la coupe contenant le locus HGL90 (Gour Lazib), Hammada du Dra (Algérie).

Description: (*in* : Mebrouk, 1993, Magister, Inédit)

Gyrogonite de forme le plus souvent aplatie, parfois subglobuleuse ; apex et base généralement arrondis. Dimensions : Longueur : 375 – 425 µm, Largeur : 400 – 475 µm, L/l : 0,93 – 0,89 ; ISI : 93-89

Cinq (5) à 7, le plus souvent 6 tours de spires visibles latéralement et hauts de 60 à 75 µm ; spires typiquement ornées de tubercules de taille variable suivant les échantillons ; tubercules généralement arrondis, un peu moins hauts que le tour, aussi larges que hauts, séparés par une largeur inférieure à celle des nodules. Les nodules sont parfois absents.

Matériel : quelques individus non compté.

Remarque : Bien que le nombre d'individus disponibles soit réduit, cette espèce est décrite sur la base des caractères principaux de la gyrogonite ; certains autres caractères sont peu apparents, en raison de son mauvais état de conservation.

Affinités : Par les caractères de la gyrogonite, dans les deux sites la forme de la Hammada (Glib Zegdou, locus HGL52 ; Gour Lazib, coupe contenant le locus HGL10) présente d'étroite similitude avec l'espèce-type décrite par Grambast (1960).

Extension connue de l'espèce : Proposition d'âge pour *M. lavocati* : présent travail :

Sur la base de son association avec *Raskyella pecki meridionale*, d'âge Lutétien inférieur - Bartonien inférieur (présent travail) et sur la base de sa présence (avec seulement cinq individus) dans du bassin de l'Ebre (Anadon & Feist, 1981) daté Yprésien (Ilerdien-Cuisien) ; Nous proposons un intervalle stratigraphique qui va de l'Yprésien au Bartonien inférieur à l'espèce *M. lavocati* (discussion page 57).

Âge du présent gisement : l'association des charophytes livrée par ce gisement indique un âge Yprésien - Lutétien inférieur à la Hammada (cf. chap. Biostratigraphie, p. 115).

***Maedleriella* sp. 1**
PLANCHE VII, fig. 8

Localités : Kef er-Rebbab (Hodna, Algérie),

Description :

Gyrogonite de forme aplatie, plus large que haute, sommet et base arrondie, absence de nodules apicaux. Dimensions : 441 µm de long sur 536 µm de large.

Six tours de spires visibles latéralement, hauts de 96 µm ; les cellules spiralées portent des nodules arrondis, aussi hauts que le tour, séparés par une distance plus réduite que celle de leur largeur, pas de terminaison basale.

Matériel : 3 gyrogonites (un individu mesuré, du Kef er-Rebbab)

Remarque : rares individus sont signalés à N'tagourt 2 (Maroc).

Affinités :

Par l'ensemble de ses caractères, excepté la taille des nodules, plus réduites, *Maedleriella* sp. 1 du gisement Kef er Rebbab, se rapprocherait plus de l'espèce *Maedleriella pachycera* Castel et Grambast (tableau 15).

Tableau 15 : Comparaison entre quatre populations du genre *Maedleriella*

Espèces Caractères	<i>M. pachycera</i> Castel & Grambast, 1969	<i>M. cristellata</i> Grambast, 1977	<i>M. lavocati</i> Grambast, 1960	<i>Maedleriella</i> sp. 1 K. Rebbab, Algérie, (présent travail)
Forme générale	Légèrement aplatie, plus large que haute	Subglobuleuse, plus large que haute	Subglobuleuse	plate
Dimensions				
L	400- 425 µm	450-500 µm	325- 475 µm	441 µm
l	425-525 µm	500-575 µm	375- 575 µm	536 µm
n	5- 6	6 - 7	(6) – 7- (8)	6
l _{sp}	75- 87 µm	75-100 µm	60-75 µm	96 µm
ISI	80-90	/	/	
ornementation	Tubercules arrondies, souvent massifs	Crête médiane large, tubercules reliés entre eux	Tubercules variables	nodules arrondies

Répartition du genre : Crétacé supérieur-Eocène supérieur (non terminal) (Grambast, 1957).

Âge du présent gisement : Le gisement du Kef er Rebbab (Hodna) est d'âge Campanien-Maastrichtien d'après l'association de charophytes qu'il a livré (cf. chapitre biostratigraphie, p. 116).

Conclusion : *Maedleriella* sp. 1 pourrait être rattachée au Campanien-Maastrichtien, conforme à l'extension connue du genre.

***Maedleriella* sp. 2**
PLANCHE VII, fig. 9-12 ; PLANCHE VIII, fig. 1-2

Localité : N'Tagourt 2 (Maroc)

Description :

Gyrogonite de forme subglobuleuse, légèrement plus large que haute, sommet formé par la jonction des cellules spirales et se terminant par des nodules apicaux sous forme de pointe, base arrondie sans terminaison pouvant présenter un petit canal formé par la troncature des cellules spiralées. Dimensions : 500-550 µm de long sur 510-600 µm de large.

Six (6)-7 tours de spires, visibles latéralement, hauts 80 à 90 µm ; cellules spiralées concaves, présentant une ornementation ondulée, sans toutefois la présence de nodules spiraux individualisés ; parfois nodules allongés formant une crête médiane épaisse, médiane d'une largeur faisant la moitié de l'épaisseur de la spire (45-55µm), ornementation arrêtée sur le

pourtour de la zone apicale où les cellules ne sont pas modifiées; pore basal, petit, pentagonal et mesure 90 µm et obturé par la plaque basale.

Matériel : 8 gyrogonites

Affinités :

Par l'ensemble de ses caractères, l'espèce de N'tagourt 2, se rattache indéniablement au genre *Maedleriella*. Par les dimensions, elle se situerait entre les espèces *M. cristellata* et *M. intermedia*. Elle se rapproche le plus à *M. cristellata*, par la forme générale, les dimensions de la taille et relativement par le type de l'ornementation. Par contre, elle présente un diamètre du pore basal beaucoup plus important que l'espèce-type, critère empêchant le rattachement à cette dernière espèce (tableau 16).

Tableau 16 : Comparaison entre trois populations de *Maedleriella*

Espèces Caractères	<i>Maedleriella intermedia</i> Soulié-Märsche, 1974	<i>M. cristellata</i> Grambast, 1977	<i>Maedleriella</i> sp. 2, N'tagourt 2, Maroc (présent travail)
Forme générale	Subglobuleuse, plus large que haute	Subglobuleuse, plus large que haute	Subglobuleuse, plus large que haute
Dimensions			
L	425-700 µm	450-500 µm	500 - 550 µm
l	475- 800 µm	500-575 µm	510 - 600 µm
n	7- 8 (9)	6 - 7	6 - 7
l _{sp}	85- 100 µm	75-100 µm	80- 90 µm
ISI	80-100	/	80-90
Ornementation	Spires planes, tubercules saillants très rapprochés, parfois allongés	Crête médiane large, tubercules reliés entre eux	ornementation ondulée, crête médiane épaisse

Répartition du genre : Crétacé supérieur-Eocène supérieur (non terminal) (Grambast, 1957).

Âge du présent gisement : L'étude magnétostratigraphique réalisée par Gheerbrant *et al.*, (1998) a donnée un âge Yprésien moyen au gisement de N'Tagourt 2 (cf. chapitre biostratigraphie, p. 121).

Conclusion : l'âge Yprésien moyen est proposé pour l'espèce *Maedleriella* sp. 2, conforme à l'extension connue du genre.

***Maedleriella* sp. 3**
PLANCHE VIII, fig. 3-4

Localisation : locus HGL50 (Glib Zegdou, Hammada du Dra, Algérie).

Description sommaire :

Gyrogonite de forme plate, sommet plan, arrondi, base se terminant avec une colonne assez bien individualisée (65µm). Dimensions : 396 – 342 µm de longueur sur 450 – 456 µm de largeur.

Cinq (5)-6 tours de spires visibles latéralement, hauts de 50-63 µm ; cellules spiralées présentant des nodules plus ou moins développés, plus larges que hauts, formant une ligne continue d'ondulation.

Matériel : 30 gyrogonites

Affinités :

Par le type d'ornementation, *Maedleriella* sp. 3 se rapproche des espèces *M. cristellata* et *M. funiculosa*, elle s'en éloigne par tous les autres caractères (tableau 17).

Tableau 17 : Comparaison entre quatre populations du genre *Maedleriella*

Espèces	<i>M. cristellata</i> Grambast, 1977	<i>M. funiculosa</i> Feist-Castel, 1970	<i>M. manganoti</i> Grambast, 1957	<i>Maedleriella</i> sp. 3 Hammada, Algérie (présent travail)
Caractères				
Forme générale	Subglobuleuse, plus large que haute	Aplatie	Subglobuleuse	forme plate
Dimensions				
L	450-500 µm	400-775 µm	420-540 µm	342 - 396 µm
l	500-575 µm	500-900 µm	440-600 µm	450 - 456 µm
n	6 - 7	6-7	7-8 (9)	5- 6
l _{sp}	75-100 µm	80-100 µm	70-80 µm	50 - 63 µm
ISI	/	60-90	/	
ornementation	Crête médiane large, tubercules reliés entre eux	Crête médiane saillante, parfois discontinue	Tubercules régulièrement disposés	Nodules, ligne continue

Répartition du genre : Crétacé supérieur-Eocène supérieur (non terminal) (Grambast, 1957).

Âge du présent gisement : l'association de charophytes livrée par ce gisement (Hammada du Dra) permet de lui proposer un âge Yprésien - Lutétien inférieur (cf. chapitre biostratigraphie, p. 115).

Conclusion : *Maedleriella* sp. 3 est d'âge Yprésien-Lutétien inférieur, conforme à l'extension connue du genre.

***Maedleriella* sp. 4**

PLANCHE VIII, fig. 5-12, PLANCHE IX, fig. 1-3

Localités : locus HGL51 (Glib Zegdou) ; coupe contenant le locus HGL10 (Gour Lazib), (Hammada du Dra, Algérie).

Description :

Gyrogonite de forme subglobuleuse à sphérique, sommet et base arrondis. La base est parfois tronquée, le sommet présent des nodules apicaux de taille réduite ou grande. Dimensions : Longueur : 600-750 µm, le plus souvent 650-750 µm, largeur : 650-800 µm, le plus souvent 700-750 µm, ISI varie de 92-100.

Six (6)-7 tours de spires latéralement hauts de 110-150 µm, ornés de nodules variés, arrondis le plus souvent, parfois plutôt allongés sur certains échantillons et séparés par une distance égale à leur largeur. Le pore basal, de forme pentagonale, mesure 75 à 95 µm.

Matériel : 20 gyrogonites (coupe contenant le locus HGL10) ; 32 gyrogonites (HGL51)

Affinités :

Par l'ensemble de ses caractères, l'espèce *M. sp. 4* de la Hammada du Dra se rapproche de *M. manganoti* Grambast. Une comparaison détaillée, montre que l'espèce *M. sp. 4* du locus HGL51, présente des similitudes avec la sous espèce *M. manganoti* ssp. *meridionalis* Feist-Castel, du point de vue de sa taille, du nombre de tours de spires, de l'épaisseur des spires et de l'indice d'isopolarité ISI, tandis que *M. sp. 4* du locus HGL10 présente des dimensions nettement plus grandes (tableau 18).

Tableau 18 : Comparaison entre quatre populations du genre *Maedleriella*

Espèces	<i>Maedleriella</i> sp. 4 Hammada (HGL10), Algérie (présent travail)	<i>Maedleriella</i> sp. 4 Hammada (HGL51), Algérie (présent travail)	<i>M. mangeloti</i> Grambast, 1957	<i>M. mangeloti</i> ssp. <i>meridionalis</i> Feist- Castel, 1972
Caractères	Subglobuleuse à sphérique	Subglobuleuse à sphérique	Subglobuleuse	Subglobuleuse
Forme générale				
Dimensions				
L	650-750 µm	600-680 µm	420-540 µm	525-650 µm
l	700-750 µm	600-700 µm	440-600 µm	550-725 µm
n	6-7	6-7-8	7-8 (9)	6-7-8
l _{sp}	110-150 µm	70-80 µm	70-80 µm	70-80 µm
ISI	92-100	85-100	/	78-100
ornementation	Nodules variés souvent arrondies	Nodules variés souvent arrondies	Tubercules régulièrement disposés	Tubercules régulièrement disposés

Répartition du genre : Crétacé supérieur-Eocène supérieur (non terminal) (Grambast, 1957).

Âge du présent gisement : l'association de charophytes livrée par ce gisement (Hammada du Dra) permet de lui proposer un âge Yprésien - Lutétien inférieur (cf. chapitre biostratigraphie, p. 115).

Conclusion : l'espèce *Maedleriella* sp. 4 est donc d'âge Yprésien - Lutétien inférieur.

***Maedleriella* sp. 5**
PLANCHE IX, fig. 4-9

Localité : locus HGL50 (Glib Zegdou, Hammada du Dra, Algérie)

Description :

Gyrogonite de forme généralement subglobuleuse, à sphérique, le sommet et la base arrondis. Sur le sommet, présence de nodules apicaux individualisés et bien développés. Dimensions : Longueur : le plus souvent 500-600 µm, largeur : 550-650 µm, ISI varie de 81-96.

Cinq (5)-7, le plus souvent 6, tours de spires hauts de 80-100 µm, sur la surface des tours, les nodules spiraux sont nombreux et très rapprochés formant parfois une crête saillante, médiane sur la spire, cette crête est plus épaisse chez certains échantillons. Le pore basal est de forme pentagonale, superficiel et mesure généralement 50 µm.

Matériel : 10 échantillons mesurés

Affinités :

Par l'ensemble de ses caractères, l'espèce du locus HGL50 se rapproche le plus de *M. cristellata* Grambast, 1977. Par le caractère de l'ornementation, le nombre des tours de spires et leurs épaisseurs, *M. sp. 5* se rapproche aussi de l'espèce *M. funiculosa* Feist-Castel ; elle s'en éloigne, par contre par la forme générale et les dimensions réduites de sa gyrogonite (tableau 19).

Tableau 19: Comparaison entre trois populations de *Maedleriella*

Espèces	<i>M. funiculosa</i> Feist- Castel, 1970	<i>M. cristellata</i> Grambast, 1977	<i>Maedleriella</i> sp. 5, Hammada, Algérie, (présent travail)
Caractères			
Forme générale	Aplatie	Subglobuleuse, plus large que haute	Subglobuleuse à sphérique
Dimensions			
L	400-775 µm	450-500 µm	500-600 µm
l	500-900 µm	500-575 µm	550-650 µm
n	6-7	6 - 7	(5)– 6 - (7)
l _{sp}	80-100 µm	75-100 µm	80-100µm
ISI	60-90	/	81- 96
ornementation	Crête médiane saillante, parfois discontinue	Crête médiane large, tubercules reliés entre eux	Crête médiane saillante, parfois épaisse

Répartition du genre : Crétacé supérieur-Eocène supérieur (non terminal) (Grambast, 1957).
Âge du présent gisement : l'association de charophytes livrée par ce gisement (Hammada du Dra) permet de lui proposer un âge Yprésien - Lutétien inférieur (cf. chapitre biostratigraphie, p. 115).

Conclusion : l'extension Stratigraphique de l'espèce *Maedleriella* sp. 5 serait Yprésien - Lutétien inférieur.

Une comparaison entre toutes les espèces du genre *Maedleriella* récoltées jusqu'à ce jour dans la Hammada du Dra est ici résumée (tableau 20) :

Tableau 20 : Comparaison entre toutes les espèces du genre *Maedleriella* de la Hammada du Dra

Espèces	<i>Maedleriella</i> sp. 3 (HGL50) Hammada, Algérie (présent travail)	<i>Maedleriella</i> sp. 4 Hammada (HGL10), Algérie (présent travail)	<i>Maedleriella</i> sp. 4 Hammada (HGL51), Algérie (présent travail)	<i>Maedleriella</i> sp. 5 (HGL50) Hammada, Algérie (présent travail)	<i>M. lavocati</i> Grambast, 1960
Caractères					
Forme générale	forme plate	Subglobuleuse à sphérique	Subglobuleuse à sphérique	Subglobuleuse à sphérique	Subglobuleuse
Dimensions					
L	342-396 µm	650-750 µm	600-680 µm	500-600 µm	325- 475 µm
l	450-456 µm	700-750 µm	600-700 µm	550-650 µm	375- 575 µm
n	5-6	6-7	6-7-8	(5)– 6 - (7)	(6) – 7- (8)
l _{sp}	50-63 µm	110-150 µm	70-80 µm	80-100 µm	60-75 µm
ISI		92-100	85-100	81- 96	/
ornementation	Nodules, ligne continue	Nodules variés souvent arrondies	Nodules variés souvent arrondies	Crête médiane saillante, parfois épaisse	Tubercules variables

***Maedleriella* sp. 6**

PLANCHE IX, fig. 10-12

Localité : Saf (Maroc)

Description :

Gyrogonite de forme plate, plus large que haute, sommet et base tronqués. Dimensions : 480-510 µm de longueur sur 740-650 µm de largeur ; présence, au niveau de la zone apicale, d'un rétrécissement périapical et où les nodules apicaux sont relativement développés.

Cinq (5)-6 tours de spires visibles latéralement, hauts de 110-130 µm; les cellules spiralées sont concaves et présentent une ornementation formée de nodules plus ou moins arrondies, parfois en bâtonnets bien individualisés, aussi hauts que le tour, séparés par une distance égale à deux fois leurs largeurs ; les sutures sont nettes. Le diamètre apical est de 345 µm ; le pore basal mesure 60 µm et la colonne basale est absente.

Matériel : 4 gyrogonites

Affinités :

Par la forme générale de la gyrogonite, *Maedleriella* sp. 6 présente un degré d'aplatissement plus important que la plupart des espèces du genre, le type d'ornementation la rapproche essentiellement de *M. pachycera* Castel & Grambast, et de *M. mangenoti* Grambast (tableau 21).

Tableau 21 : Comparaison entre trois populations du genre *Maedleriella*

Espèces Caractères	<i>M. pachycera</i> Castel & Grambast, 1969	<i>M. manganoti</i> Grambast, 1957	<i>Maedleriella</i> sp. 6, saf, Maroc (présent travail)
Forme générale	Légèrement aplatie, plus large que haute	Subglobuleuse	Aplatie, plus large que haute
Dimensions			
L	400- 425 µm	420-540 µm	480-510µm
l	425-525 µm	440-600 µm	740-650µm
n	5- 6	7-8 (9)	5-6
l _{sp}	75- 87 µm	70-80 µm	110-130 µm
ISI	80-90	/	
Ornementation	Tubercules arrondies, souvent massifs	Tubercules régulièrement disposés	nodules arrondies, parfois en bâtonnets

Répartition du genre : Crétacé supérieur-Eocène supérieur (non terminal) (Grambast, 1957).

Âge du présent gisement : Saf est d'âge Paléocène, à partir de son association de charophytes formée par les espèces *Peckichara* cf. *llobregatensis*, *Feistiella* sp. 1 et deux taxons du genre *Maedleriella* (cf. chapitre biostratigraphie, p. 120).

Conclusion : l'intervalle stratigraphique proposé pour l'espèce *Maedleriella* sp. 6 serait Paléocène.

Genre *Microchara* Grambast 1959

Diagnose : (d'après Grambast 1959) «Gyrogonite de forme générale souvent ellipsoïde ou ovoïde. Cellules spiralées peu modifiées au niveau de l'apex, généralement ornées de tubercules très saillants, en particuliers au niveau de leurs terminaisons apicales. Taille souvent restreinte. Plaque basale mince.»

Répartition du genre : Crétacé supérieur - Eocène inférieur (à moyen) d'après Grambast (*in*: Feist & Grambast-Fessard 1982)

Espèce-type: *Microchara histrix* Grambast 1959

Microchara aff. *pachythelys*

PLANCHE X , fig. 1-2

1958. *Microchara pachythelys*, Grambast, p. 170, fig. 77a.

1975. *Microchara pachythelys*, Grambast, Feist-Castel, p. 92.

1977. *Microchara pachythelys*, Grambast, p. 25, fig. 16 et 17, Pl. VII, fig. 6-8.

1981. *Microchara pachythelys* Grambast, Massieux, Tambareau & Villate, p. 73, Pl. I, fig. 10-11.

Localité: Kef er-Rebbab (Hodna, Algérie)

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde long à large parfois ovoïde, apex arrondi, parfois légèrement bombé ; base légèrement effilée. Dimensions : 340-370 µm de long sur 270-290 µm de large. ISI : 56-83.

Huit (8)-10, le plus souvent 9, tours de spires visibles latéralement, hauts de 40 -52 µm ; tours légèrement concaves, séparées par des sutures simples, fines, convexes (sortant sous forme de ligne continue) portant ou non des tubercules fins, petits, aussi hauts que le tour, séparés par une distance de deux à trois fois leur largeur. Au niveau de la zone apicale, les nodules terminaux sont relativement développés ; l'extrémité basale est rarement prolongée par une pointe.

Matériel : 7 gyrogonites

Affinités :

Par l'ensemble des caractères généraux de la gyrogonite, cette espèce se rattache au genre *Microchara*. Par la forme générale, le sommet et le type de l'ornementation, l'espèce du Hodna, se rapproche de *M. pachythelys* Grambast (1977). Elle s'en éloigne par les dimensions légèrement réduites de la gyrogonite qui la rapprocheraient de *M. pachythelys* de Massieux *et al.*, (1981) (tableau 22).

Tableau 22 : Comparaison entre trois populations de *Microchara pachythelys*

Espèces Caractères	<i>M. pachythelys</i> Grambast, 1977	<i>M. pachythelys</i> Grambast <i>in</i> : Massieux <i>et al.</i> , 1981	<i>M. aff. pachythelys</i> , Kef er Rebbab, Algérie (présent travail)
Forme	Ovoïde, ellipsoïde	ovoïde	ellipsoïde à ellipsoïde large
Dimensions			
L	240 – 500 µm	375 – 450 µm	340 – 370 µm
l	200 – 400 µm	275 – 350 µm	270 – 290 µm
n	(8) – 9 - (10)	(7) 8 – 9 (10)	(8) - 9 - (10)
l _{sp}	50 – 60 µm	37 – 50 µm	40 µm
Ornementation	Tubercules un peu irréguliers	Tubercules espacés, courts, fins	tubercules espacé, fines

Extension connue de l'espèce : *M. pachythelys* est connue au Thanétien supérieur de Conchy-les Pots (Oise) (Grambast, 1977) ; Massieux *et al.*, (1981) ont récolté cette espèce en abondance dans le complexe laguno-lacustre du Thanétien supérieur de Rouvenac (l'Aude). *M. pachythelys* est également signalée dans le plateau d'Arbois, en Provence dans le Thanétien ancien (Feist-Castel, 1975).

Répartition du genre : Crétacé supérieur-Eocène inférieur (moyen) (Grambast 1959b).

Âge du présent gisement : Le gisement du Kef er Rebbab (Hodna) est d'âge Campanien-Maastrichtien d'après l'association de charophytes qu'il a livré (cf. chapitre biostratigraphie, p. 116).

Conclusion : l'espèce *Microchara aff. pachythelys* est d'âge Campanien-Maastrichtien, conforme à l'extension connue du genre.

Microchara aff. parzensis**PLANCHE X, fig. 3-6**

1987. *Microchara parzensis* Massieux, Rey & Villatte, p. 154, fig. 6-13.

Localité : Kef er Rebbab (Hodna, Algérie)

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde large à ovoïde. Apex arrondi, parfois conique ; base généralement effilée, parfois tronquée. Dimensions : 490-610 µm de long sur 400-500 µm de large. ISI variant de 120 à 130.

Sept (7)-8 tours de spires, visibles latéralement, hauts de 80 à 95µm. Cellules spiralées concaves, séparées par des sutures simples formant parfois une crête. Ces cellules sont peu modifiées à la surface de la zone apicale, légèrement dilatées à leurs extrémités dépourvues de nodules ou tubercules apicaux. La base est régulièrement effilée ; les crêtes cellulaires se poursuivent jusqu'à l'extrémité et délimitent le pore basal de petite taille.

Matériel : 5 gyrogonites

Affinités :

Par tous les caractères de la gyrogonite, cette espèce se rattache au genre *Microchara* ; elle se rapproche des espèces *M. leiocarpa*, *M. olmesensis* et *M. laevigata* par la forme générale et la taille ; par tous les autres caractères (nombre de tours de spires, l'épaisseur des

spires et ISI), elle se rapproche surtout de l'espèce *M. olmesensis* (tableau 23).

Tableau 23 : Comparaison entre cinq populations du genre *Microchara*

Espèces	<i>M. leiocarpa</i> Grambast, 1971	<i>M. laevigata</i> Grambast & Gutiérrez, 1977	<i>M. parzensis</i> Massieux, in Massieux <i>et al.</i> , 1987	<i>M. olmesensis</i> Billotte & Massieux (1988)	<i>M. aff. parzensis</i> Kef er Rebbab, Algérie, (présent travail)
Caractères					
Forme	variable : ovoïde large, ellipsoïde large	ellipsoïde plus ou moins allongé	ovoïde	Ovoïde allongée	ellipsoïde, large à ovoïde
Dimensions					
L	450-625 µm	375-500 µm	450-500 µm	540-620 µm	490-610 µm
l	400-550 µm	350-425 µm	350-400 µm	440-480 µm	400-500 µm
n	8-10 (11)	(7)-8-(9)	(7)-8-10	7-8	7-8
l _{sp}	55-80 µm	50-75 µm	50-62 µm	80-90 µm	80 – 95 µm
ISI	104-129	110-120	120-140	120-135	120 - 130

Extension connue de l'espèce : l'espèce *Microchara parzensis* est connue dans le Maastrichtien continental (Massieux *et al.*, 1987).

Âge du présent gisement : Le gisement du Kef er Rebbab (Hodna) est d'âge Campanien-Maastrichtien d'après l'association de charophytes qu'il a livré (cf. chapitre biostratigraphie, p. 116).

***Microchara* sp.**
PLANCHE X, fig. 7-8

Localités : Glib Zegdou (locus HGL51) (Hammada du Dra, Algérie)

Description sommaire :

Gyrogonite de forme ellipsoïde long, sommet légèrement bombé par la fusion des nodules apicaux, base effilée se terminant par un canal peu développé. Dimensions : 452-550 µm de longueur sur 310-450 µm de largeur.

Sept (7)-9 tours de spires, visibles latéralement, hauts de 60 µm; les cellules spiralées sont concaves, lisses, les sutures sont fines et simples.

Matériel : 4 gyrogonites (HGL51)

Remarque : de rares individus sont signalés dans Oued Meguerchi (Atlas saharien, Algérie).

Affinités :

En dépit d'un nombre réduit d'individus, et vu la différence de forme de la gyrogonite entre les deux espèces, ce *Microchara* présente des affinités de caractères avec l'espèce *M. parzensis* (taille, nombre de tours de spires, épaisseur des spires). Chez les deux espèces, les tours de spires sont lisses, concaves et séparés par des sutures fines (tableau 24).

Tableau 24 : Comparaison entre quatre populations du genre *Microchara*

Espèces	<i>M. leiocarpa</i> Grambast, 1971	<i>M. laevigata</i> Grambast & Gutiérrez, 1977	<i>M. parzensis</i> Massieux, in : Massieux <i>et al.</i> , 1987	<i>Microchara</i> sp. Hammada, Algérie, (présent travail)
Caractères				
Forme	variable: ovoïde large, ellipsoïde large	ellipsoïde plus ou moins allongé	ovoïde	ellipsoïde long
Dimensions				
L	450-625 µm	375-500 µm	450-500 µm	452-550 µm
l	400-550 µm	350-425 µm	350-400 µm	310-450 µm
n	8-10 (11)	(7)-8-(9)	(7)-8-10	7-9
l _{sp}	55-80 µm	50-75 µm	50-62 µm	60 µm
ISI	104-129	110-120	120-140	

Répartition du genre : Crétacé supérieur-Eocène inférieur (moyen) (Grambast, 1959).

Âge du présent gisement : l'association de charophytes livrée par ce gisement (Hammada du Dra) permet de lui proposer un âge Yprésien - Lutétien inférieur (cf. chapitre biostratigraphie, p. 115).

Conclusion : l'espèce *Microchara* sp. est d'âge Yprésien-Lutétien inférieur, conforme à l'extension connue du genre.

Genre *Neochara* Wang & Lin (in: Wang 1978b)

Caractères de la gyrogonite : (d'après Feist & Grambast-Fessard, 1982) «Gyrogonites ovoïdes ou cylindroïdes à base effilée ; rétrécissement périapical net ; plaque basale épaisse, généralement visible de l'extérieur ; présence d'un entonnoir basal.»

Répartition du genre : Eocène (Wang & Lin in : Wang 1978b)

Espèce-type: *N. huananensis* Wang & Lin (Wang & Lin in: Wang, 1978b)

***Neochara ameuriorum* Mebrouk & Feist, 1999**

Holotype: F. M. 9220-1

Localité-Type: Oued Meguerchi (Brézina, Atlas saharien, Algérie)

Diagnose et description : in : Mebrouk (1993, Magister, Inédit), Mebrouk & Feist, 1999.

Matériel : 97 gyrogonites

Genre *Nitellopsis* (Hy) Grambast & Soulié-Märsche 1972 = *Tectochara* L. & N. Grambast 1954.

Diagnose: (d'après Grambast & Soulié-Märsche 1972) «Gyrogonites dont les cellules spiralées présentent au voisinage du sommet une diminution de largeur le plus souvent nette et un amincissement variable. Le rétrécissement produit délimite une zone apicale occupée par les renflements terminaux formant une rosette souvent saillante. Longueur de la gyrogonite excèdent la largeur, forme générale ovoïde, quelques fois subglobuleuse ou cylindroïde (prolate sphéroïdale à subprolate et subvoïdale). Plaque basale typiquement beaucoup plus large que haute. Pore basal souvent (s.g. *Campaniella* et *Tectochara*) évasé, pentagonal ou étoilé.»

Sous genre : *Nitellopsis* (Hy) Grambast & Soulié-Märsche 1972

Caractères de la gyrogonite: (d'après Grambast & Soulié-Märsche, 1972) «Gyrogonite ovoïde ; entonnoir basal absent ou peu marqué.»

Répartition du sous genre: Pliocène supérieur - Actuel (in: Soulié-Märsche, 1989)

Espèce-type: *N. obtusa* (Devaux) Groves 1919 (actuel)

Sous genre : *Tectochara* (L. & N. Grambast 1954) Grambast & Soulié-Märsche 1972

Caractères de la gyrogonite:(d'aprèsGrambast & Soulié-Märsche,1972) «Gyrogonite le plus souvent ovoïde avec une base rétrécie et un entonnoir basal bien marqué ».

Répartition du sous genre : Eocène à Pliocène supérieur (in: Soulié-Märsche, 1989)

Espèce-type: *Nitellopsis* (*Tectochara*) *meriani* (Al. Braun ex. Unger 1850)
Grambast & Soulié-Märsche 1972

***Nitellopsis (T.) thaleri* (Castel & Grambast)**

Grambast & Soulié-Märsche 1972

Localités : Oued Meguerchi (Brézina, Atlas saharien, Algérie)

Description et affinités : *in* : Mebrouk (1993, Magister, Inédit)

Matériel: 95 gyrogonites

***Nitellopsis (T.) thaleri* (Castel & Grambast)**

Grambast & Soulié-Märsche 1972

Localités : Hadjerat Zennad (Hauts plateaux, Algérie)

Affinités : *in* : Mebrouk (1993, Magister, Inédit)

Matériel: 20 gyrogonites

***Nitellopsis (T.) aff. thaleri* (Castel & Grambast)**

Grambast & Soulié-Märsche 1972

PLANCHE X, fig. 9-12 ; PLANCHE XI, fig. 1-8

1969. *Tectochara thaleri* Castel & Grambast, p. 936, pl. 30. fig. 1-10

1972. *Nitellopsis (Tectochara) thaleri* (Castel & Grambast) Grambast & Soulié-Märsche, p. 11

1993. *Nitellopsis (T.) thaleri* Castel & Grambast, *in* : Mebrouk (Magister, Inédit)

Localités : N'Tagourt 2 (Maroc), coupe contenant le locus HGL10 (Gour Lazib, Hammada du Dra, Algérie).

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde allongée à ovoïde, sommet convexe ou plan ; région basale effilée, souvent pourvue à son extrémité d'expansions latérales formées par une accentuation du relief des cellules spiralées. Dimensions : 1000-1500 µm de long sur 950-1350 µm de large. ISI : 105-111

Huit (8)-10, le plus souvent 10, tours de spires visibles latéralement, lisses ou portantes des ondulations. Sur le pourtour de la zone apicale, large de 450 à 550 µm, s'observent des nodules apicaux légèrement développés. Au niveau de cette zone, les cellules spiralées sont sensiblement rétrécies. Pore basal pentagonal, souvent évasé, situé au fond d'un entonnoir pyramidal ; il mesure 110 à 150 µm de diamètre.

Matériel : 18 échantillons mesurés (8 dans la coupe comprenant le locus HGL10 et 10 à N'tagourt 2).

Remarque : quelques individus sont présents au Glib Zegdou (locus HGL51) et aux Gour Lazib (coupe contenant le locus HGL90). Des spécimens, en bon état de conservation, sont reconnus dans les Gour Iderganes (coupe contenant le locus HGL61, étude en cours), (Hammada du Dra, Algérie)

Affinités :

Par les caractères de la taille, l'espèce de N'tagourt 2 se rapproche de l'espèce-type, alors que celle de la Hammada, est de taille plus réduite (tableau 25).

Tableau 25 : Comparaison entre trois populations de *Nitellopsis (T.) thaleri*

Espèces	<i>Nitellopsis (T.) thaleri</i> Castel & Grambast, 1969	<i>Nitellopsis (T.) aff. thaleri</i> Hammada, Algérie (présent travail)	<i>Nitellopsis (T.) thaleri</i> N'taggourt (Maroc), (présent travail)
Caractères			
Forme	Ellipsoïde large, parfois subglobuleuse	ellipsoïde large à ovoïde	ellipsoïde allongée à ovoïde
Dimensions			
L	1075-1550 µm	900-1000 µm	1000-1500 µm
l	1000-1550 µm	800-980 µm	950-1350 µm
n	(7)-8-9	9-10	8 – 10
l _{sp}	150-200 µm	110-150 µm	/
ISI	85-120	100-120	/
Ornementation	Tubercules allongés dans le sens de la spire	Nodules arrondis aussi haut que le tour	ondulations fines

Extension connue de l'espèce : discussion du présent travail :

Castel & Grambast (1969) attribuent à l'espèce *Nitellopsis (T.) thaleri* un âge allant du Cuisien supérieur au Lutétien supérieur. Riveline (1986) propose pour cette espèce et pour l'ensemble de ses sous espèces un âge Eocène inférieur-moyen.

Tambareau *et al.*, (1989) ont montré que l'espèce *Nitellopsis (T.) thaleri* est d'âge Ilherdien moyen à supérieur (base de l'Yprésien) dans les gisements de la Montagne noire, les Corbières, le Bassin de l'Ebre et en Sardaigne sur la base de la position stratigraphique de ces gisements et de la microfaune associée aux charophytes, notamment, *Alveolina cf. subpyrenaica*, *A. decipiens* et *A. (Gl.) lepidula*.

Dans la synthèse sur la biozonation des charophytes, tout en intégrant le travail de Tambareau *et al.*, (1989), Riveline *et al.*, (1996) proposent un intervalle stratigraphique pour l'espèce *Nitellopsis (T.) thaleri* allant de l'Yprésien moyen terminal à la base du Lutétien inférieur.

Conclusion:

Il sera tenu compte, pour nos propositions de datations du présent travail, de l'intervalle stratigraphique Yprésien moyen terminal - base du lutétien inférieur pour l'espèce *Nitellopsis (T.) thaleri* et ses formes affines.

Âges des présents gisements :

* L'étude magnétostratigraphique réalisée par Gheerbrant *et al.*, (1998) a donnée un âge Yprésien moyen au gisement de N'Taggourt 2 (cf. chapitre biostratigraphie, p. 121).

* L'association des charophytes livrée par la Hammada du Dra donne un âge Yprésien - Lutétien inférieur (cf. chapitre biostratigraphie, p. 115).

Nitellopsis (T.) huangi Wang

Localité : Koudiet el-Aldjoun (Monts de Chellala, Algérie)

Description et affinités : *in* : Mebrouk (1993, Magister, Inédit).

Matériel : 100 gyrogonites

Nitellopsis (T.) dutemplei (Watelet) Grambast & Soulié-Märsche PLANCHE XI, fig. 9-10

1866. *Chara dutemplei* Watelet, p. 56, pl. 15, fig. 6

1954. *Tectochara dutemplei* L. & N. Grambast, p. 669

1972. *Nitellopsis (T.) dutemplei* Grambast & Soulié-Märsche, p. 10

Localité : El-Kohol (Atlas saharien central, Algérie)

Description :

Gyrogonite de forme ovoïde, très large à sphérique, sommet absent (sur les échantillons ici étudiés) ; la base est caractérisée par un entonnoir basal assez développé ayant une hauteur de 120 µm, apex plan et la base effilée. Dimensions : 1200 – 1433 µm de longueur sur 1230-1400 µm de largeur, ISI : 85-115.

Onze à 12 tours de spires hauts de 120 µm, cellules spiralées planes, ornées de bâtonnets aussi hauts que le tour, perpendiculaires aux sutures et espacées par une distance égale à deux ou trois fois leur largeur. Cette ornementation tend à se réduire à la base de la gyrogonite caractérisée par un entonnoir assez marqué.

Matériel : 2 gyrogonites

Affinités:

Mis à part, les autres caractéristiques de la gyrogonite, l'espèce *Nitellopsis (T.) dutemplei* d'El-Kohol, présente des dimensions relativement réduites par rapport à l'espèce-type (tableau 26).

Tableau 26 : Comparaison entre deux populations de *Nitellopsis (T.) dutemplei*

Espèces	<i>Nitellopsis (T.) dutemplei</i> Grambast & Soulié-Märsche, 1972	<i>Nitellopsis (T.) dutemplei</i> El-Kohol, Algérie (présent travail)
Caractères		
Forme	Ovoïde large à subglobuleuse	ovoïde large à sphérique
Dimensions		
L	1500-1700 µm	1200-1433 µm
l	1300-1500 µm	1230-1400 µm
n	(10)-11-12 (13)	11-12
l _{sp}	140-225 µm	120 µm
ISI	104-225	85-115
Ornementation	Tubercules isolés, parfois fusionnés	Tubercules sous forme de bâtonnets isolés

Extension connue de l'espèce : *Nitellopsis (T.) dutemplei* est connue dans les gisements d'âge Thanétien supérieur-Yprésien inférieur (Grambast, 1972b ; Feist *et al.*, 1979). Pour Riveline (1986), cette espèce indiquerait un âge Yprésien.

Répartition du sous genre: Eocène à Pliocène supérieur (*in*: Soulié-Märsche, 1989).

Âge du présent gisement : l'association de charophytes suggère un âge Yprésien inférieur (= Ilerdien, Eocène inférieur) au gisement d'El-Kohol (cf. chap. Biostratigraphie, p. 116).

Nitellopsis (T.) sp.
PLANCHE XI, fig. 11-12

Localité : N'Tagourt 2 (Maroc)

Description :

Gyrogonite de forme ovoïde large à sphérique, sommet et base arrondis. Dimensions : 900 -1100 µm de long sur 850 -950 µm de large ; ISI : 105-115

Huit (8)-10, le plus souvent 9, tours de spires visibles latéralement, hauts de 110-130 µm, lisses ou planes. Sur le pourtour de la zone apicale, large de 350-550 µm, s'observent des nodules apicaux plus ou moins développés. Au niveau de cette zone, les cellules spiralées sont sensiblement rétrécies. Pore basal pentagonal, souvent évasé, situé au fond d'un entonnoir et mesure de 90 à 160 µm de diamètre.

Matériel : 7 gyrogonites mesurés et en bon état de conservation.

Affinités :

Par sa taille, réduite, et par son ornementation lisse, cette espèce ne peut être rattachée ni à *Nitellopsis (T.) dutemplei* Grambast & Soulié-Märsche (1972), ni à *Nitellopsis (T.) thaleri* Castel & Grambast (1969) (tableau 27).

Tableau 27 : Comparaison entre trois populations du genre *Nitellopsis*

Espèces	<i>Nitellopsis (T.) dutemplei</i> Grambast & Soulié-Märsche (1972)	<i>Nitellopsis (T.) thaleri</i> Castel & Grambast, 1969	<i>Nitellopsis (T.)</i> sp. N'Tagourt 2, Maroc (présent travail)
Caractères			
Forme	Ovoïde large à subglobuleuse	Ellipsoïde large, parfois subglobuleuse	ovoïde large à sphérique
Dimensions			
L	1500-1700 µm	1075-1550 µm	900-1100 µm
l	1300-1500 µm	1000-1550 µm	850-950 µm
n	(10)-11-12 (13)	(7)-8-9	8-9-10
l _{sp}	140-225 µm	150-200 µm	110-130µm
ISI	104-225	85-120	95-116
Ornementation	Tubercules isolés, parfois fusionnés	Tubercules allongés dans le sens de la spire	Planes, lisses

Répartition du sous genre: Eocène à Pliocène supérieur (*in*: Soulié-Märsche, 1989)

Âge du présent gisement : L'étude magnétostratigraphique réalisée par Gheerbrant *et al.*, (1998) a donnée un âge Yprésien moyen au gisement de N'Tagourt 2 (cf. chapitre biostratigraphie, p. 121).

Conclusion : l'extension de l'espèce *Nitellopsis (T.)* sp. serait Yprésien moyen.

**Genre *Nodosochara* (Mädler 1955) Horn af Rantzien 1959
= *Turbochara* Wang, 1978a**

Caractères de la gyrogonite : (d'après Choi, 1984) «gyrogonite ovoïde avec région basale étirée en pointe ; entonnoir basal absent ; plaque basale épaisse, non visible de l'extérieur».

Répartition du genre *Nodosochara* : Crétacé sup à Eocène sup (? Néogène) (d'après Feist *et al.*, 2005).

Espèce-type: *N. clivulata* (Peck & Recker, 1948) Mädler, 1955a

Remarque :

Dans Feist & Grambast-Fessard (1982), il est fait mention de ? *Turbochara* avec le Crétacé comme âge et comme espèce-type : *T. specialis* Wang (1978a).

Feist *et al.*, (2005), mentionnent (p. 136) l'espèce *Nodosochara (Turbochara) specialis* (Wang) Feist & Grambast-Fessard ; (âge : ? Eocène inférieur), de ce fait, ils considèrent *Turbochara* comme un sous genre, bien qu'aucune explication ne soit fournie.

***Nodosochara aff. jorbae*
PLANCHE XII, fig. 1-2**

1989. *Nodosochara jorbae* Choi, pl. 6, fig. 1-9, pl. 15, fig. 3

Localités : locus HGL50 et HGL52 (Glib Zegdou) ; coupe contenant le locus HGL10 (Gour Lazib), (Hammada du Dra, Algérie).

Description :

Gyrogonite de forme ovoïde large à sphérique, sommet faiblement à fortement bombé ; base le plus souvent effilée. Dimensions : Longueur : 675µm – 850 µm ; largeur : 650-800 µm ; ISI : 103-106.

Neuf (9) à 10 tours de spires, visibles de latéralement, hauts de 75 à 90 µm. Les spires, parfois peu convexes, sont lisses et séparées par des sutures simples.

Sur la zone apicale, les cellules spiralées sont fortement amincies et rétrécies ; les nodules apicaux sont bien développés formant le plus souvent une rosette proéminente mesurant 300 à 350 µm de diamètre.

La zone basale est effilée, le plus souvent ; parfois elle est terminée en pointe. L'entonnoir basal est absent ou très peu développé. Le pore basal est petit, superficiel, mesurant environ 40 µm.

Affinités :

La forme du gisement du Glib Zegdou présente les mêmes caractéristiques du genre, à savoir : la forme générale de la gyrogonite, les caractéristiques du sommet, de la base et les dimensions. Elle se rapproche à la fois de *N. jorbae* Choi (1989) et de *N. thevallensis* Riveline (1986). Les caractères des dimensions (L et l), le nombre de tours de spires suggèrent une étroite affinité entre l'espèce du Glib Zegdou et celle de Choi, alors que celle de la coupe contenant le locus HGL10 ne présente pas de terminaison basale effilée, la base est plutôt tronquée (tableau 28)

Matériel : 40 gyrogonites (32 entre HGL50 et HGL52 et 8 de HGL10)

Tableau 28 : Comparaison entre trois populations du genre *Nodosochara*

Espèces	<i>Nodosochara jorbae</i> Choi, 1989	<i>Nodosochara</i> aff. <i>jorbae</i> Glib Zegdou (Hammada) (Mebrouk, 1993, inédit)	<i>Nodosochara</i> aff. <i>jorbae</i> Hammada (HGL10, 50, 52), Algérie, présent travail
Caractères			
Forme	Ovoïde large	Ovoïde à sphérique	Ellipsoïde long, large à ovoïde
Dimensions			
L	626-825 µm	675-850 µm	600-900 µm
l	525-725 µm	650-800 µm	570-750 µm
n	9-(10)-11-(12)	9-10	(7)-8-9-(10)
l _{sp}	/	75-90 µm	60-80 µm
ISI	/	/	/
Ornementation	lisse	lisse	lisse

Répartition connue de l'espèce : *N. jorbae* est d'âge Tongrien inférieur (Rupélien, Oligocène inférieur), (Choi, 1984).

Âge du présent gisement : l'âge proposé pour le gisement de la Hammada, à partir de l'association de charophytes qui le compose, est Yprésien - Lutétien inférieur (cf. chapitre biostratigraphie, p. 115).

Conclusion : l'extension stratigraphique de l'espèce *Nodosochara jorbae* pourrait être étendue à Yprésien (Eocène inférieur).

Genre *Peckichara* Grambast 1957

Diagnose : (d'après Grambast 1957) «Gyrogonite dont les éléments spiralés présentent au voisinage du sommet un amincissement marqué et un rétrécissement variable. Forme générale ovoïde large ou ellipsoïde –cylindroïde, plus haute que large. Plaque basale à face supérieure plane, faces latérales obliques et face inférieure plus petite souvent concave.»

Répartition du genre : Crétacé supérieur - Eocène (Grambast 1957)

Espèce-type: *Peckichara varians* Grambast 1957

***Peckichara atlasensis* Mebrouk & Feist 1999**

Holotype: F. M. 9211-1

Localité – Type : Oued Meguerchi (Brézina, Atlas saharien, Algérie)

Diagnose, Description et Affinités : *in* : Mebrouk (1993, Magister, inédit) ; Mebrouk & Feist, 1999

Matériel: 100 gyrogonites

***Peckichara cf. llobregatensis* Feist
PLANCHE XII, fig. 3-5**

1983: *Peckichara llobregatensis* Feist *in* Feist & Colombo, p. 315, Pl. III, fig. 10

Localité : Saf (Maroc)

Description :

Gyrogonite de forme généralement subglobuleuse, à sommet arrondi et à région basale faiblement amincie, parfois tronquée et rarement effilée. Dimensions : 600-730 µm de long sur 600-800 µm de large. ISI : 94-102.

Six (6)-8 tours de spires, hauts de 90 à 110 µm, généralement plans ou faiblement convexes, ornés de tubercules aussi hauts que les tours, représentés souvent par des éléments verticaux, séparés d'une distance égale à trois ou quatre fois leur largeur. Rétrécissement et amincissement périapicaux des cellules spiralées ; présence de nodules apicaux de taille moyenne souvent saillants. Le pore basal est petit, superficiel et mesure entre 40 et 50 µm ; il est parfois entouré par la terminaison oblique des cellules sans pour autant former un entonnoir distinct.

Matériel : 5 individus mesurés.

Affinités :

Par tous les caractères de la forme générale, des dimensions et de l'ISI, cette espèce se rapproche de *P. llobregatensis* de Feist & Colombo (1983) ; d'autre part, par le nombre de tours de spires et par le type d'ornementation (en bâtonnet), elle se rapproche aussi de *P. villattei* de Massieux (1977), mais cette dernière présente des dimensions beaucoup plus importantes (tableau 29).

Tableau 29: Comparaison entre trois populations du genre *Peckichara*

Espèces	<i>Peckichara llobregatensis</i> Feist (<i>in</i> Feist & Colombo, 1983)	<i>Peckichara villattei</i> Massieux & Villatte, 1977	<i>Peckichara cf.</i> <i>llobregatensis</i> , Saf, Maroc (présent travail)
Forme	subglobuleuse	globuleuse	subglobuleuse
Dimensions			
L	600 - 730 µm	1075 - 1375 µm	625 - 825 µm
l	600 - 800 µm	1000 - 1425 µm	625 - 850 µm
n	6 - 8	6 - 8	7
l _{sp}	90 - 110 µm	86 - 117 µm	/
ISI	94 - 102	175 - 200	90-110

Extension connue de l'espèce : *P. llobregatensis* a été décrite dans la partie supérieure de la Formation de Tresp (Espagne), datée du Thanétien (Feist & Colombo, 1983). Dans la synthèse concernant la biozonation des charophytes, Riveline *et al*, (1996) propose une zone pour cette espèce avec comme âge Danien inférieur.

Répartition du genre : Crétacé supérieur – Eocène (Grambast 1957)

Âge du présent gisement : Saf est d'âge Paléocène, à partir de son association de charophytes formée par les espèces *Peckichara* cf. *llobregatensis*, *Feistiella* sp. 1 et deux taxons du genre *Maedleriella* (cf. chapitre biostratigraphie, p. 120).

***Peckichara disermas* Grambast**
PLANCHE XII, fig. 6-9

1977. *Peckichara disermas* Grambast, p. 11, fig. 7, pl. IV, fig. 1-3.

1978. *Peckichara disermas* Grambast, in Massieux & Plaziat, p. 10, pl. III, fig. 3-8.

1986. *N. (T.)* aff. *thaleri*, in: Mahboubi, p. 21, fig. 1, pl. 1.

Localité : El-Kohol (Atlas Saharien Central, Algérie)

Description :

Gyrogonite de forme sphérique en général, parfois ovoïde large. Sommet et base souvent larges. Dimensions : 850-1000 µm de long sur 775-875 µm de large. ISI : 109-114.

Rarement 8, le plus souvent 9 ou 10 tours de spires visibles latéralement, hauts de 100-150 µm. Les spires sont généralement convexes, séparées par des sutures simples ou en crête médiane sans ornementation ou très légèrement ornementées.

La surface apicale est large ; les cellules spiralées présentent de légers amincissements et rétrécissements ; présence de nodules apicaux. La rosette mesure 300-375 µm. La zone basale est large, tronquée ; l'entonnoir basal est formé par la troncature des cellules spiralées et mesure 100-150 µm. Le pore basal mesure 50-100 µm.

Matériel : 45 gyrogonites.

Affinités :

Cette espèce se rapproche, par les caractères de la forme générale de la gyrogonite et par la zone apicale (où les cellules spiralées sont légèrement à fortement rétrécies et amincies, formant une masse unique), de l'espèce *P. disermas* Grambast. Elle s'en éloigne surtout par les dimensions plus élevées (tableau 30).

Remarque :

Nous rapportons à *P. disermas*, l'échantillon d'El-Kohol décrit comme *N. (T.)* aff. *thaleri* (Mahboubi, 1983 ; Mahboubi *et al.*, 1984). Ce dernier n'a pas fait l'objet d'aucune étude systématique mais uniquement déterminé comme tel par Feist.

Tableau 30 : Comparaison entre deux populations de *P. disermas*

Espèce Caractères	<i>Peckichara disermas</i> Grambast, 1977	<i>P. disermas</i> Grambast, El-Kohol, (Algérie), Mebrouk (1993, inédit)
Forme	ovoïde large ou cylindroïde	ovoïde large
Apex	aplatis, tronqué	aplatis
Base	arrondie, large	arrondie, large
Ornementation	ondulations régulières pouvant constituer des tubercules	légèrement ondulée à ondulée
Dimensions :		
L	650 - 850 µm	850 - 1000 µm
l	600 - 775 µm	775 - 875 µm
n	8 - 10 (11)	(8) - 9 - (10)
l _{sp}	75 - 125 µm	100 - 150 µm

Extension connue de l'espèce : l'espèce *P. disermas* est d'âge Thanétien supérieur – Yprésien inférieur (Grambast, 1972a), âge élargi au Thanétien-Yprésien inférieur (Grambast, 1979). Pour Riveline (1986), l'extension de l'espèce est limitée au Sparnacien. Dans Riveline *et al.*, (1996), *P. disermas* est d'âge Yprésien inférieur.

Âge du présent gisement : l'association de charophytes suggère un âge Yprésien inférieur (= Ilerdien, Eocène inférieur) au gisement d'El-Kohol (cf. chap. Biostratigraphie, p. 116).

***Peckichara varians* Grambast**
PLANCHE XII, fig. 10-12

1957. *Peckichara varians* Grambast, p. 14, pl. VIII, fig. 1 à 8
 1970. *Peckichara* cf. *variens* Grambast in: Märsche, p. 92, pl. IX, fig. 1-6
 1976. *Peckichara varians* Grambast in: Riveline, p. 25
 1986. *Peckichara varians* Grambast in: Riveline, p. 40

Localités : locus HGL50 et HGL 52 (Glib Zegdou, Hammada du Dra, Algérie).

Description :

Gyrogonite de forme variable, généralement ellipsoïde, large à ovoïde, parfois légèrement allongée. Sommet le plus souvent obtus ; base tronquée ou légèrement effilée. Dimensions : 675-950 µm de long sur 625-875 µm de large. ISI : 108.

Généralement 8, parfois 9, rarement 10 tours de spires visibles latéralement, hauts de 75-125 µm ; la surface des cellules spiralées est plane à légèrement convexe, ou parfaitement lisse à légèrement ondulée. Ces cellules portent des tubercules latéraux de forme et de taille variables.

Sur le pourtour de la zone apicale, les cellules spiralées sont amincies et légèrement rétrécies. Les nodules apicaux sont de tailles variables, souvent convexes, parfois épais à nettement proéminents. La rosette apicale mesure 275-300 µm.

La partie basale est souvent tronquée, parfois effilée, rarement allongée. L'entonnoir basal est formé par la troncature des cellules spiralées, il est le plus souvent superficiel et rarement développé ; il mesure 75-125 µm. Pore basal pentagonal, petit et mesure 50-60 µm.

Matériel : 27 gyrogonites entre HGL50 et HGL52

Remarque : Nous avons reconnu sans les étudier (pour cause de mauvais état de conservation), des formes se rapprochant au genre *Peckichara* dans le Glib Zegdou (locus HGL51) et dans les Gour Lazib (coupes contenant les locus HGL4, HGL10 et HGL90).

Affinités :

Bien que le résidu de ce gisement n'ait fourni qu'un petit nombre d'individus, cette espèce se rapproche par tous ses caractères de l'espèce-type *P. varians* Grambast (tableau 31).

Tableau 31: Comparaison entre deux populations de *Peckichara varians*

Espèce Caractères	<i>Peckichara varians</i> ssp. <i>Meridionalis</i> Massieux <i>et al.</i> , 1981	<i>P. varians</i> Grambast, HGL 50, HGL 52 (Hammada du Dra, (présent travail)
Forme	ellipsoïde large	forme variable : ellipsoïde large, ovoïde, légèrement allongée
Ornementation	Variable : lisse, ondulée, tubercules	légèrement ondulée à ondulée
Dimensions :		
L	725-950 µm	675-950 µm
l	625-900 µm	625-875 µm
n	6-8	(8) – 9 - (10)
l _{sp}	112-150 µm	75-125 µm

Extension connue de l'espèce : les attributions stratigraphiques pour cette espèce sont les suivantes : Yprésien inférieur (Grambast, 1958, 1972a) ; Thanétien supérieur - Yprésien inférieur (Feist *et al.*, 1979) ; Thanétien supérieur (Massieux *et al.*, 1981) et Paléocène (Riveline, 1986).

Répartition du genre : Crétacé supérieur – Eocène (Grambast 1957).

Âge du présent gisement : l'association des espèces de Charophytes de la Hammada suggère un âge Yprésien - Lutétien inférieur à ce gisement (cf. chapitre biostratigraphie, p. 115).

***Peckichara* sp.**

PLANCHE XIII, fig. 1-3

Localité : N'Tagourt 2 (Maroc)

Description sommaire:

Gyrogonite de forme ellipsoïde large, sommet arrondi, plan, base effilée. Dimensions : 836 µm de long sur 785 µm de large.

Dix (10) tours de spires visibles latéralement, hauts de 95 µm ; les cellules spiralées sont convexes, parfois bombées et lisses, sans ornementation apparente, présence de sutures épaisses.

Matériel : 3 gyrogonites

Répartition du genre : Crétacé supérieur – Eocène (Grambast 1957).

Âge du présent gisement : L'étude magnétostratigraphique réalisée par Gheerbrant *et al.*, (1998) a donnée un âge Yprésien moyen au gisement de N'Tagourt 2 (cf. chapitre biostratigraphie, p. 121).

Conclusion : l'espèce *Peckichara* sp. serait donc Yprésien moyen, conforme à l'extension connue du genre.

***Peckichara* sp. 1**

Localité : Achlouj 2 (niveau 19), Maroc

Description sommaire :

Gyrogonite de forme ovoïde, sommet arrondi, base effilée. Dimensions : Longueur : 710 - 840 µm, largeur : 610-730 µm ; sept (7) tours de spires hauts de 100-140 µm. Présence sur le sommet, de nodules apicaux peu développés, les cellules spiralées présentent une ornementation sous forme d'ondulations légères.

Matériel : 2 gyrogonites

Répartition du genre : Crétacé supérieur – Eocène (Grambast 1957).

Âge du présent gisement : L'association de toutes les espèces d'Achlouj 2 suggère un âge Campanien–Maastrichtien. Toutefois, un âge Campanien semble exclu compte tenu de l'âge Maastrichtien des sélaciens récoltés dans les niveaux phosphatés sous-jacents (Tabuce, 2002 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Colin & Tabuce, 2004). L'âge d'Achlouj 2 est donc Maastrichtien (cf. chap. Biostratigraphie, p. 120), (Mebrouk *et al.*, 2009).

Conclusion : l'extension stratigraphique de l'espèce *Peckichara* sp. 1 serait Maastrichtien.

Genre *Peckisphaera* Grambast 1962b

Caractères de la gyrogonite : (d'après Feist & Grambast-Fessard 1982) «Sommet arrondi ou conique, extrémités apicales des cellules faiblement dilatées; plaque basale visible de l'extérieur (Feist, 1981) ; gyrogonites subglobuleuses à ellipsoïdes ; taille petite à moyenne».

Répartition du genre : Jurassique-Crétacé (Grambast, 1962b)

Espèce-type: *P. verticillata* (Peck, 1957) Grambast, 1962b

***Peckisphaera bessediki* Mebrouk & Feist, 1999**

Holotype : F. M. 9210-1

Localité – Type : Oued Meguerchi (Brezina, Atlas saharien, Algérie)

Diagnose, Description et Affinités : *in* Mebrouk (1993, Magister, Inédit) ; Mebrouk & Feist, 1999

Matériel : 77 gyrogonites

Genre *Platychara* Grambast 1962b

Diagnose : (d'après Grambast 1962b) «Gyrogonite dont les cellules spiralées sont le plus souvent fortement modifiées sur le pourtour de la zone apicale par amincissement et rétrécissement variables ; nodules terminaux développés. Forme générale cylindroïde ou ovoïde surbaissée (oblate) ; apex obtus ou tronqué ; base semblable, quelquefois pourvue d'une extrémité en pointe. Plaque basale prismatique, peu élevée.»

Répartition du genre : Crétacé supérieur- Paléocène (Grambast 1962b)

Espèce-type: *Platychara compressa* (Peck & Reker 1948) Grambast 1962b

Platychara* aff. *turbinata

PLANCHE XIII, fig. 4-8

1977. *Platychara turbinata* Grambast & Gutiérrez, p.17-18, PL. V, figs 4-12, Pl. XIV, figs 9-0.

Localité : Chott Chergui, (Algérie)

Description:

Gyrogonite de forme plate, sommet relativement bombé, base arrondie, se terminant parfois avec une petite pointe. Dimensions : 600-700 µm de long sur 780-1000 µm de large.

Six (6)-7 tours de spires visibles latéralement, hauts de 110 à 140 µm, cellules spiralées lisses à faiblement concaves, le diamètre apical mesure environ 300 µm, le pore basal est de forme pentagonale et mesure 80 µm.

Matériel : 8 gyrogonites

Affinités :

Bien que l'espèce du gisement du Chott Chergui présente une taille plus grande que celle de l'espèce-type, ces deux espèces présentent néanmoins la même morphologie générale (tableau 32).

Tableau 32 : Comparaison entre deux populations de *Platychara*

Espèces Caractères	<i>Platychara turbinata</i> Grambast & Gutiérrez, 1977	<i>Platychara</i> aff. <i>turbinata</i> C. Chergui, Algérie (présent travail)
Forme	Toupie, plus large que haute	Plate, plus large que haute
Dimensions		
L	400-500 µm	600-700 µm
l	450-575 µm	780-1000 µm
n	(6)-7-(8)	6-7
l _{sp}	75-125 µm	110-140 µm
ISI	80-90	70-76
Ornementation	Faiblement ondulée	lisse
Base	Effilée avec petite colonne	Arrondie avec petite colonne

Extension connue de l'espèce : *Platychara turbinata* est datée du Campanien - Maastrichtien par Grambast & Gutiérrez (1977).

Âge du présent gisement : Chott Chergui est daté Campanien-Maastrichtien, à partir des charophytes qui le composent (cf. chap. Biostratigraphie, p. 117).

***Platychara caudata* Grambast**

PLANCHE XIII, fig. 9-11

1971. *Platychara caudata* Grambast, p. 19, textfig. 7-8, Pl. XIV- XV

Localité: Kef er-Rebbab (Hodna, Algérie)

Description :

Gyrogonite en forme de toupie, plus large que haute, région apicale arrondie, région basale légèrement effilée, pourvue d'une petite colonne courte. Dimensions : 330-450 µm de long sur 480-550 µm de large. ISI variant de 68 à 81.

Cinq (5)-7, le plus souvent 6, tours de spires visibles latéralement, hauts de 55-70 µm, séparés par des sutures simples. Cellules spiralées planes et lisses. Ces cellules sont souvent rétrécies sur le pourtour de la zone apicale. Elles sont légèrement convexes à leur extrémité, ne constituant que rarement des tubercules apicaux. La région basale est terminée par une petite colonne ; le pore basal est moyen, arrondi, il mesure environ 60 µm.

Matériel : 5 gyrogonites

Affinités :

Par tous les caractères de la gyrogonite, cette espèce se rattache au genre *Platychara* ; elle se rapproche de *P. caudata* par la forme de la gyrogonite, la présence d'une colonne basale peu développée et par la taille. Elle s'en éloigne, légèrement, par le nombre de tours de spires et par l'absence de l'ornementation au niveau des cellules spiralées (tableau 33).

Tableau 33 : Comparaison entre deux populations de *Platychara caudata*

Espèces Caractères	<i>Platychara caudata</i> Grambast, 1971	<i>Platychara caudata</i> Grambast, Kef Er Rebbab, Algérie (présent travail)
Forme	Toupie large	Toupie
Dimensions		
L	425-475µm	330-450µm
l	425-475µm	480-550µm
n	7-8	(5)-6-(7)
l _{sp}	50-75µm	55-70µm
ISI	68-100	68 - 81
Ornementation	Lisses, tubercules irréguliers	Lisses, planes
Base	Pedicelle basal large	Petite colonne

Extension connue de l'espèce : *P. caudata* est connue dans le Bégudien de la localité de Gardanne (Bouches-du-Rhône) (Grambast (1971)).

Âge du présent gisement : Le gisement du Kef er Rebbab (Hodna) est d'âge Campanien-Maastrichtien d'après l'association de charophytes qu'il a livré (cf. chapitre biostratigraphie, p. 116).

***Platychara compressa* (Peck & Reker) Grambast**

PLANCHE XIII, fig. 12 ; PLANCHE XIV, fig. 1-5

1962. *Platychara compressa* (Peck & Reker) Grambast, Pl. II, fig. 13-14

Localités : Chott Chergui (Algérie)

Description :

Gyrogonite de forme aplatie, sommet et base arrondis et plans. Dimensions : 550-700 μm de long sur 750-1000 μm de large ; ISI : 70-73.

Six (6)-7 tours de spires visibles latéralement, hauts de 120-150 μm . Cellules spiralées concaves, parfois relativement convexes, complètement lisses et à sutures saillantes. Le diamètre apical est de 350 à 400 μm ; le pore basal est de forme pentagonale et mesure de 80 à 100 μm .

Matériel : 8 gyrogonites

Remarques : des formes affines de *P. compressa* sont également reconnues à Kef er Rebbab (Algérie).

Affinités :

Par tous ses caractères, l'espèce du Chott Chergui se rattache au genre *Platychara* ; elle se rapproche de *P. compressa* par la forme générale de la gyrogonite, la taille, le nombre de tours de spires et le type de suture lisse et simple (tableau 34).

Tableau 34 : Comparaison entre trois populations de *Platychara compressa*

Espèces	<i>Platychara compressa</i> (Peck & Reker) Grambast, 1962a, in : Massieux <i>et al.</i> , 1989	<i>Platychara compressa</i> (Peck & Reker) Grambast in : Peck & Forester, 1979	<i>Platychara compressa</i> (Peck & Reker) Grambast, C. Chergui, Algérie (présent travail)
Caractères			
Forme	aplatie	aplatie	aplatie
Dimensions			
L	740-920 μm	500-800 μm	550-700 μm
l	980-1180 μm	720-1150 μm	750-1000 μm
n	(5)-6-(7)	5-7	6-7
l_{sp}	160-180 μm	/	120-150 μm
ISI	70-80	60-75	70-73
Ornementation	Lisses, sutures simples	Convexes, plates	Lisses, sutures simples, saillantes

Extension connue de l'espèce : Peck & Forester (1979) signalent cette espèce aux Etats-Unis, dans des niveaux attribués au Crétacé supérieur, au Canada et en Alberta dans des niveaux crétacés et paléocènes. Sur le versant nord-pyrénéen, cette espèce se rencontre dans le Maastrichtien de Peyrecave (Massieux *et al.*, 1989). Enfin Feist & Colombo (1983) la signalent dans le Maastrichtien du bassin de Tresp.

Âge des présents gisements :

* Le gisement du Kef er Rebbab (Hodna) est d'âge Campanien-Maastrichtien d'après l'association de charophytes livré par ce gisement (cf. chapitre biostratigraphie, p. 116).

* Le Chott Chergui est daté Campanien-Maastrichtien, à partir de son association de charophytes (cf. chap. Biostratigraphie, p. 117).

Platychara sp. 1

PLANCHE XIV, fig. 6-8

Localité : Kef Er Rebbab (Hodna, Algérie)

Description :

Gyrogonite de forme plate à discoïde, plus large que haute. La région apicale est arrondie. La région basale est souvent tronquée, arrondie sans pointe. Dimensions : 310 - 400 μm de long sur 400-550 μm de large. ISI variant de 72 à 77.

Quatre (4)-7, le plus souvent 5-6 tours de spires visibles latéralement, hauts de 60-70 μm , séparés par des sutures simples et assez larges. Cellules spiralées planes, convexes et

lisses. Sur le pourtour de la zone apicale, les cellules spiralées sont légèrement réduites, et on n'observe pas de tubercules apicaux.

Matériel : 4 gyrogonites

Affinités :

Par les caractères généraux de la gyrogonite, cette espèce se rattache au genre *Platychara* ; elle se rapproche de l'espèce *Platychara compressa* par la forme générale de la gyrogonite et l'ornementation, mais elle s'en éloigne principalement par sa taille très réduite (tableau 35).

Tableau 35 : Comparaison entre trois populations de *Platychara*

Espèces	<i>Platychara compressa</i> (Peck & Reker) Grambast, 1962 <i>in</i> : Massieux <i>et al.</i> , 1989	<i>Platychara compressa</i> (Peck & Reker) Grambast, Chott Chergui, Algérie (présent travail)	<i>Platychara</i> sp., 1 Kef er Rebbab, Hodna, Algérie (présent travail)
Caractères			
Forme	aplatie	aplatie	plate à discoïde
Dimensions			
L	740-920 µm	550-700 µm	310- 400 µm
l	980-1180 µm	750-1000 µm	400-550 µm
n	(5)-6-(7)	6-7	5-6
l _{sp}	160-180 µm	120-150 µm	60-70 µm
ISI	70-80	70-73	72-77
Ornementation	Lisses, sutures simples	Lisses, sutures simples, saillantes	planes, convexes et lisses

Répartition du genre : Crétacé supérieur- Paléocène (Grambast 1962b).

Âge du présent gisement : le gisement du Kef er Rebbab (Hodna) est d'âge Campanien-Maastrichtien d'après l'association de charophytes livré par ce gisement (cf. chapitre biostratigraphie, p. 116).

Conclusion : l'espèce *Platychara* sp. 1 serait d'âge Campanien-Maastrichtien, conforme à l'extension connue du genre.

***Platychara* sp. 2**
PLANCHE XIV, fig. 9-10

Localité: Achlouj 2, (niveau 19), Maroc

Description sommaire :

Gyrogonite présentant une morphologie du genre *Platychara*, forme aplatie, sommet peu ronflé. Dimensions : 533 µm de long sur 700 µm de large.

7 tours de spires hauts de 80 µm. Les cellules spiralées sont planes et lisses et les sutures fines. Sur la surface apicale, de diamètre 443 µm, les nodules apicaux sont relativement développés.

Matériel : 2 gyrogonites

Affinités:

Cette espèce présente des dimensions de taille plus proche de *P. perlata* (tableau 36).

Tableau 36 : Comparaison entre trois populations du genre *Platychara*

Espèces	<i>Platychara perlata</i> (Peck & Reker) Grambast <i>in</i> : Peck & Forester, 1979	<i>Platychara perlata</i> (Peck & Reker) Grambast, <i>in</i> : Bhatia <i>et al.</i> , 1988	<i>Platychara</i> sp. 2 Achlouj 2, Maroc (présent travail)
Caractères			
Forme	subglobuleuse	subglobuleuse	forme aplatie
Dimensions			
L	590-800 µm	640-925 µm	533 µm
l	700-1000 µm	760-1050 µm	700 µm
n	7-8	6-8	7
l _{sp}	/	(89) 102-153 µm	80 µm
ISI	75-90	84	76

Répartition du genre : Crétacé supérieur- Paléocène (Grambast 1962b)

Âge du présent gisement : L'association de toutes les espèces d'Achlouj 2 suggère un âge Campanien–Maastrichtien. Toutefois, un âge Campanien semble exclu compte tenu de l'âge Maastrichtien des sélaciens récoltés dans les niveaux phosphatés sous-jacents (Tabuce, 2002 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Colin & Tabuce, 2004). L'âge d'Achlouj 2 est donc Maastrichtien (cf. chap. Biostratigraphie, p. 120), (Mebrouk *et al.*, 2009).

Conclusion : l'espèce *Platychara* sp. 2 est d'âge Maastrichtien conforme à l'extension connue du genre.

***Platychara* sp. 3**
PLANCHE XIV, fig. 11

Localité : Chott Chergui, (Algérie)

Description sommaire :

Gyrogonite de forme plate à discoïdale, cellules spiralées légèrement concaves, sommet peu bombé, base plane, suture simple ; surface apicale mesure environ 500 µm. Dimensions : 545 µm de long sur 917 µm de large ; 5 tours de spires visibles latéralement, hauts de 140 µm.

Matériel : 1 gyrogonite

Affinités :

Cette espèce affine présente une taille assez élevée (tableau 37).

Tableau 37 : Comparaison entre deux populations affines du genre *Platychara*

Espèces Caractères	<i>Platychara</i> sp. 3, C. Chergui, Algérie (présent travail)	<i>Platychara</i> sp. 1, Kef er Rebbab, Algérie (présent travail)
Forme	forme plate à discoïde	plate à discoïde
Dimensions		
L	545 µm	310- 400 µm
l	917	400-550 µm
n	5	5-6
l _{sp}	140 µm	60-70 µm
ISI	/	72-77

Répartition du genre : Crétacé supérieur- Paléocène (Grambast 1962b)

Âge du présent gisement : le Chott Chergui est daté Campanien-Maastrichtien, à partir des charophytes le composant (cf. chap. Biostratigraphie, p. 117).

Conclusion : l'espèce *Platychara* sp. 3 est d'âge Campanien-Maastrichtien, conforme à l'extension connue du genre.

Genre *Rhabdochara* Mädlér 1955
***emend.* Grambast 1957**

Caractères de la gyrogonite : (d'après Feist & Grambast–Fessard, 1982) «Sommet arrondi, les cellules perdant progressivement leur relief sur le pourtour du sommet ; extrémités apicales des cellules amincies, restant toutefois bombées ; plaque basale toujours creuse ; présence de nodules apicaux exceptionnelle ; gyrogonites lisses ou ornées (ornementation en bâtonnets).

Répartition du genre : Paléogène (? Eocène inférieur-Eocène supérieur) – Néogène (Miocène), (Feist *et al.*, 2005)

Espèce-type : *R. langeri* (Ettingshausen) Mädlér 1955

***Rhabdochara* sp.**

Localités : Hassi Inifel (El-Biod, Tinrhert)

Remarque : dans ce gisement, cette espèce est uniquement mentionnée mais pas décrite (*in* : Busson & Grambast, 1965).

Matériel : non connu

Genre *Stephanochara* Grambast 1959

Diagnose : (d'après Grambast 1959) « Gyrogonite présentant au niveau de la zone apicale un amincissement généralement très fort des éléments spiralés, alors que la largeur de ceux-ci reste le plus souvent constante ; nodules apicaux typiquement bien développés, convexes. Forme générale ellipsoïde ou ovoïde. Plaque basale fortement calcifiée, dont la hauteur égale ou, à son complet développement, dépasse la moitié de sa largeur. »

Répartition du genre : Eocène inférieur- Miocène (Grambast 1959)

Espèce-type : *Stephanochara compta* Grambast 1959. Couches inférieures de Hamstead (Ile de Wight), base de l'Oligocène moyen

***Stephanochara acris* Wang 1978b**

Localité : locus HGL52 (Glib Zegdou, Hammada du Dra, Algérie)

Description et affinités : *in* : Mebrouk (1993, Magister, Inédit).

Matériel : 100 gyrogonites

Stephanochara* aff. *acris

PLANCHE XIV, fig. 12 ; PLANCHE XV, fig. 1-8

Localités : locus HGL51 (Glib Zegdou) ; coupes contenant les locus HGL4 et HGL10 (Gour Lazib), (Hammada du Dra, Algérie).

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde longue à globuleuse, sommet arrondi, base arrondie parfois effilée se terminant avec un petit entonnoir. Dimensions : 630-870 µm de long sur 540-720 µm de large.

Huit-10 tours de spires visibles latéralement, hauts de 75-95 µm. Les cellules spiralées sont convexes, lisses sans ornementation ou très peu ondulées, le pore basal mesure environ 65-75 µm. La zone apicale pouvant présenter un bombement.

Matériel : 40 gyrogonites (HGL51), 20 gyrogonites (coupe contenant HGL4) et 20 gyrogonites (coupe contenant HGL10).

Remarque : Dans les Gour Iderganes (coupe contenant le locus HGL61), quelques individus pourraient être rattachés à ce genre : (*Stephanochara* sp). ainsi qu'à Achlouj 2, (? *Stephanochara* sp.) mais avec beaucoup de réserve.

Affinités : Par ses dimensions (longueur et largeur), l'espèce *S. aff. acris* se rapproche de l'espèce-type, elle s'en éloigne quelque peu par la forme générale et le nombre de tours de spires (tableau 38).

Tableau 38 : Comparaison entre trois populations du genre *Stephanochara*

Espèces	<i>Stephanochara acris</i> Wang (1978b)	<i>Stephanochara</i> aff. <i>acris</i> Hammada du Dra (HGL 4, HGL10, HGL 51) Algérie (présent travail)	? <i>Stephanochara</i> sp. Achlouj 2, Maroc (présent travail)
Caractères	ellipsoïde long	ellipsoïde long à globuleuse	ellipsoïde longue à large
Forme			
Dimensions			
L	690-790 µm	630-870 µm	750- 950 µm
l	510-740 µm	540-720 µm	650-800 µm
n	7-8	8-10	8
l _{sp}	/	75-95 µm	100-130 µm

Extension connue de l'espèce : *Stephanochara acris* est datée en Chine de l'Eocène inférieur par Wang (1978b).

Âges des présents gisements : l'âge proposé pour le gisement de la Hammada, à partir de l'association de charophytes qui le compose, est Yprésien - Lutétien inférieur (cf. chapitre biostratigraphie, p. 115).

? *Stephanochara* sp. 1

PLANCHE XV, fig. 9-12 ; PLANCHE XVI, fig. 1-2

Localités : Syrte 2 (Libye)

Description sommaire :

Gyrogonite de forme ovoïde, le sommet et la base sont effilés à tronqués. Dimensions : 549-587 µm de long sur 547- 494 µm de large.

Le plus souvent, 7 tours de spires hauts de 75-90 µm. Les cellules spiralées sont lisses présentant des ondulations légères, les sutures sont invisibles. La surface apicale présente une fine rosace peu proéminente.

Matériel : 8 gyrogonites à Syrte

Remarque : dans les coupes contenant les locus HGL4 et HGL90 (Gour Lazib), quelques individus pourraient être rattachés à ce genre

Affinités :

Cette espèce est rattachée au genre *Stephanochara* avec réserve

Répartition du genre : Eocène inférieur- Miocène (Grambast 1959).

Âge du présent gisement : les charophytes suggèrent un âge Yprésien (Eocène inférieur) pour le gisement de Syrte 2 (cf. chap. Biostratigraphie, p. 123).

Stephanochara aff. *fortis*

PLANCHE XVI, fig. 3-5

Localité : Syrte 2 (Libye)

Description sommaire :

Gyrogonite de forme ellipsoïde large, sommet formé par la jonction des nodules apicaux formant une rosace proéminente, base arrondie. Dimensions 630- 731µm de long sur 597-611 µm de large.

Huit-9 tours de spires hauts de 70-90 µm. Les cellules spiralées sont convexes et sans ornementation; les sutures sont simples.

Matériel : 15 gyrogonites

Extension connue de l'espèce : l'espèce *Stephanochara fortis* est datée, en Chine, de l'Eocène par Wang (1978b).

Répartition du genre : Eocène inférieur- Miocène (Grambast 1959).

Âge du présent gisement : les charophytes suggèrent un âge Yprésien (Eocène inférieur) pour le gisement de Syrte 2 (cf. chap. Biostratigraphie, p. 123).

? *Stephanochara* sp.
PLANCHE XVI, fig. 6-7

Localité : Achlouj 2, (niveau 20), Maroc

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde longue à large, parfois ovoïde, sommet arrondi, base légèrement effilée, parfois tronquée. Dimensions : 750- 950 μm de long sur 650-800 μm de large.

Huit tours de spires visibles latéralement, hauts de 100–130 μm le plus souvent ; les cellules spiralées sont ornementées avec des nodules peu développés, de forme arrondie, aussi hauts que le tour et séparés par une distance égale à deux fois leurs largeurs. Le diamètre de l’apex est de 300-350 μm ; l’apex présente des nodules apicaux.

Matériel : 2 gyrogonites

Répartition du genre : Eocène inférieur- Miocène (Grambast 1959).

Âge du présent gisement : L’association de toutes les espèces d’Achlouj 2 suggère un âge Campanien–Maastrichtien. Toutefois, un âge Campanien semble exclu compte tenu de l’âge Maastrichtien des sélaciens récoltés dans les niveaux phosphatés sous-jacents (Tabuce, 2002 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Colin & Tabuce, 2004). L’âge d’Achlouj 2 est donc Maastrichtien (cf. chap. Biostratigraphie, p. 123), (Mebrouk *et al.*, 2009).

Conclusion : l’âge de l’espèce ? *Stephanochara* sp. serait Maastrichtien.

***Stephanochara* sp. 1**
PLANCHE XVI, fig. 8-9

Localité : Chott Chergui, (Algérie)

Description:

Gyrogonite de forme ellipsoïde long à large sommet arrondi, base légèrement effilée. Dimensions : 500-575 μm de long sur 375- 430 μm de large.

Sept (7)-8 tours de spires visibles latéralement, hauts de 80 μm , cellules spiralées lisses, planes ou légèrement concaves, présentant des sutures simples et fines. Sur l’apex, les nodules apicaux sont peu développés, formant une rosace peu proéminente.

Matériel : 5 gyrogonites

Affinités :

Par le type d’ornementation, cette espèce se rapproche de *Stephanochara* aff. *edwardsii* Grambast (Choi, 1989), elle en diffère par la taille (tableau 39).

Tableau 39: Comparaison entre deux populations du genre *Stephanochara*

Espèces	<i>Stephanochara</i> aff. <i>edwardsii</i> Grambast <i>in</i> : Riveline, 1986	<i>Stephanochara</i> sp.1 Chott Chergui, Algérie (présent travail)
Caractères	ellipsoïde long à ovoïde	ellipsoïde long à large
Forme		
Dimensions		
L	600-800 μm	500-575 μm
l	475-700 μm	375-430 μm
n	8-9	7-8
l_{sp}	87-125 μm	80 μm

Répartition du genre : Eocène inférieur- Miocène (Grambast 1959).

Âge du présent gisement : le Chott Chergui est daté Campanien-Maastrichtien, à partir des charophytes qui le compose (cf. chap. Biostratigraphie, p. 117).

Conclusion : l'espèce *Stephanochara* sp. 1 est d'âge Campanien-Maastrichtien.

Genre *Strobilochara* Grambast 1975

Diagnose : (d'après Grambast 1975) «Gyrogonite dont les cellules spiralées jointives au sommet sont peu modifiées sur le pourtour de la zone apicale et élargies à leur extrémité : tubercules apicaux absents ou très peu développés. Forme générale ovoïde prolate-sphéroïdale ou plus souvent subprolate ; zone apicale obtuse ou tronquée, occasionnellement légèrement en pointe ; base plus effilée pouvant être étirée en pointe ou en colonne. Taille moyenne ou grande. Plaque basale non visible de l'extérieur, plus haute que large, en forme de pyramide à arêtes vives et faces planes, irrégulièrement tronquée et creusée à sa partie inférieure.»

Répartition du genre : Crétacé supérieur (Grambast 1975)

Espèce-type : *Strobilochara vaillardi* Grambast 1975

***Strobilochara diademata* Grambast et Gutiérrez**

PLANCHE XVI, fig. 10-12

1977. *Strobilochara diademata* Grambast & Gutiérrez, p. 25, Pl. X, 1-9 ; Pl. XV, 5

2002. *Strobilochara diademata* Grambast & Gutiérrez, in : Tabuce (inédit), p. 6.

2009. *Strobilochara diademata* Grambast & Gutiérrez, in: Mebrouk *et al.*, p. 137, Pl. 1

Localité : Achlouj 2, (niveaux 18-19-21), Maroc

Description:

Gyrogonite ellipsoïde large à ovoïde, à région apicale souvent tronquée, parfois légèrement bombée, ou aplatie ; la région basale est souvent arrondie et tronquée, parfois légèrement effilée. Dimensions : 500-800 µm le plus souvent 600-750 µm de long et 500-700 µm de largeur. ISI : 100-110.

Six (6)-8 tours de spires, le plus souvent 7, hauts de 85 à 120 µm ; les cellules spiralées, généralement planes ou peu concaves sont, le plus souvent, ornées de tubercules disposés en séries hélicoïdales. Les tubercules sont aussi larges que hauts, droits, arrondis ou légèrement obliques sur le tour. Ces tubercules sont séparés par une distance qui fait le double de leur largeur. La zone apicale est souvent large, présentant une couronne de nodules apicaux très saillants, parfois peu développés, et mesure entre 250 et 400 µm. La région basale est souvent tronquée, le pore basal, de forme arrondie ou étoilée, mesure de 40 à 80 µm.

Matériel : 200 individus triés de trois niveaux et dont 100 mesurés du niveau 18.

Affinités :

Par tous les caractères de la forme générale, des dimensions et de l'ornementation, cette espèce se rattache à *S. diademata* de Grambast & Gutiérrez (1977) (tableau 40).

Tableau 40 : Comparaison entre les deux espèces de *S. diademata*

Espèces Caractères	<i>S. diademata</i> Grambast & Gutiérrez	<i>S. diademata</i> Grambast & Gutiérrez, Achlouj 2, Maroc (présent travail)
Forme	ellipsoïde ou cylindroïde	ellipsoïde large à ovoïde
Dimensions		
L	575 - 675 µm	600-750 µm
l	500 - 625 µm	500-700 µm
n	5 - 6 - (7)	7
l _{sp}	85 - 150 µm	85 - 120 µm
ISI	100 - 120	100-110

Extension connue de l'espèce : *Strobilochara diademata* est connue du Campanien - Maastrichtien (Grambast & Gutiérrez, 1977) de la région de Cuenca (Espagne).

Âge du présent gisement : L'association de toutes les espèces d'Achlouj 2 suggère un âge Campanien–Maastrichtien. Toutefois, un âge Campanien semble exclu compte tenu de l'âge Maastrichtien des sélaciens récoltés dans les niveaux phosphatés sous-jacents (Tabuce, 2002 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Colin & Tabuce, 2004). L'âge d'Achlouj 2 est donc Maastrichtien (cf. chap. Biostratigraphie, p. 120), (Mebrouk *et al.*, 2009).

***Strobilochara apiculata* Grambast
PLANCHE XVII, fig. 1-5**

1977. *Strobilochara apiculata* Grambast & Gutiérrez, p. 27, PL. X, 10-12, PL. XI, 1-8 ; PL. XV, 7

2002. *Strobilochara apiculata* Grambast & Gutiérrez, *in*: Tabuce (inédit) p. 6.

2009. *Strobilochara apiculata* Grambast & Gutiérrez, *in*: Mebrouk *et al.*, p. 136, Pl. 1

Localité : Achlouj 2, (niveaux 18-19-21), Maroc

Description:

Gyrogenite de forme ellipsoïde à cylindroïde ; la région apicale est arrondie portant des nodules allongés, souvent pointus ; la région basale est effilée ou tronquée, se terminant rarement par un petit entonnoir. Dimensions : 400-700 µm, le plus souvent 500-600 µm, de long et 400-700 µm, le plus souvent 400-600 µm, de large. ISI variant entre 105-115, souvent 110.

Cinq (5) à 8 tours de spires, le plus souvent 7, visibles latéralement, hauts de 70 à 110 µm (80 à 90 µm en moyenne). Cellules spiralées lisses ou légèrement ondulées, portant souvent des nodules arrondis, ou allongés, aussi hauts que les tours et séparés par une distance de deux à trois fois égale à leur épaisseur. Cette ornementation disparaît souvent au niveau de l'équateur. La région apicale mesure entre 180 et 280 µm, portant des nodules allongés, souvent saillants et pointus. La région basale est tronquée ou légèrement effilée ; le pore basal mesure de 50 à 60 µm.

Matériel : 150 individus mesurés

Affinités :

Par tous les caractères de la forme générale de la gyrogonite, de l'ornementation des spires et de la zone apicale, cette espèce se rattache à *S. apiculata* de Grambast & Gutiérrez (1977). Elle s'en distingue seulement par une longueur légèrement inférieure et par un pore basal relativement plus grand (tableau 41).

Tableau 41 : Comparaison entre deux populations de *S. apiculata*

Espèces Caractères	<i>S. apiculata</i> Grambast & Gutiérrez	<i>S. apiculata</i> Grambast et Gutiérrez, Achlouj 2, Maroc (présent travail)
Forme	ellipsoïde large	ellipsoïde large
Dimensions		
L	650-750 µm	500-600 µm
l	400-500 µm	400-600 µm
n	(5) – 6 – (7)	7
l _{sp}	75 - 125 µm	70 à 110 µm
ISI	135-165	110

Extension connue de l'espèce : *Strobilochara apiculata* est connue du Campanien-Maastrichtien (Grambast & Gutiérrez, 1977) des gisements de Cuenca (Espagne).

Âge du présent gisement : L'association de toutes les espèces d'Achlouj 2 suggère un âge Campanien–Maastrichtien. Toutefois, un âge Campanien semble exclu compte tenu de l'âge Maastrichtien des sélaciens récoltés dans les niveaux phosphatés sous-jacents (Tabuce, 2002 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Colin & Tabuce, 2004). L'âge d'Achlouj 2 est donc Maastrichtien (Mebrouk *et al.*, 2009) (cf. chap. Biostratigraphie, p. 120).

? *Strobilochara* sp. 1
PLANCHE XVII, fig. 6

Localité: Achlouj 2, (Maroc)

Description sommaire :

Gyrogonite de forme ovoïde large, sommet bombé par la présence des nodules apicaux, la base est arrondie. Dimensions : 547 µm de long sur 461 µm de large. Les cellules spiralées sont très lisses et planes, les sutures sont très fines, invisibles.

Matériel : 1 gyrogonite (niveau 19).

Affinités :

Ce spécimen est attribué au genre *Strobilochara* avec réserve.

Répartition du genre : Crétacé supérieur (Grambast 1975).

Âge du présent gisement : L'association de toutes les espèces d'Achlouj 2 suggère un âge Campanien–Maastrichtien. Toutefois, un âge Campanien semble exclu compte tenu de l'âge Maastrichtien des sélaciens récoltés dans les niveaux phosphatés sous-jacents (Tabuce, 2002 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Colin & Tabuce, 2004). L'âge d'Achlouj 2 est donc Maastrichtien (Mebrouk *et al.*, 2009) (cf. chap. Biostratigraphie, p. 120).

Conclusion : l'espèce ? *Strobilochara* sp. 1 serait d'âge Maastrichtien.

Sous Famille Nitelloïdeae Braun 1890 (*in*: Migula 1897)

Caractères de la sporophyte et de la gyrogonite : (d'après Grambast, 1962a, p. 82)* Sporophyte de Characeae à cellules-sœurs de l'oosphère multiples, normalement 3, produisant, lorsqu'elle se calcifie, une gyrogonite à cellules spiralées jointives au sommet et plaque basale composée (6). Cellules coronulaires, 10, en deux séries superposées, petites, non persistantes.

* Depuis la définition de ces caractères, Daily (1969) a révélé l'existence d'une plaque basale simple chez certains *Tolypella*.

Répartition : Jurassique –Actuel (Grambast, 1962a)

Genre *Sphaerochara* Mädler 1952
***emend.* Soulié-Märsche 1989**

Diagnose: (d'après Soulié-Märsche 1989) «Extrémités des rayons et de leurs ramifications latérales ordinairement plus ou moins coniques et aiguës. Cellules de l'oogone non renflées à leur sommet. Coronule le plus souvent persistante. Oospores mûres calcifiées. Gyrogonites dont les cellules spiralées montrent un rétrécissement plus ou moins marqué et dans quelques cas un amincissement sur le pourtour de la zone apicale. Nodules apicaux quelquefois proéminents. Forme subglobuleuse ou ellipsoïde. Taille généralement petite à moyenne. Plaque basale unique, le plus souvent visible de l'extérieur».

Répartition du genre : Paléocène - Actuel (Soulié-Märsche, 1989)

Espèce-type : *Sphaerochara intricata* (Trent. ex. Roth.) v. Leonhardi *emend* Soulié-Märsche 1989.

? *Sphaerochara* sp.
PLANCHE XVII, fig. 7-8

Localité: Syrte 1 (Libye) ; Achlouj 2 (niveau 19), Maroc

Description :

Gyrogonite de forme ellipsoïde large à ovoïde, sommet et base arrondis parfois légèrement effilés. Dimensions : 600-750 µm de long sur 550-650 µm de large ; ISI : 111-118

Sept (7)-9, le plus souvent 7-8, tours de spires visibles latéralement, hauts de 80-110 µm, cellules spiralées planes à légèrement convexes. Les nodules apicaux forment une rosace apicale bombée (masse unique) ; rétrécissement des cellules spirales au niveau de l'apex ; suture simple. Le diamètre apical mesure en moyenne 280 µm, le pore basal mesure de 50-60 µm.

Matériel : 2 gyrogonites (1 à Syrte 1, Libye et 1 à Achlouj 2, Maroc).

Répartition du genre : Paléocène - Actuel

Âges des présents gisements :

* L'association de toutes les espèces de charophytes d'Achlouj 2 suggère un âge Campanien-Maastrichtien. Toutefois, un âge Campanien semble exclu compte tenu de l'âge Maastrichtien des sélaciens récoltés dans les niveaux phosphatés sous-jacents (Tabuce, 2002 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Colin & Tabuce, 2004). L'âge d'Achlouj 2 est donc Maastrichtien (Mebrouk *et al.*, 2009) (cf. chap. Biostratigraphie, p. 120).

* Les charophytes suggèrent un âge Campanien-Maastrichtien pour le gisement de Syrte 1. (cf. chap. Biostratigraphie, p. 123).

FOSSILES EXCEPTIONNELS :
RESTES VEGETATIFS DE CHAROPHYTES
PL. XVII, fig. 9-12

Le gisement de O. Meguerchi s'est montré très riche en fructifications et en restes végétatifs formés essentiellement de morceaux de tiges ou Thalles. Ce gisement a livré différentes sortes de fragments d'appareil végétatifs dont certains sont parfois associés aux organes reproducteurs, par contre, aucune gyrogonite n'est portée par un axe.

On observe :

- fig. 9 : des gyrogonites, ici l'espèce *Peckisphaera bessediki* Mebrouk & Feist portées par un nœud avec la présence de cellules bractées
- fig. 10 : des fragments de tige cortiquée
- fig. 11 : des nœuds de rachis, tube central (cellule inter-nodale) d'où partent 8 tubes périphériques appelées cellules cortiquantes
- fig. 12 : rameau végétatif portant la trace de trois fructifications (gyrogonites) :

Riveline & Perreau (1979) lient l'incrustation et la préservation de ces restes végétatifs à des facteurs écologiques favorables à cette calcification. Ces auteurs admettent l'existence d'un climat tropical et la présence d'eaux fluviales riches en CaCO₃. Cette hypothèse est soutenue également par Soulié-Märsche (1987), pour cet auteur, la présence de ces thalles est liée à un milieu fortement carbonaté. Hypothèse également soutenue par Soulié-Märsche (1987).

CHAPITRE QUATRIEME

CHAROPHYTES

ET

BIOZONATION

Partie VI. 1: CHAROPHYTES ET BIOSTRATIGRAPHIE

I. INTRODUCTION : BILAN PALEONTOLOGIQUE GENERAL DES CHAROPHYTES DES GISEMENTS ETUDIES

A. ALGERIE :

1. Hammada du Dra: Sahara Nord-occidental :

Historiquement, c'est Grambast et Lavocat (1959) qui ont signalé, pour la première fois des charophytes cénozoïques dans les formations gréseuses rouges des Gour Lazib. Un âge Eocène moyen à supérieur a été proposé. Gevin *et al.*, (1974) ont récolté, dans des formations équivalentes sur le Glib Zegdou, une flore de charophytes plus diversifiée, qui leur a permis de proposer un âge Eocène inférieur à ces niveaux. Les recherches entreprises par Mahboubi (1986, 1995) et Mebrouk (1993) ont permis d'échantillonner plusieurs niveaux riches en gyrogonites. Une étude systématique complète, en comparaison avec la collection de référence de l'université de Montpellier 2, et une biostratigraphie basée sur la biozonation européenne des charophytes furent établis. Ainsi l'âge des deux formations a été revu : le Glib Zegdou et les Gour Lazib sont datés de l'Eocène inférieur sans exclure la possibilité d'un âge Eocène moyen (Mebrouk *et al.*, 1997 ; 1999).

De nouvelles campagnes sur le terrain sont menées depuis 2001, et se poursuivent toujours, sur plusieurs niveaux (ou lentilles) du Glib Zegdou et des Gour Lazib. Cet échantillonnage a fourni un matériel riche et diversifié en charophytes, ossements de mammifères, de tortues et de poissons ; par ailleurs, d'autres Gara (Gour Lazib et Gour Iderganes) ont été échantillonnées et ajoutées à la longue liste des sites à faune et flore et font l'objet actuellement de traitement et d'étude.

Les charophytes ici étudiées proviennent de différentes missions de récoltes. Après le lavage/tamisage et l'étude systématique, des genres et des espèces sont étudiés et ajoutés aux formes déjà connues.

a- Le Glib Zegdou :

Le lavage-tamisage de plusieurs kilogrammes (en moyenne 2 Kg par niveau) de grés rouges parfois à boules d'argiles, nous a fourni une flore composée de plusieurs milliers d'individus. En pourcentage, plus de 50% du résidu de lavage - tamisage est constitué par les gyrogonites souvent en bon état de conservation, cette richesse en nombre (abondance) n'est malheureusement pas très diversifiée du point de vue taxonomique (diversité). Le genre *Raskyella* avec deux espèces (*R. p. meridionale* et *R. sahariana*) constitue plus de 75% des gyrogonites récoltées. Dans les trois niveaux étudiés au Glib Zegdou, les espèces de charophytes reconnues sont les suivantes :

* Le locus HGL50 :

- *Raskyella pecki meridionale*
- *Raskyella sahariana*
- *Raskyella* sp.
- *Nodosochara* aff. *jorbae*
- *Peckichara varians*
- *Maedleriella lavocati*
- *Maedleriella* sp. 3
- *Maedleriella* sp. 5

*** Le locus HGL51 :**

- *Raskyella pecki meridionale*
- *Raskyella sahariana*
- *Stephanochara* aff. *acris*
- *Peckichara* sp.
- *Harrisichara* aff. *leptocera*
- *Harrisichara* sp.1
- *Nitellopsis* (T.) aff. *thaleri*
- *Maedleriella lavocati*
- *Maedleriella* sp. 4
- *Microchara* sp.

Dans ce niveau, *R. sahariana* est beaucoup abondante que *R. pecki meridionale* ; L'espèce *N. (T.)* aff. *thaleri* est présente avec un nombre assez important d'individus, dont la plupart sont dans un mauvais état de conservation et dépourvus d'apex.

*** Le locus HGL52 :**

- *Raskyella pecki meridionale*
- *Raskyella sahariana*
- *Stephanochara* aff. *acris*
- *Nodosochara* aff. *jorbae*
- *Peckichara varians*
- *Maedleriella lavocati*

Il en résulte que les trois locus du Glib Zegdou renferment, d'une façon générale, la même flore de charophytes, avec la présence, identifiée pour la première fois, des genres *Harrisichara*, *Nitellopsis* et *Microchara*. Le bilan complet des charophytes ici récoltées est constitué de huit (08) genres englobant quinze (15) espèces :

- *Raskyella pecki meridionale*
- *Raskyella sahariana*
- *Raskyella* sp.
- *Stephanochara* aff. *acris*
- *Nodosochara* aff. *jorbae*
- *Peckichara varians*
- *Peckichara* sp. 3
- *Maedleriella lavocati*
- *Maedleriella* sp. 3
- *Maedleriella* sp. 4
- *Maedleriella* sp. 5
- *Harrisichara* aff. *leptocera*
- *Harrisichara* sp. 1
- *Nitellopsis* (T.) aff. *thaleri*
- *Microchara* sp.

b- Les Gour Lazib :

Aussi appelées Garas, les Gour sont en nombre indéterminé et réparties sur toute l'étendue de la Hammada du Dra. Elles sont caractérisées par l'absence du membre inférieur décrit sur le Glib Zegdou, et reposent souvent directement sur le membre intermédiaire grés-argilo – silteux. Pour la plupart d'entre elles, une barre calcaire (parfois gréseuse) à silex les coiffe

au sommet. Plusieurs échantillons ont été prélevés, lavés et étudiés. Tout comme au Glib Zegdou, la flore de charophytes est ici très abondante, avec une faune associée composée vertébrés (os et dents de mammifères, primates et hyracoïdes notamment, associés à des os de poissons). Les espèces de charophytes étudiées dans ces niveaux se répartissent comme suit :

*** la Coupe comprenant le locus HGL4 :**

Dans ce niveau, l'échantillonnage est réalisé dans un faciès de grès rouges situé à la base de la coupe et pourrait correspondre, par la présence de l'espèce *H. aff. leptocera*, au niveau HGL51 du Glib Zegdou, nous avons reconnu six espèces :

- *Raskyella pecki meridionale*
- *Raskyella sahariana*
- *Stephanochara aff. acris*
- *Peckichara sp. 3*
- *Harrisichara aff. leptocera*
- *Maedleriella lavocati*

*** la Coupe comprenant le locus HGL10 :**

Quatre niveaux à charophytes ont été échantillonnés et, dans le présent travail, seulement, deux lavage-tamassage sont effectués. Le premier concerne le niveau F1. Il est constitué par des marnes rouge verdâtre et a livré une flore très nombreuse dont la fraction organique dépasse de loin la fraction minérale. Cette flore est constituée essentiellement d'une seule espèce *Raskyella pecki meridionale* qui, à elle seule, constitue plus de 90 % du résidu après lavage. L'espèce *R. sahariana*, n'est présente qu'accessoirement (moins de 5 %), le reste est composé par le genre *Maedleriella* (dont *M. lavocati*), en nombre très réduit.

Ce niveau F1 est le seul locus de toute la Hammada où l'espèce *R. pecki meridionale* est largement dominante en nombre d'individus. Partout ailleurs, sur toutes les autres coupes, *R. pecki meridionale* et *R. sahariana*, sont relativement au même nombre d'individus exception faite pour le locus HGL51 où l'espèce *R. sahariana*, domine en nombre d'individus *R. pecki meridionale*.

Les espèces ici récoltées sont les suivantes :

- *Raskyella pecki meridionale* (très nombreuse)
- *Raskyella sahariana* (peu nombreuse)
- *Maedleriella lavocati* (très rare)

Le second niveau F2, constitué par des grès argileux, se trouve légèrement au dessus du premier (niveau F1). Il a livré onze espèces de charophytes réparties sur huit (08) genres, il s'agit de :

- *Raskyella pecki meridionale*
- *Raskyella sahariana*
- *Raskyella sp.*
- *Stephanochara aff. acris*
- *Nodosochara aff. jorbae*
- *Peckichara sp. 3*
- *Harrisichara sp. 1*
- *Maedleriella lavocati*
- *Maedleriella sp. 4*

- *Chara* sp. 1
- *Nitellopsis* (*T.*) aff. *thaleri*

*** la Coupe comprenant le locus HGL89 :**

Dans cette coupe, trois niveaux à charophytes sont clairement identifiés mais seulement deux d'entre eux ont fait l'objet de lavage/tamisage et étude, vu l'abondance en gyrogonites. Or, deux espèces seulement sont ici identifiées et le genre *Maedleriella* est, ici, très rare:

- *Raskyella pecki meridionale*
- *Raskyella sahariana*
- *Maedleriella* sp. (très rare)

Les deux espèces de *Raskyella* sont à peu près également représentées.

*** la Coupe comprenant le locus HGL90 :**

Les charophytes récoltées et étudiées proviennent des niveaux F1 et F2 de la coupe, les gyrogonites sont associées aux restes de la faune fossile (Hyracoïdes, os de poissons), les deux niveaux F1 et F2 ont fourni les mêmes espèces et nous avons reconnu huit :

- *Raskyella pecki meridionale*
- *Raskyella sahariana*
- *Stephanochara* aff. *acris*
- *Stephanochara* sp.
- *Peckichara* sp. 3
- *Harrisichara* aff. *leptocera*
- *Nitellopsis* (*T.*) aff. *thaleri*
- *Maedleriella lavocati*

c- Les Gour Iderganes :

*** la Coupe comprenant le locus HGL61 :**

A part le fait de la présence du principal genre de la Hammada du Dra : *Raskyella*, ce gisement présente certaines particularités à savoir l'absence totale du genre *Maedleriella* et surtout son représentant, l'espèce *M. lavocati*. On note la présence en nombre très réduit des formes suivantes, *Nitellopsis* (*T.*) aff. *thaleri*, (en bon état de conservation), *Harrisichara* sp., *Microchara* sp. et ? *Chara* sp. (en mauvais état de conservation).

Bien que l'étude des charophytes de cette coupe soit toujours en cours, nous avons reconnu les sept (07) espèces suivantes :

- *Raskyella pecki meridionale*
- *Raskyella sahariana*
- *Stephanochara* sp.
- *Harrisichara* sp. 1
- *Nitellopsis* (*T.*) aff. *thaleri*
- ? *Chara* sp.
- *Microchara* sp.

d. Bilan Paléontologique de la Hammada du Dra :

γ- Sur le plan floristique :

Jusqu'à présent, la flore de charophytes récoltée est composée de neuf (9) genres englobant dix neuf (19) espèces, (Tableau 42), les observations suivantes sont à noter :

Tabl. 42- Répartition des charophytes dans les différents locus de la Hammada du Dra
G. Ider.: Gour Iderganes, (++ très abondant ; + abondant ; +- peu abondant ; - très rare)

Locus Espèces	GLIB ZEGDOU			GOUR		LAZIB				G. Ider.	
	HGL 50	HGL51	HGL 52	HGL 4	HGL 10	HGL 89		HGL 90		HGL 61	
					F1	F2	F1	F2	F1	F2	
<i>Raskyella pecki meridionale</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	++	+	+
<i>Raskyella sahariana</i>	+	++	+	+	+	+	+	+	+-	+	+
<i>Raskyella sp.</i>	+					+					
<i>Maedleriella lavocati</i>	+	+	+	+	-	+			+	+	
<i>Maedleriella sp. 3</i>	+										
<i>Maedleriella sp. 4</i>		+				+					
<i>Maedleriella sp. 5</i>	+										
<i>Peckichara varians</i>	+		+								
<i>Peckichara sp.</i>		+									
<i>Peckichara sp. 3</i>				+		+			+	+	
<i>Harrisichara aff. leptocera</i>		+		+					+	+	
<i>Harrisichara sp. 1</i>		+				+					+
<i>Stephanochara aff. acris</i>		+	+	+		+			+	+	
<i>Stephanochara sp.</i>						+			+	+	+
<i>Chara sp. 1</i>						+					
? <i>Chara sp.</i>						+					+
<i>Nitellopsis (T.) aff. thaleri</i>		+				+			+	+	+
<i>Nodosochara aff. jorbae</i>	+		+			+					
<i>Microchara sp.</i>		+									+

- la Gara à locus HGL10 (Gour Lazib) est de loin le gisement qui a fourni la flore de charophytes la plus diversifiée en genres et espèces.

- le genre *Raskyella* (famille Raskyellaceae) est présent dans tous les niveaux et dans toutes les coupes avec les deux espèces *R. pecki meridionale* et *R. sahariana*, (parfois accompagné par *R. sp.*) relativement en nombre d'individus égal sauf pour la base (F1) de la coupe comprenant HGL10, où *R. pecki meridionale* forme l'essentiel du matériel, alors que *R. sahariana* reste largement dominante par rapport à *R. pecki meridionale* dans le locus HGL 51 du Glib Zegdou.

- l'espèce *Maedleriella lavocati*, présente dans la plupart des coupes, est très rare dans celle comprenant HGL89, alors qu'elle est complètement absente dans la coupe comprenant le locus HGL61 (Gour Iderganes) où aucun taxon de ce genre n'a été récolté, en l'état actuel de l'étude.

- l'espèce *Stephanochara aff. acris*, présente dans la majorité des coupes, est néanmoins, absente dans les coupes comprenant HGL50, HGL89 et HGL61.

- une comparaison entre les trois locus à charophytes du Glib Zegdou (HGL50, HGL51 et HGL52) montre une certaine différenciation dans les espèces de charophytes : HGL50 et HGL 52 présenteraient la même association floristique alors que HGL51 s'en distingue par une grande diversité de genres et d'espèces.

- le locus HGL51 du Glib Zegdou se caractérise, par rapport aux deux autres (locus HGL50 et locus HGL52), par un nombre d'espèces de charophytes plus élevé et surtout par la présence des taxons, *Peckichara* sp., *H. aff. leptocera*, *N. (T.) aff. thaleri* et *Microchara* sp.

- le genre *Chara* n'est présent que dans la coupe comprenant HGL10, cette forme présente un très grand nombre d'individus en bon état de conservation, alors que dans les autres coupes, elle est complètement absente. Sa présence est aussi signalée dans la coupe comprenant HGL 61 des Gour Iderganes, mais son mauvais état de conservation et le nombre réduit de ses d'individus, nous pousse à l'attribuer à ce genre avec réserve.

- mis à part le genre *Chara*, les coupes comprenant HGL10, HGL51 et HGL90 présentent, relativement, les mêmes espèces de charophytes.

β- Sur le Plan faunistique :

La faune de la Hammada du Dra se caractérise par une richesse et une diversité faunistique remarquables, divers taxons connus ou complètement nouveaux sont extraits, à chaque prélèvement et lors de chaque mission. Le paragraphe qui suit récapitule uniquement les données concernant la faune de vertébrés récoltée dans les mêmes niveaux que les charophytes.

a- Glib Zegdou :

* le locus HGL50 a livré plus de 400 restes mammaliens identifiables, documentant plus de 20 espèces de mammifères euthériens dont certaines sont nouvelles (*in* : Adaci *et al.*, 2007). Parmi ces taxons citons: *Glibia pentalopha* (Rodentia), *Glibzegdouia tabelbalaensis* (Carnivora), *Algeripithecus minitus* (Primates Strepsirhines) Godinot & Mahboubi, 1992 Tabuce *et al.* 2009) et *Microhyrax lavocati* (Hyracoïde). Par ailleurs, une nouvelle espèce d'un nouveau genre de rongeurs *Lazibemys zegdouensis* vient d'être décrite de ce site (Marivaux *et al.*, 2010, sous presse). Il a livré aussi de très nombreux restes de poissons Actinopterygii et Dipnoi (*in* : Adaci *et al.*, 2007).

* le locus HGL51 a livré des restes bien conservés de vertébrés. Les poissons sont peu abondants (écailles ganoïdes et vertèbres) alors que les mammifères sont documentés par plusieurs crânes, maxillaires et mandibules. Dans l'état actuel de leur étude, les taxons suivants sont représentés: *Azibius trecki* Sudre, (Sudre, 1975 ; Tabuce *et al.* 2009) *Helioseus insolitus*, *Microhyrax lavocati*, ? *Megalohyrax gevini*, un hyracoïde nouveau (*in* : Adaci *et al.*, 2007) et *Glibia pentalopha* (Marivaux *et al.*, 2010, sous presse).

* le locus HGL52 (niveau F⁹ de Mahboubi, 1995) a fourni une riche faune de mammifères qui comprend notamment : *Glibemys algeriensis*, *Glibia pentalopha*, *Glibia tetralopha* et *Zegdoumys lavocati* (Vianey-Liaud *et al.*, 1994), *Glibzegdouia tabelbalaensis* et *Algeripithecus minitus* (Godinot *et al.*, 1992 ; Tabuce *et al.* 2009). Il faut noter que, Tabuce *et al.*, 2009 ont montré que les taxons *Tabelia hammadae* et *Dralestes hammadaensis* ne sont plus valides, le premier étant synonyme d'*Azibius* alors que le second englobe des caractères d'*Algeripithecus* et *Azibius*.

b- Gour Lazib :

* le locus HGL4 a livré notamment *Microhyrax lavocati* (Sudre 1979) et *Zegdoumys lavocati* Vianey-Liaud *et al.*, (1994) (*in* : Marivaux *et al.*, 2010, sous presse).

* le locus HGL10 a livré *Azibius trerki* (Sudre, 1975 ; Tabuce *et al.* 2009) ainsi que des rongeurs, des primates et des hyracoïdes dont, *Titanohyrax tantulus* (in : Adaci *et al.*, 2007) et *Microhyrax lavocati* (Tabuce, communication écrite).

* *Helioseus* est le seul taxon mammalien présent dans le locus HGL89 avec d'autres formes indéterminables.

* le locus HGL90 est la localité type de *Microhyrax lavocati*, *Megalohyrax gevini* (Sudre, 1979) et *Helioseus insolitus* (Sudre, 1979) Quelques dents d'insectivores et de nouveaux spécimens de rongeurs dont *Glibia pentalopha* (Marivaux *et al.*, 2010, sous presse) sont aussi documentés.

c- Gour Iderganes :

* le locus HGL61 des Gour Iderganes a livré des hyracoïdes qui sont en cours d'étude.

Remarque : Les nouveaux fossiles de la Hammada du Dra sont actuellement en cours d'étude par nos collègues de l'Université de Montpellier 2.

2. Oued Meguerchi :

Plusieurs kilogrammes ont été lavés et tamisés depuis la découverte de ce site. Il s'agit essentiellement d'un faciès de marnes grises très friables. Les premières études ont permis de proposer un âge Ilerdien pour ce gisement (Mebrouk, 1993 ; Mebrouk *et al.*, 1997 ; Mebrouk *et al.*, 1999). Un nouveau réexamen, suite à une nouvelle récolte, de cette flore nous a permis de reconnaître d'autres taxons (F. Hannache, travail en cours), à savoir le genre *Microchara* avec comme espèce *M. sp.* Par ailleurs, le genre *Harrisichara* s'est enrichi de l'espèce *H. aff. leptocera*, et d'une autre espèce, laissée en nomenclature ouverte, *H. sp. 2*. En tout onze (11) espèces réparties sur sept (07) genres sont identifiées:

- *Maedleriella cristellata*
- *Maedleriella pachycera*
- *Nitellopsis (T.) thaleri*
- *Peckichara atlasensis*
- *Peckisphaera bessediki*
- *Neochara ameuriorum*
- *Gyrogona caudata*
- *Harrisichara meguerchiensis*
- *Harrisichara aff. leptocera*
- *Harrisichara sp. 2*
- *Microchara sp.*

Concernant la faune de O. Meguerchi, Mahboubi (1995) a récolté des Mollusques avec *Hydrobiidea* indéterminé, ainsi qu'une forme indéterminée. Les Ostracodes triés avec les charophytes, dans nos lavages (Mebrouk 1993 et Hannache, travail en cours), et étudiés par J. P. Colin (Ostracologue en retraite), ont révélé la présence du genre *Neocyprideis* avec une nouvelle espèce *N. meguerchiensis* (inédiée) et la présence occasionnelle des genres *Hemicyprideis*, *Perissocytheridae* et *Limnocythere* (Mebrouk *et al.*, en cours). Il s'agit de la troisième découverte du genre *Neocyprideis* dans le Paléogène du continent africain, la première étant dans l'Eocène inférieur du Sénégal (Carbonel, 1989) et la seconde (trois espèces) dans l'Eocène moyen de Somalie (Bassiouni & Luger, 1996).

3. El-Kohol :

Les espèces de charophytes de ce site ont été signalées par Mahboubi (1983), déterminées par Feist et réétudiées par nous même (Mebrouk, 1993 ; Mebrouk *et al.*, 1997). Lors de notre mission de Janvier 2007, un autre niveau (situé à environ 1,5 km du niveau à charophytes) de marne grise rougeâtre à débris d'os (poissons, tortues, mammifères) appartenant à la formation intermédiaire a fourni (suite au lavage /tamisage du sédiment), une autre forme indéterminée du genre *Harrisichara*.

La flore d'El-Kohol est composée donc de trois espèces :

- *Nitellopsis (Tectochara) dutemplei*
- *Peckichara disermas*
- *Harrisichara* sp. 3

La formation d'El-Kohol a livré, en association avec les charophytes, des angiospermes et une faune composée par des mollusques, crustacés, bryozoaires, et plusieurs groupes de vertébrés dont le mammifère proboscidiien: *Numidotherium koholensi* Jaeger.

Le nouveau niveau marneux gris rougeâtre a livré, en association avec les charophytes, des débris d'os de poissons, de tortues et de mammifères. Ces restes sont, actuellement, en cours d'étude par nos collègues de l'Université de Montpellier 2.

4. Kef er-Rebbab :

Les charophytes de cette formation ont été prélevées dans des marnes gris verdâtre, la coupe a été levé par Deureumaux (chercheur en retraite de l'Université de Toulouse,) ces formes triées n'ont jamais fait l'objet d'étude antérieurement. Elles sont conservées dans la collection 'Feist' déposée à l'Institut des Sciences de l'Evolution de l'Université de Montpellier 2. Du fait de leur très bon état de conservation, nous avons jugé utile de les décrire, d'établir leur systématique, ce qui permet de dater leur gisement et enfin de les intégrer à la collection des charophytes d'Algérie. L'étude de ce gisement nous a fourni une association constituée de huit (08) espèces réparties sur quatre (04) genres:

- *Platychara caudata*
- *Platychara* aff. *compressa*
- *Platychara* sp. 1
- *Feistiella oblonga*
- *Feistiella* aff. *globosa*
- *Microchara* aff. *parazensis*
- *Microchara* aff. *pachythelys*
- *Maedleriella* sp.

Sur le plan faunistique, la coupe du Kef er-Rebbab a livré dans sa formation intermédiaire (marneuse), associés aux charophytes, des ostracodes, des foraminifères laffiteines et milioles. Sa formation supérieure est caractérisée par la présence de microfaunes et de bioclastes divers des groupes suivants : échinodermes, bryozoaires et les mollusques. Toute cette microfaune n'a pas fait l'objet d'étude.

5. Chott Chergui :

L'association de ce gisement a livré cinq (5) genres comprenant les dix (10) espèces suivantes :

- *Feistiella* aff. *globosa*
- *Feistiella oblonga*
- *Feistiella* sp. 1

- *Feistiella* aff. sp. 2
- *Harrisichara* sp. 4
- *Lamprothamnium* sp. 2
- *Platychara* aff. *turbinata*
- *Platychara compressa*
- *Platychara* sp. 3
- *Stephanochara* sp. 1

Sur le plan faunistique, nous ne possédons aucune indication au niveau de ce gisement.

6. Hadjerat Zennad :

Les charophytes livrées par ce gisement, au nombre de deux, ont déjà fait l'objet d'étude (Mebrouk, 1993 ; Mebrouk *et al.*, 1997).

- *N. (T.) thaleri*
- *Harrisichara leptocera*

Sur le plan faunistique, les charophytes sont associés avec des gastéropodes, des ostracodes et de rares restes de poissons.

7. Koudiet el–Aldjoun :

Les espèces de charophytes livrées par ce gisement, au nombre de trois, ont déjà fait l'objet d'une étude (Mebrouk, 1993).

- *Chara microcera*
- *Lamprothamnium priscum*
- *Nitellopsis (T.)* aff. *huangi*

8. El-Biod (Tinrhert):

Les trois espèces récoltées dans ce gisement ont été seulement mentionnées et n'ont fait l'objet d'aucune étude (Busson & Grambast, 1965).

- *Gyrogona wrighti*
- *Gyrogona caelata*
- *Rhabdochara* sp.

B. MAROC :

1. Achlouj 2 :

Cette population provient des marnes carbonatées grises d'origine littorale et continentale de la partie supérieure de la formation d'Irbzer qui a livré des charophytes à Schudack & Herbig (1995). Réchantillonnées, lavées et tamisées, ces marnes ont livré d'autres formes de charophytes associées à des ostracodes (Colin & Tabuce, 2004), et des restes de vertébrés (Garcia *et al.*, 2003 ; Vianey-Liaud & Garcia, 2003). En tout nous avons reconnu douze (12) espèces réparties sur sept (07) genres :

- *Feistiella oblonga*
- *Feistiella globosa*
- *Feistiella* sp.

- *Strobilochara apiculata*
- *Strobilochara diademata*
- ? *Strobilochara* sp.
- ? *Stephanochara* sp.
- *Sphaerochara* sp.
- *Lamprothamnium* sp. 1
- *Peckichara* sp. 1
- *Dughiella* sp.
- *Platychara* sp. 2

La faune d'Achlouj 2 est composée essentiellement d'ostracodes (Colin & Tabuce, 2004) et de restes de vertébrés (coquilles d'œufs de vertébrés, notamment de dinosaures) (Garcia *et al.*, 2003 ; Vianey-Liaud & Garcia, 2003).

2. Saf :

Tout comme le gisement d'Achlouj 2, les charophytes de Saf, ont été récolté par l'équipe de Paléontologie de Montpellier, dans la formation sus-jacente de Bekrit-Timahdit, (localité de Saf), dans de nouveaux niveaux à charophytes constitués par des calcaires bioclastiques peu profond. Nous avons reconnu trois (03) espèces réparties sur trois (03) genres :

- *Feistiella* aff. sp. 1
- *Peckichara* cf. *llobregatensis*
- *Maedleriella* sp. 6

En résumé, nous donnons le tableau (42) des charophytes livrées par les différents niveaux des coupes d'Achlouj 2 et de Saf :

Tabl. 43- Répartition des charophytes dans les différents niveaux des gisements d'Achlouj 2 et de Saf (Maroc)

Espèces	Gisements			
	Achlouj 2			Saf
	Niv. 18	Niv. 19	Niv. 21	
<i>Feistiella oblonga</i>	+ +	+ +	+ +	
<i>Feistiella globosa</i>	+ +	+ +	+ +	
<i>Feistiella</i> sp.		+		
<i>Strobilochara apiculata</i>	+ +	+ +	+ +	
<i>Strobilochara diademata</i>	+ +	+ +	+ +	
? <i>Strobilochara</i> sp. 1		-		
<i>Lamprothamnium</i> sp. 1		-	+	
<i>Peckichara</i> sp. 1		-		
<i>Dughiella</i> sp.			-	
<i>Platychara</i> sp. 2		-		
? <i>Stephanocha</i> sp.			- -	
? <i>Sphaerochara</i> sp.		- -		
<i>Feistiella</i> aff. sp. 1				+
<i>Peckichara</i> cf. <i>llobregatensis</i>				+
<i>Maedleriella</i> sp. 6				+

Légende:

- ++** Très abondant
- +** Peu abondant
- Rare
- Très rare

3. El- Koubbat :

Les charophytes de ce gisement proviennent de la collection 'Feist' déposée à l'Université de Montpellier 2, le matériel est très riche en gyrogonites, pour moitié,

charophytes et moitié fraction minérale. Cette flore a été récoltée dans des niveaux de marnes grises. Seul le genre *Feistiella* est ici présent :

- *Feistiella globosa*
- *Feistiella oblonga*
- *Feistiella* sp. 1
- *Feistiella* aff. sp. 2

4. N'Tagourt 2 :

De nouvelles récoltes de sédiment effectuées par R. Tabuce (mission 1999) ont produit de nouveaux spécimens. Cette localité a depuis longtemps livré des gyrogonites (Gheerbrant *et al.*, 1993) mais aucune étude systématique complète, n'a été faite sur cette flore. L'étude menée sur ces fossiles nous a fourni les espèces suivantes :

- *Maedleriella* sp. 1
- *Maedleriella* sp. 2
- *Peckichara* sp.
- *Nitellopsis* (T.) *thaleri*
- *Nitellopsis* (T.) sp.

La faune de N'Tagourt 2, associé aux Charophytes, est composée de plusieurs groupes d'invertébrés (terriers de vers, bryozoaires, mollusques, crustacés indéterm. et des échinodermes) et de vertébrés (sélaciens, ostéichthyens, crocodiliens, chéloniens, squamates et mammifères) (Gheerbrant *et al.*, 1993).

C. LIBYE : le Bassin de Syrte :

Le matériel de charophytes provient de la collection de Charophytes de l'Université de Montpellier 2. Aucune précision sur l'emplacement exact de la ou les localités qui ont livré les gyrogonites. L'étude systématique nous a fourni les espèces suivantes :

- ? *Sphaerochara* sp.
- *Feistiella* aff. *globosa*
- *Lamprothamnium priscum*
- *Dughiella* sp.
- *Stephanochara* aff. *fortis*
- ? *Stephanochara* sp. 1

Nous ne possédons aucune indication sur la faune associée à ces charophytes.

II. ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES :

Les tableaux suivants résument l'extension stratigraphique de l'ensemble des espèces de charophytes reconnues dans les différents gisements continentaux du Maghreb ici étudiés. Précisons qu'il ne sera tenu compte que des espèces clairement reconnues. En cas de besoin, nous ferons appel aux formes affines (sp.).

Notons que les extensions stratigraphiques des genres représentés dans ces tableaux sont essentiellement tirées de Feist *et al.*, (2005)

Note importante : Rappel

Les âges continentaux du présent travail sont souvent cités dans la nomenclature européenne. Ils n'ont pas d'équivalents en Afrique et ne sont plus utilisés actuellement. Nous donnons ici leur équivalent dans l'échelle stratigraphique internationale actuelle :

Yprésien = Eocène inférieur

Sparnacien (étage continental) = Ilerdien (étage marin) = Yprésien inférieur

Cuisien = Yprésien supérieur

A. Algérie :

Pour la majorité des gisements étudiés dans ce travail, toutes les attributions stratigraphiques (les âges) sont tirées principalement des charophytes. La faune associée, formée par les vertébrés, est constituée pour la plupart par nouveaux taxons et, par conséquent, ne peut proposer une datation à ces formations.

1. La Hammada du Dra :

Historiquement, les gisements des Gour Lazib ont été daté de l'Eocène moyen-supérieur (Grambast & Lavocat, 1959 ; Grambast, 1960) ; le Glib Zegdou a été daté Yprésien supérieur (Ilerdien supérieur) -Lutétien inférieur (Gevin *et al.*, 1974).

Dans sa thèse, Riveline (1984), sur la base de la présence de l'association du genre *Peckichara* et de l'espèce *R. pecki*, propose deux interprétations pour l'attribution stratigraphique des gisements de la Hammada sans aucune explication précise concernant cette datation :

- L'espèce *R. pecki* apparaît à l'Infra cuisien, ce qui a pour conséquence l'attribution du gisement de la Hammada à l'Eocène inférieur.

- Le genre *Peckichara* disparaît à l'Auversien, ce qui a pour conséquence l'attribution du gisement au Bartonien inférieur s.s.

Enfin, Un âge Eocène inférieur-moyen a été proposé pour toute la Hammada du Dra par Mebrouk *et al.*, (1997) sur la base des associations de charophytes.

a. Glib Zegdou :

Ayant fourni, lors de cette présente étude une flore plus diversifiée, une nouvelle proposition de datation pour le Glib Zegdou sera donc discutée. Les intervalles stratigraphiques des espèces composant ce gisement seront tirés des travaux antérieurs (cf. chap. Systématique) ainsi :

- l'intervalle stratigraphique de l'espèce *Nitellopsis (T.) thaleri* et de ses formes affines est d'âge Yprésien moyen terminal - base du Lutétien inférieur.

- l'intervalle stratigraphique de l'espèce *Raskyella pecki meridionale* est Lutétien - Bartonien inférieur.

- l'intervalle stratigraphique de l'espèce *Harrisichara leptocera* et de ses formes affines est Thanétien moyen - Sparnacien inférieur.

- l'intervalle stratigraphique de l'espèce *Peckichara varians* est Yprésien inférieur.

- l'espèce *Stephanochara acris* est connue dans l'Eocène inférieur de la Chine (Wang Zhen, 1978b).

- l'intervalle stratigraphique de l'espèce *M. lavocati* est Yprésien – Bartonien inférieur (chap. Systématique, p. 71)

- *Nodosochara* aff. *jorbae* : cette espèce ne peut être prise en considération dans le contexte actuel d'autant plus qu'elle n'est pas connue pour être très répandue dans les gisements européens. La répartition connue de l'espèce *N. jorbae* est Tongrien inférieur, (Rupélien, Oligocène inférieur), (Choi 1984).

Conclusion :

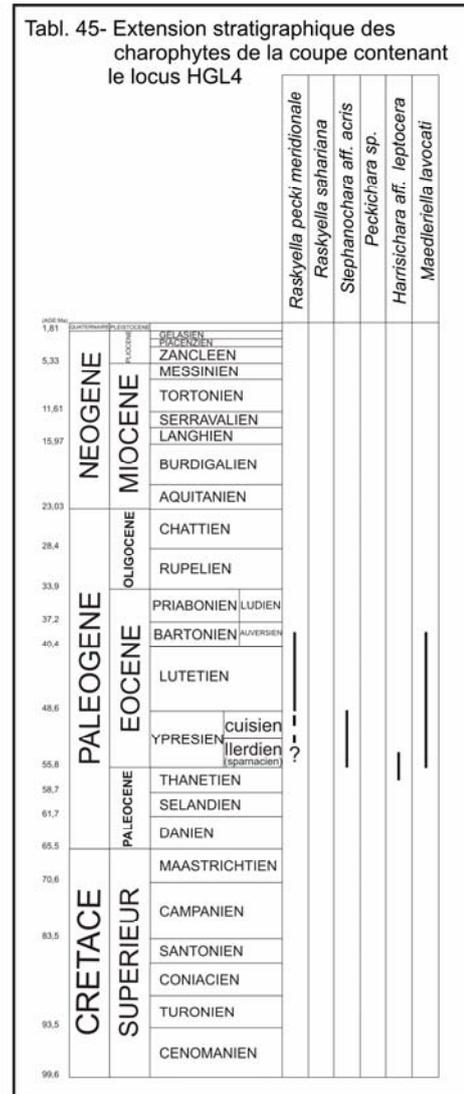
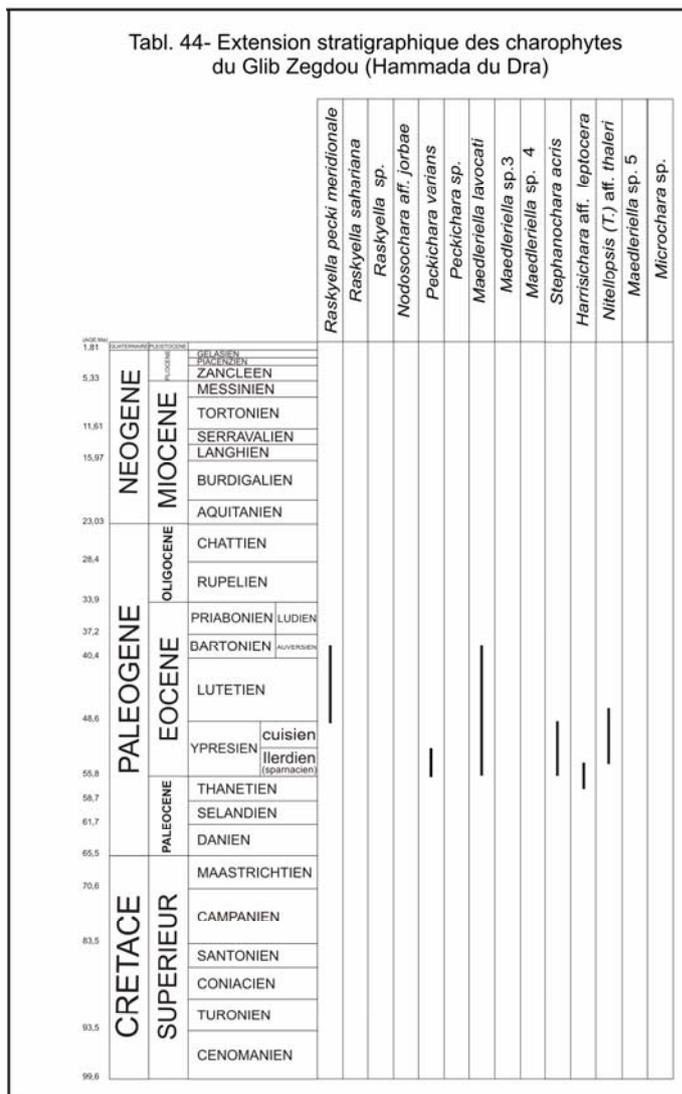
Il en résulte que cette association indique un âge Yprésien – Lutétien inférieur au Glib Zegdou (tableau 44).

b. Les Gour Lazib :

Bien que l'ensemble des gisements contenant les divers locus ait livré des associations floristiques comparables à celle du Glib Zegdou, il est, néanmoins, important de discuter, séparément, chaque association floristique livrée par chaque coupe.

*** la coupe comprenant le locus HGL 4 :**

La présence des espèces *M. lavocati*, *S.* aff. *acris* et *Raskyella pecki meridionale* avec un nombre d'individus assez important, indiquerait un âge Yprésien à ce gisement. L'espèce *Harrisichara* aff. *leptocera* ne peut être prise, ici, en compte en raison de son nombre très réduit. Par ailleurs, l'extension probable de l'espèce *Raskyella pecki meridionale* vers cet âge est à envisager (tableau 45).



*** la coupe comprenant le locus HGL89 :**

Sur la présence du genre *Raskyella* avec les deux espèces (*R. pecki meridionale* et *R. sahariana*), et en absence de la totalité des espèces de la famille des Characeae, sauf un taxon attribué avec réserve au genre *Maedleriella*, l'attribution stratigraphique serait Lutétien - Bartonien inférieur c'est à dire, l'extension stratigraphique de *R. pecki meridionale*. Il serait utile de chercher d'autres formes du genre *Maedleriella*, ainsi que le reste des espèces de la famille des Characeae pour confirmer ou non cette attribution. Par ailleurs, l'extension probable de l'espèce *Raskyella pecki meridionale* vers l'Yprésien est à envisager (tableau 47).

*** la coupe comprenant le locus HGL10 :**

Ce gisement a livré une flore importante et diversifiée, seules les extensions des espèces *M. lavocati*, *S. acris*, *Raskyella pecki meridionale* et *Nitellopsis (T.) aff. thaleri* peuvent être prise en considération. L'absence de l'espèce *Harrisichara aff. leptocera* pourrait confirmer cette attribution à l'Yprésien – Lutétien inférieur de ce gisement (tableau 46).

(Mebrouk *et al.*, 1997 ; 1999). Le réexamen de la flore de ce site a livré deux espèces supplémentaires : *Microchara* sp. (répartition du genre : Crétacé supérieur-Eocène inférieur (moyen) (Grambast, 1959) et *Harrisichara* aff. *leptocera* (*Harrisichara leptocera* est d'âge Thanétien moyen - Sparnacien inférieur). Vu le nombre d'individus, réduit, de ces deux taxons, il ne sera pas tenu compte de leurs attributions stratigraphiques. La recherche et la récolte d'autres individus des genres *Microchara* et *Harrisichara* sont donc recommandées.

La nouvelle proposition d'âge de ce gisement repose essentiellement sur les nouvelles données concernant les espèces *Nitellopsis (T.) thaleri* et *Maedleriella pachycera* (Tambareau *et al.*, 1989 ; Riveline *et al.*, 1996). Par ailleurs, il ne sera pas tenu compte, en l'état actuel de l'étude, de l'extension stratigraphique de l'espèce *Harrisichara* aff. *leptocera* en raison du nombre réduit des ses taxons.

L'extension stratigraphique des espèces marqueurs est la suivante (tableau 50) :

Maedleriella cristellata : Thanétien supérieur - Sparnacien inférieur

Maedleriella pachycera : Ilerdien moyen à supérieur

Nitellopsis (T.) thaleri : Yprésien moyen terminal - base du lutétien inférieur

L'âge du gisement de Oued Meguerchi est donc Yprésien inférieur (=Ilerdien, Eocène inférieur), ce qui confirme les anciennes propositions.

b. El-Kohol :

Antérieurement, un âge Yprésien (=Ilerdien-Cuisien, Eocène inférieur) fut proposé pour gisement à partir de l'association floristique qui le caractérise (Mebrouk, 1993 ; Mebrouk *et al.*, 1997).

Cet âge est précisé Yprésien inférieur (=Ilerdien, Eocène inférieur) dans le présent travail (tableau 51).

3. Hauts Plateaux et Hautes Plaines:

a. Kef er Rebbab (Hodna):

Un âge Campanien-Maastrichtien est proposé pour ce gisement sur la base de l'extension stratigraphique de l'association floristique qui le compose.

Platychara caudata : Campanien

Platychara aff. *compressa* : Maastrichtien

Feistiella oblonga : Campanien-Maastrichtien

Feistiella aff. *globosa* : Campanien-Maastrichtien

Microchara aff. *parazensis* : Maastrichtien

Microchara aff. *pachythelys* : Thanétien

L'extension de l'espèce *M.* aff. *pachythelys* ne sera pas pris en considération en raison de la rareté des spécimens (tableau 52). Un nouvel échantillonnage conséquent est à même d'affiner cette attribution, d'autant plus que l'ensemble des formes dégagées est dans un bon état de conservation.

Tabl. 50- Extension stratigraphique des Charophytes de Oued Meguerchi (Atlas saharien central)

AGE (Ma)	NEOGENE		PALEOGENE		SPECIES
	NEOGENE	MIOCENE	EOCENE	PALEOGENE	
1.81					
5.33					
11.61					
15.97					
23.03					
28.4					
33.9					
37.2					
40.4					
48.6					
55.8					
58.7					
61.7					
65.5					
70.6					
83.5					
93.5					
99.6					
					<i>Maedleriella cristellata</i>
					<i>Maedleriella pachycera</i>
					<i>Nitelopsis (T.) thaleri</i>
					<i>Microchara</i> sp.
					<i>Harrisichara</i> aff. <i>leptocera</i>
					<i>Harris. meguerchiensis</i>
					<i>Peckisphaera bessediki</i>
					<i>Peckichara atlasensis</i>
					<i>Gyrogona caudata</i>
					<i>Neochara ameuriorum</i>
					<i>Harrisichara</i> sp. 2

Tabl. 51- Extension stratigraphique des Charophytes de eL-Kohol

AGE (Ma)	NEOGENE		PALEOGENE		SPECIES
	NEOGENE	MIOCENE	EOCENE	PALEOGENE	
1.81					
5.33					
11.61					
15.97					
23.03					
28.4					
33.9					
37.2					
40.4					
48.6					
55.8					
58.7					
61.7					
65.5					
70.6					
83.5					
93.5					
99.6					
					<i>Nitelopsis (T.) dutemplei</i>
					<i>Peckichara disermas</i>
					<i>Harrisichara</i> sp.

b. Chott Chergui :

Sur la base de la seule présence de l'espèce *Platychara compressa*, un âge Maastrichtien pourrait être proposé pour gisement, or la présence dans cette même association des espèces *Platychara turbinata*, *Feistiella oblonga* ainsi qu'une forme affine de l'espèce *Feistiella globosa*, pencherait plutôt pour un âge Campanien-Maastrichtien. Nous tenons compte de cette proposition pour le gisement du Chott Chergui (tableau 53).

- *Feistiella* aff. *globosa* Campanien-Maastrichtien
- *Feistiella oblonga* Campanien-Maastrichtien
- *Platychara* aff. *turbinata* Campanien-Maastrichtien
- *Platychara compressa* Maastrichtien

Etant donné que ces deux espèces *Feistiella* sp. 1 et *Feistiella* sp. 2, ne sont connues que dans le gisement européen de Péloua, et nulle part ailleurs dans les gisements tethysiens, nous estimons qu'elles ne pourraient être prises en considération dans la datation du présent gisement.

Tabl. 52- Extension stratigraphique des Charophytes du Kef er-Rebbab (Hodna)

AGE (Ma)	NEOGENE		PALEOGENE		Charophytes
	MIOCENE	OLIGOCENE	EOCENE	PALEOGENE	
1,81					
5,33	ZANCLEEN				
	MESSINIEN				
11,61	TORTONIEN				
15,97	SERRAVALIEN				
	LANGHIEN				
	BURDIGALIEN				
23,03	AQUITANIEN				
28,4		CHATTIEN			
33,9		RUPELIEN			
37,2			PRIABONIEN	LUDIEN	
40,4			BARTONIEN	ALVERSIEN	
			LUTETIEN		
48,6			YPRESIEN	cuisien Ilerdien (sparnacien)	
55,8					
58,7			THANETIEN		
61,7			SELANDIEN		
65,5			DANIEN		
70,6			MAASTRICHTIEN		
83,5			CAMPANIEN		
			SANTONIEN		
			CONIACIEN		
93,5			TURONIEN		
99,6			CENOMANIEN		

Tabl. 53- Extension stratigraphique des Charophytes du Chott Chergui (Hauts Plateaux)

AGE (Ma)	NEOGENE		PALEOGENE		Charophytes
	MIOCENE	OLIGOCENE	EOCENE	PALEOGENE	
1,81					
5,33	ZANCLEEN				
	MESSINIEN				
11,61	TORTONIEN				
15,97	SERRAVALIEN				
	LANGHIEN				
	BURDIGALIEN				
23,03	AQUITANIEN				
28,4		CHATTIEN			
33,9		RUPELIEN			
37,2			PRIABONIEN	LUDIEN	
40,4			BARTONIEN	ALVERSIEN	
			LUTETIEN		
48,6			YPRESIEN	cuisien Ilerdien (sparnacien)	
55,0					
58,7			THANETIEN		
61,7			SELANDIEN		
66,6			DANIEN		
70,6			MAASTRICHTIEN		
83,5			CAMPANIEN		
			SANTONIEN		
			CONIACIEN		
93,5			TURONIEN		
99,6			CENOMANIEN		

c. Hadjerat Zennad et Koudiet el-Aldjoun :

* Hadjerat Zennad :

Sur la base de la présence des espèces *Harrisichara leptocera* et *Nitellopsis (T.) thaleri* (tableau 12), l'âge proposé pour ce gisement est Yprésien inférieur (=Ilerdien, Eocène inférieur) (*in* : Mebrouk, 1993 inédit ; Mebrouk *et al.*, 1997). Les nouvelles données de l'espèce *N. (T.) thaleri* (Riveline *et al.*, 1996) confirment cette datation (tableau 54).

- *N. (T.) thaleri* : Yprésien moyen terminal - base du lutétien inférieur
- *Harrisichara leptocera* : Thanétien moyen - Yprésien inférieur

* Koudiet el-Aldjoun :

Dans un précédent travail, Mebrouk (1993, Magister, inédit) propose un âge Chattien-Aquitaniens (Oligocène supérieur-Miocène basal) pour ce gisement par les espèces de charophytes qu'il a livré ; Or les nouvelles données sur l'espèce *Chara microcera* (Riveline *et*

al., 1996) affinent cette datation et limitent son extension à la base du Chattien. L'âge du gisement de Koudiet el Aldjoun serait Chattien inférieur (tableau 54).

Tabl. 54- Extension stratigraphique des Charophytes de Hadjerat Zennad et Koudiet el-Aldjoun

AGE (Ma)	PERIODE	ETAGE	Hadjerat Zennad	Koudiet el-Aldjoun
1,81	QUATERNAIRE	PLÉISTOCÈNE		
		DELTAÏEN		
		FRANZENZIEN		
		ZANCLEEN		
5,33	NEOGENE	MIOCÈNE		
		MESSINIEN		
		TORTONIEN		
11,61		SERRAVALIEN		
		LANGHIEN		
15,97		BURDIGALIEN		
		AQUITANIEN		
23,03		CHATTIEN		
28,4		RUPELIEN		
33,9	PALEOGENE	OLIGOCÈNE		
		PRIABONIEN		
37,2		LUDIEN		
40,4		BARTONIEN		
		AUVERSNIEN		
		LUTETIEN		
48,6		YPRESIEN		
		cuisien		
		Ilerdien (spamacienn)		
55,8		THANETIEN		
58,7		SELANDIEN		
61,7		DANIEN		
65,5		MAASTRICHTIEN		
70,6	CRETACE	SUPERIEUR		
		CAMPANIEN		
83,5		SANTONIEN		
		CONIACIEN		
93,5		TURONIEN		
99,6		CENOMANIEN		

4. Le Sahara central : - El-Biod (Tinrhert) :

L'association de quatre espèces, *Gyrogona wrighti*, *G. caelata*, *Rhabdochara* sp. et *Chara* sp. a permis à Busson & Grambast (1965) d'attribuer ce niveau à l'Oligocène inférieur - moyen, sans toutefois exclure l'Eocène supérieur. Mebrouk *et al.*, (1997) ont proposé un âge Eocène supérieur (Priabonien) à Oligocène inférieur (Rupélien).

Les extensions connues des deux espèces du genre *Gyrogona* sont les suivantes :

- *Gyrogona wrighti* : Auversien (Eocène supérieur) à Stampien inférieur (Rupélien)
- *Gyrogona caelata* : Lutétien supérieur basal (Eocène moyen) à Priabonien (Eocène supérieur)

L'âge proposé à El-Biod serait Eocène supérieur.

B. MAROC :

1. Le Moyen Atlas :

a. Achlouj 2 : la formation d'Irbzer

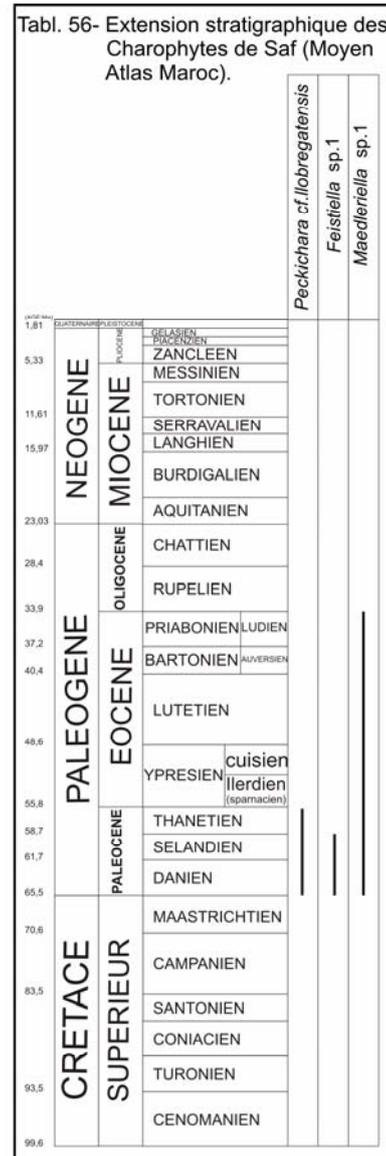
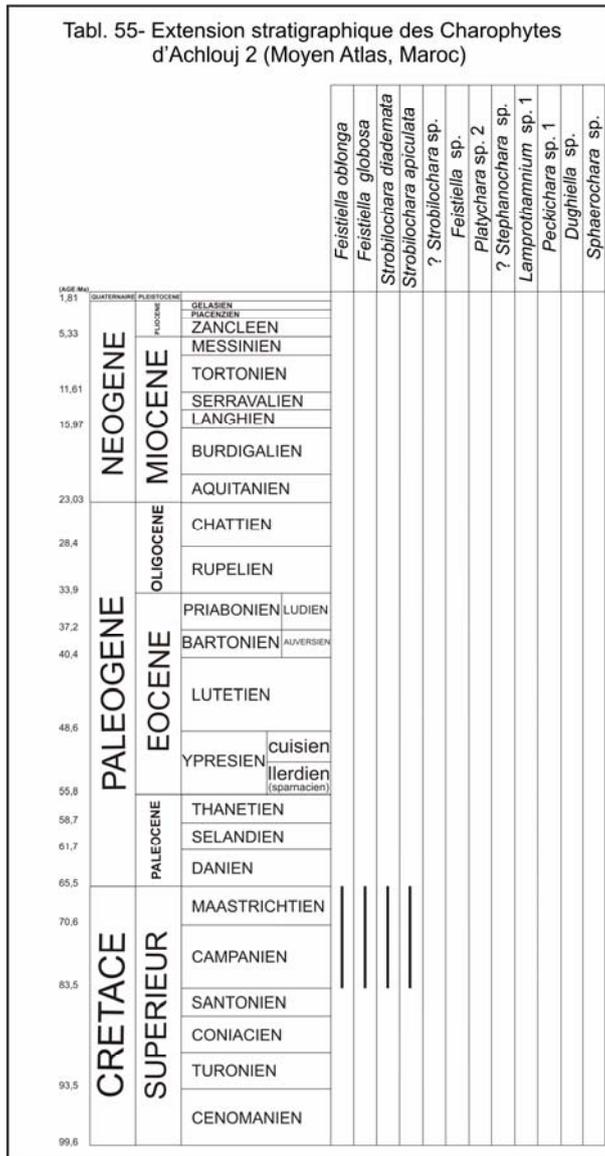
Les anciennes attributions sont dues à Schudack & Herbig (1995), selon ces auteurs, la présence des taxons *Sphaerochara* cf. *edda*, *Stephanochara* sp. et *Lamprothamnium* dans la partie supérieure de la formation d'Irbzer suffit pour lui attribuer un âge Maastrichtien à Danien. Toutefois, *Stephanochara* est connue du Crétacé supérieur au Miocène et *Sphaerochara* comme *Lamprothamnium* ont une large extension stratigraphique qui s'étend jusqu'à l'Holocène. Ces taxons de charophytes ne peuvent donc être pris en considération dans une étude biostratigraphique. De plus, l'étude systématique de Schudack et Herbig (1995) n'a concerné qu'un seul spécimen par taxon (deux pour *Lamprothamnium*).

Suite aux nouvelles prospections et récoltes dans le synclinal d'Oudiksou, Feist a reconnu, lors d'une étude préliminaire, une association composée de *Feistiella globosa*, *Strobilochara diademata*, *Strobilochara apiculata* et *Lamprothamnium*, cet auteur a proposé un âge Crétacé terminal pour la formation d'Irbzer (Tabuce, 2002). Ces charophytes ont été récoltées en association avec des coquilles d'œufs de vertébrés, notamment de dinosaures (Garcia *et al.*, 2003 ; Vianey-Liaud & Garcia, 2003). Ces marnes ont livré d'autres formes de charophytes associées à des ostracodes (Colin & Tabuce, 2004).

L'association de toutes les espèces d'Achlouj 2, en particulier la présence des espèces *Feistiella globosa*, *Strobilochara diademata*, *Strobilochara apiculata* et *Feistiella oblonga* (tableau 13), suggère un âge Campanien-Maastrichtien. Toutefois, un âge Campanien semble exclu compte tenu de l'âge Maastrichtien des sélaciens récoltés dans les niveaux phosphatés sus-jacents (Tabuce, 2002 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Colin & Tabuce, 2004). Achlouj 2 est donc d'âge Maastrichtien (tableau 55).

b. Saf : Formation de Bekrit-Timahdit

Les niveaux argilo-calcaire de la partie intermédiaire de cette formation ont livré très peu de gyrogonites de charophytes. En plus, des espèces *Peckichara* cf. *llobregatensis* (connu de la base du Danien, Riveline *et al.*, 1996) et *Feistiella* sp. 1 (connue du Dano-Montien), nous avons reconnu le genre *Maedleriella*. Deux gyrogonites de ce taxon montrent des affinités d'ornementations typiques aux espèces *M. cristellata* (Grambast, 1977), *M. pachycera* (Castel & Grambast, 1969) et *M. laroquensis* (Massieux & Tambareau, 1978) ; celles ci sont connues dans le Paléocène européen. Ainsi, l'association des charophytes récoltée à Saf (tableau 56) suggère un âge Paléocène pour le membre intermédiaire de la formation Bekrit-Timahdit.



c. El-Koubbat :

L'association formée par son unique genre *Feistiella* (tableau 57) attribue un âge Campanien-Maastrichtien à ce gisement, les espèces affines ne sont pas prises en compte.

2. l'Anti-Atlas:

*** N'Tagourt 2 :**

L'attribution stratigraphique antérieure à l'Yprésien, a été proposée et rapportée par Cappetta et al., (1987). Les mammifères sont signalés et décrits par Gheerbrant (1993), Gheerbrant et al., (1992), Sudre et al., (1993). L'association de charophytes livrée par ce gisement caractérisée par la présence de l'espèce *N. (T.) thaleri*, dont l'intervalle stratigraphique est Yprésien moyen terminal - base du lutétien inférieur selon Riveline et al., (1996). (tableau 58).

L'étude magnétostratigraphique réalisée sur ce gisement (Gheerbrant et al., 1998) précise son âge, un peu plus récent, Yprésien moyen pour N'tagourt 2.

Partie IV. 2 : BIOZONATION ET BIOSTRATIGRAPHIE DES GISEMENTS ETUDIÉS DU MAGHREB :

I. INTRODUCTION :

Le développement des recherches sur les charophytes a révélé leur importance pour la stratigraphie des formations continentales. Historiquement, Mädlar (1952), Peck (1957) et Grambast (1958, 1962) avaient déjà montré leur qualité pour les datations. Ultérieurement, les études sur les charophytes en Europe ont permis l'établissement des premières biozonations (Feist, 1968 ; Grambast, 1972a), corrélés essentiellement avec les étages mammaliens (Thaler, 1965). D'autres biozonations, basées sur la phylogénie des charophytes, ont été par la suite établis (Grambast, 1971, 1974 ; Babinot *et al.*, 1983). Par ailleurs, les travaux de Riveline (1986) ont permis l'établissement de zones d'intervalles.

Une biozonation complète, formée d'une quarantaine de zones et définies depuis le Jurassique supérieur jusqu'au Néogène est établie par Riveline *et al.* (1996). Chacune des biozones est corrélée avec les biozonations établies pour les organismes continentaux : les mammifères (Schmidt-Kittler, 1987 ; Mein, 1989) ou marins : les ammonites et calpionelles (Hardenbol *et al.*, 1996), les nannofossiles calcaires (Martini, 1971) et les foraminifères planctoniques (Blow, 1969). Cette échelle a été, pour la première fois, incluse dans la charte « Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphic Framework of European Basins » (Hardenbol *et al.*, 1998). Par ailleurs, Martin-Closas *et al.*, (1999), proposent une nouvelle corrélation entre l'espèce *Raskyella peckii* et la biozonation des macroforaminifères ('Shallow Benthic Zones' SBZ 13 and SBZ 18) et étend l'extension chronostratigraphique de *R. peckii* de 6 MA. Il redéfinit la biozone à *Raskyella peckii* comme une zone d'intervalle et supprime la biozone à *M. embergeri*. Actuellement, la biozonation basée sur les charophytes permet de dater les formations continentales dans presque la totalité de l'échelle stratigraphique.

Dans le présent travail, la biozonation utilisée est celle établie par Riveline *et al.*, (1996) et reprise dans Feist *et al.*, (2005). Cette biozonation reprend l'ensemble des travaux sur les différentes biozonations des charophytes. Seule une partie de cette biozonation est ici utilisée, il s'agit de l'intervalle allant du Crétacé supérieur au Pliocène :

- Santonien supérieur–Maastrichtien supérieur : cet intervalle comprend sept (07) biozones ; essentiellement déduit des travaux de Feist (*in* Babinot *et al.*, 1983) ; Feist et Freytet (1983) et Galbrun *et al.*, (1993). Cette biozonation est établie dans le Sud de la France et le Nord Ouest de l'Espagne, elle est calibrée avec la magnétostratigraphie et la palynologie.

- Paléocène-Pliocène : cet intervalle comprend 24 zones corrélées avec les étages marins, les zones à nannoplanktons (Anadon *et al.*, 1983 ; Riveline, 1986) et les zones mammaliennes (Feist et Ringeade, 1977 ; Anadon et Feist, 1981 ; Berger, 1986 ; Riveline, 1986 ; Schwarz et Griessemer, 1992).

II. BIOSTRATIGRAPHIE :

Les affinités floristiques existant entre les gisements continentaux du Maghreb et les régions nordiques permettent d'appliquer la biozonation établie en Europe par Grambast (1972), Riveline (1986) et Riveline *et al.*, (1996).

A. Les Gisements d'Algérie :

1. Le Sahara Nord-occidental : le gisement de la Hammada du Dra :

Partant de l'âge Yprésien –Lutétien inférieur proposé à la coupe du Glib Zegdou, la coupe contenant HGL10, la coupe contenant HGL61 et la coupe contenant HGL90, il en ressort que tous ces gisements se corréleront de la zone à *Peckichara disermas* et jusqu'à la zone à *Maedleriella embergeri*, selon la biozonation établie par Riveline *et al.*, (1996). Par contre, du point de vue de la biozonation proposé par Martin-Closas *et al.*, (1999), ces gisements se corrélent plutôt de la zone à *Peckichara disermas* et jusqu'à la zone à *Raskyella peckii* (tableau 60).

En état actuel de l'étude, la coupe contenant HGL4 daté Yprésien se corrèle aux zones *Peckichara piveteaui* et *Nitellopsis (T.) thaleri* et celle contenant HGL89, datée du Lutétien - Bartonien inférieur, se corrèle à la zone à *Maedleriella embergeri* et jusqu'à la zone à *Raskyella peckii* (Riveline *et al.*, 1996) (tableau 60).

2. L'Atlas Saharien:

a- le gisement d'El Kohol :

L'âge proposé à ce site est Yprésien inférieur (=Ilerdien, Eocène inférieur). Les biozones correspondantes vont de la zone à *Peckichara disermas* et jusqu'à la zone à *Nitellopsis (T.) thaleri* (tableau 61).

b- le gisement de Oued Meguerchi :

Grâce à la présence de l'association *Maedleriella pachycera* et *Nitellopsis (T.) thaleri*, la flore de Meguerchi peut être corrélée à la zone de Monze. La nouvelle datation de cette flore de Monze, fondée sur les foraminifères (Tambareau *et al.*, 1989), conduit à la considérer comme représentant la zone à *Peckichara disermas* de l'Yprésien inférieur (=Sparnacien /Ilerdien, Eocène inférieur). Les biozones correspondantes vont de la zone à *Peckichara disermas* et jusqu'à la zone à *Nitellopsis (T.) thaleri* (tableau 61).

3. Les Hauts plateaux et Hautes plaines :

a- le gisement du Kef er-Rebbab (Hodna) :

L'âge proposé, à partir de l'association qui le constitue, est Campanien Maastrichtien. Les zones correspondantes vont de celle à *Microchara olmesensis* relayée par les zones à *Peckichara baylensis*, *Peckichara pectinata* et *Peckichara cancellata* du Campanien puis par les zones à *Septorella ultimata*, *Microchara cristata* et *Peckichara* sp. 1 du Maastrichtien (tableau 61).

b- le gisement du Chott Chergui :

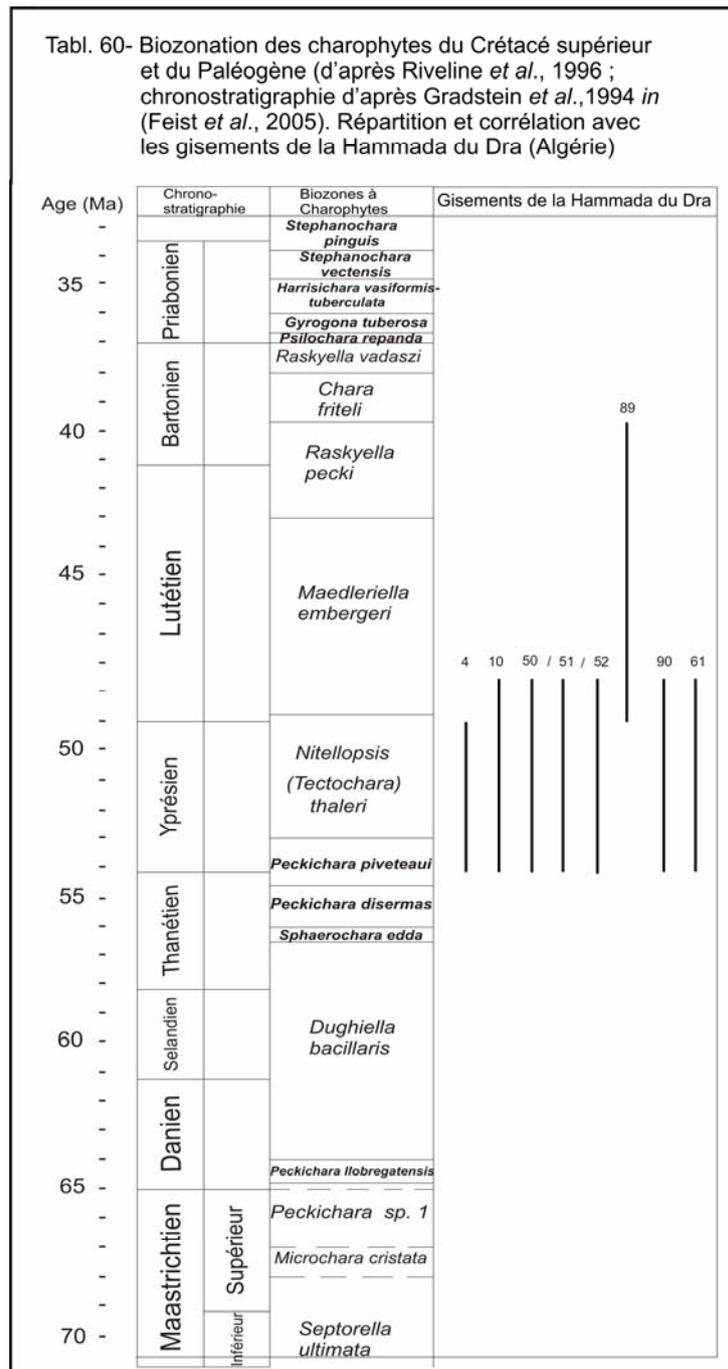
D'âge Campanien – Maastrichtien, il est Caractérisé par les mêmes biozones que ceux du gisement du Kef er-Rebbab (tableau 61).

c. le gisement de Hadjerat Zennad :

De même âge que O. Meguerchi, H. Zennad se corrèle aussi à la zone de Monze. La révision de la datation de cette flore de Monze, fondée sur les foraminifères (Tambareau *et al.*, 1989), conduit à la considérer comme représentant la zone à *Peckichara disermas* de l'Yprésien inférieur (Sparnacien /Ilerdien, Eocène inférieur) (tableau 61).

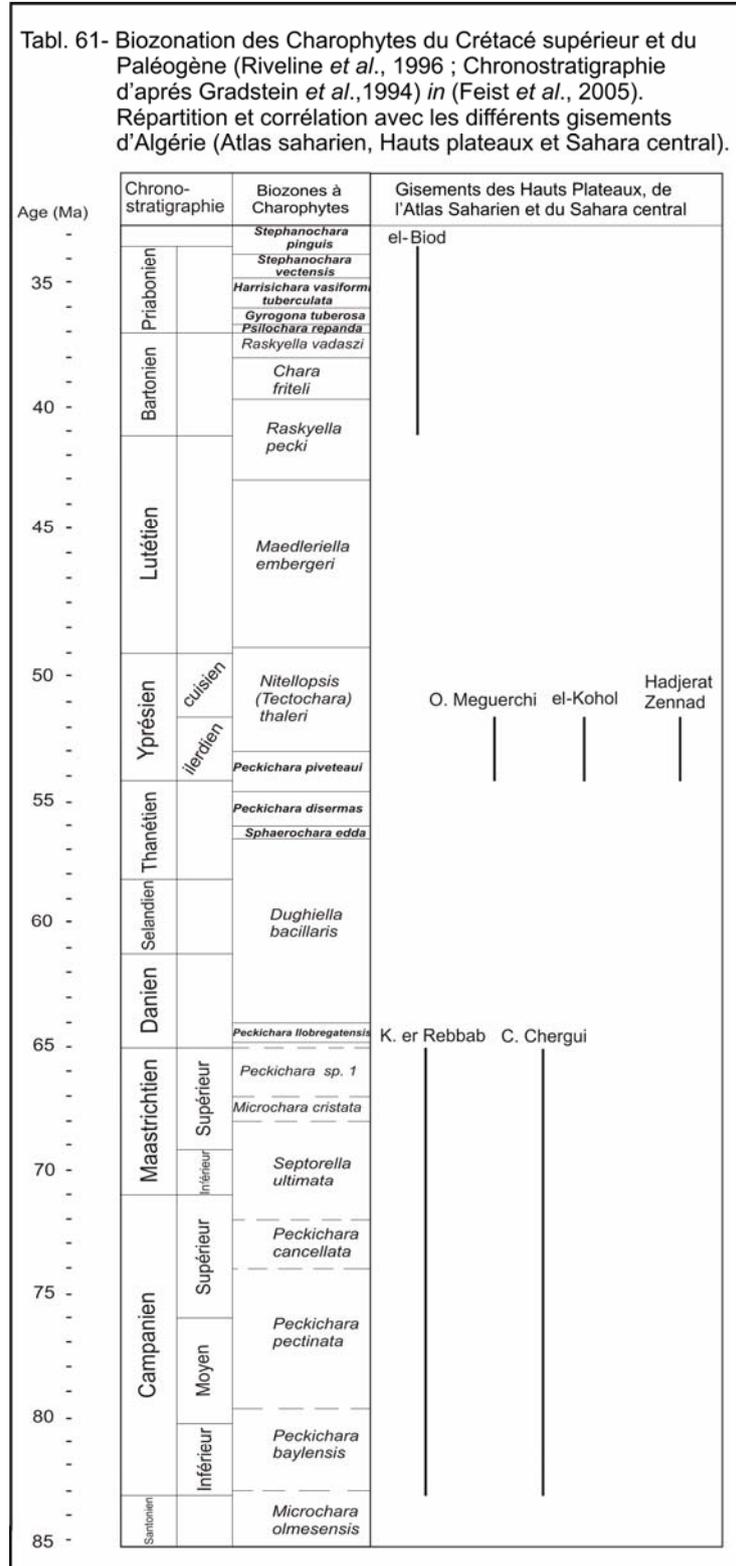
d. le gisement de Koudiet el-Aldjoun :

Le gisement de K. el-Aldjoun présente la flore la plus jeune rencontrée dans le cadre de ce travail. Il se corrèle à la zone *Chara microcera* du Rupélien supérieur suivi par la zone à *Stephanochara ungeri* du Chattien inférieur. Cet intervalle correspond à NP24/NP25 des nanfossiles calcaires et à P21/P22 des foraminifères planctoniques.



4. Le Sahara central : le gisement d'El-Biod (Tinrhert) :

L'âge proposé à ce gisement par les charophytes est Eocène supérieur. Cet intervalle correspond à un ensemble de zones (au total sept) qui débute par la zone à *Raskyella pecki* et jusqu'à la zone à *Stephanochara vectensis*. Cet intervalle correspond aux zones NP16/NP21 de la biozotation des nannofossiles calcaires et aux zones P12/P17 de la biozotation des foraminifères planctoniques (tableau 61).



B. Les Gisements du Maroc :

1. Moyen Atlas :

a. le gisement d'Achlouj 2 :

L'âge proposé par l'association des charophytes est Campanien-Maastrichtien, cet âge est précisé, Maastrichtien, par l'étude des Sélaciens. Les zones correspondantes vont de *Septorella ultimata*, suivie par *Microchara cristata* et jusqu'à *Peckichara* sp. 1 (tableau 62).

b. le gisement de Saf :

L'association de charophytes lui attribue un âge Paléocène, les zones correspondantes vont de celle à *Peckichara llobregatensis* suivies par les zones à *Dughiella bacillaris*, *Sphaerochara edda*, *Peckichara disermas* et jusqu'à la zone à *Peckichara pivetaoui* (tableau 45). Cet intervalle correspond aux zones NP1/NP10 de la biozotation des nannofossiles calcaires et aux zones P1/P6 de la biozotation des foraminifères planctoniques (tableau 62).

c. le gisement d'El-Koubbat :

L'association de charophytes lui attribue un âge Campanien-Maastrichtien, cela correspond aux biozones allant de la partie terminale de la zone à *Microchara olmesensis* relayée par les biozones à *Peckichara baylensis*, *Peckichara pectinata*, *Peckichara cancellata* du Campanien puis les zones à *Septorella ultimata*, *Microchara cristata* et *Peckichara* sp. 1 (tableau 62). Cet intervalle correspond aux zones NP16/NP21 de la biozotation des nannofossiles calcaires et aux zones P7 de la biozotation des foraminifères planctoniques (tableau 62).

2. L'Anti – Atlas :

*** le gisement de N'Tagourt 2 :**

L'association de charophytes attribue un âge Ilerdien (Yprésien inférieur) à ce site, Cappeta *et al.*, (1987) lui attribue un âge Yprésien à partir des sélaciens. Cet âge affiné par la magnétostratigraphie, Yprésien moyen, (Gheerbrant *et al.*, 1998). Une seule zone caractérise cet intervalle à savoir la zone à *Nitellopsis (T.) thaleri* (tableau 45). Cet intervalle correspond aux zones NP12 de la biozotation des nannofossiles calcaires et aux zones P12/P17 de la biozotation des foraminifères planctoniques (tableau 62).

C. Le Gisement de Libye :

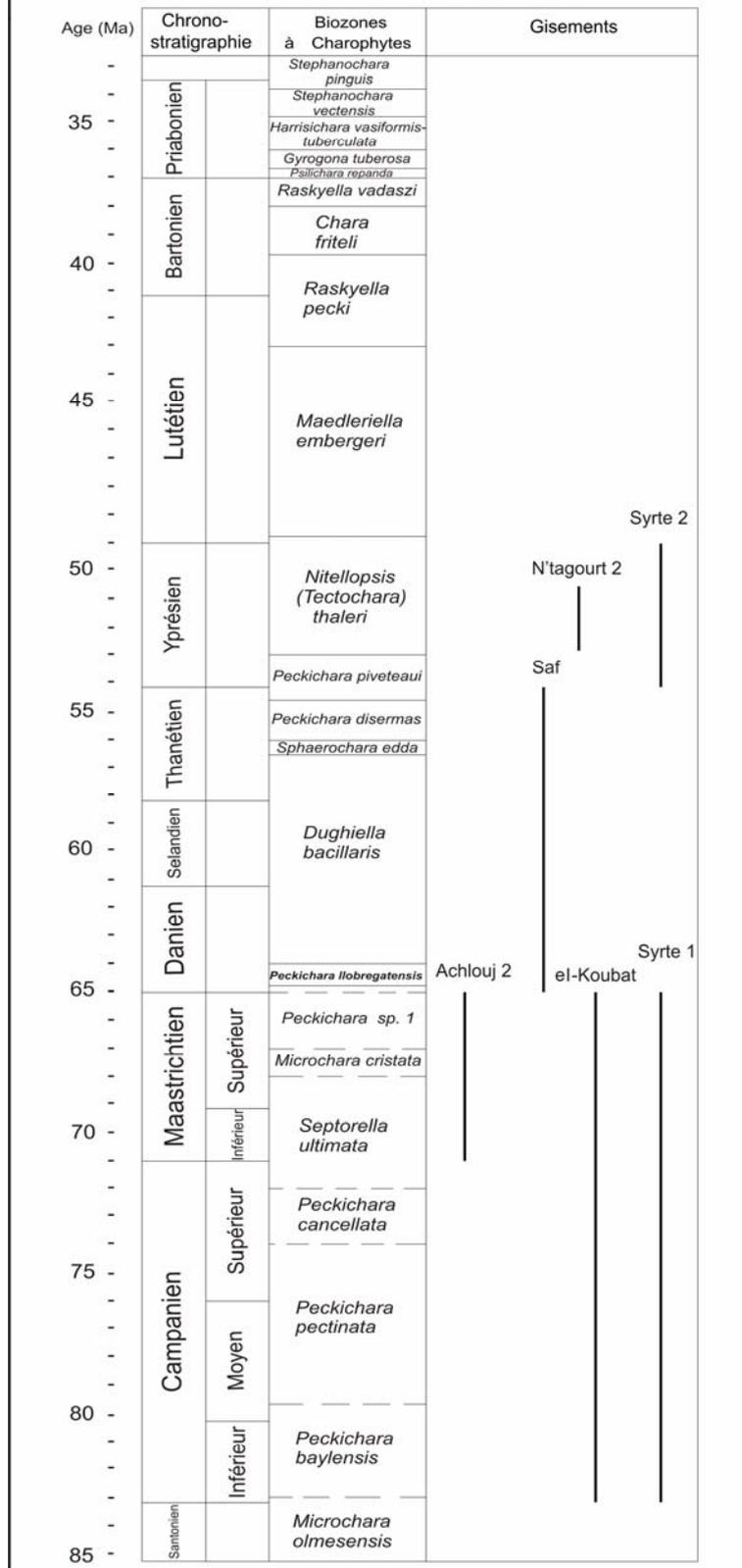
a. le gisement de Syrte 1 :

L'âge proposé, à partir de l'association qui le constitue, est Campanien -Maastrichtien. Les zones correspondantes vont de celle à *Microchara olmesensis* relayée par les zones à *Peckichara baylensis*, *Peckichara pectinata* et *Peckichara cancellata* du Campanien puis par les zones à *Septorella ultimata*, *Microchara cristata* et *Peckichara* sp. 1 du Maastrichtien (tableau 62).

b. le gisement de Syrte 2 :

L'âge proposé à ce site est Yprésien. Les biozones correspondants vont de la zone à *Peckichara disermas* et jusqu'à la zone à *Nitellopsis (T.) thaleri* (tableau 62).

Tabl. 62- Biozonation des Charophytes du Crétacé et du Paléogène (Riveline *et al.*, 1996; Chronostratigraphie d'après Gradstein *et al.*, 1994) in Feist *et al.*, (2005). Répartition et corrélation avec les gisements du Maroc et de la Libye



CHAPITRE CINQUIEME

PALEOENVIRONNEMENT

ET

PALEOGEOGRAPHIE

PARTIE V.1 : PALEOENVIRONNEMENT :

I. INTRODUCTION :

Riveline (1984) a, dans une étude sur les charophytes d'âge Yprésien-Lutétien d'Europe, émis l'hypothèse que les milieux dulçaquicoles, du fait de leurs étendues discontinues, constituaient des niches écologiques privilégiées dans lesquelles peuvent se différencier de nouveaux taxons. De cette évolution, liée à la différenciation de niches écologiques, résulterait ainsi une différenciation des flores contemporaines, que Riveline qualifie de provincialisme. Ce provincialisme pourrait être de caractère temporaire, dans un bassin donné, à petite échelle (Bassin de Paris) ou à grande échelle (Europe). L'apparition de nouveaux taxons résulterait ainsi de conditions particulières qui semblent s'instaurer préférentiellement en marge du bassin et si les conditions s'y prêtent, ces derniers pourraient ensuite être disséminés et conquérir l'ensemble du bassin.

La comparaison des assemblages floristiques étudiés dans le présent travail est une tentative de tester ce modèle. L'ensemble des espèces de charophytes présentes dans le membre intermédiaire des Gour de la Hammada du Dra est considéré en premier lieu. Il s'agit des espèces suivantes :

Famille des Raskyellaceae : un seul genre englobant trois (03) espèces :

1. *Raskyella pecki meridionale*
2. *R. sahariana*
3. *Raskyella* sp.

Famille des Characeae : huit genres englobant seize (16) espèces :

1. *Stephanochara* aff. *acris*
2. *Stephanochara* sp.
3. *Nodosochara* aff. *jorbae*
4. *Peckichara varians*
5. *Peckichara* sp.
6. *Peckichara* sp. 3
7. *Harrisichara* aff. *leptocera*
8. *Harrisichara* sp. 1
9. *Maedleriella lavocati*
10. *Maedleriella* sp. 3
11. *Maedleriella* sp. 4
12. *Maedleriella* sp. 5
13. *Chara* sp.
14. ? *Chara* sp.
15. *Nitellopsis* (T.) aff. *thaleri*
16. *Microchara* sp.

II. DIFFERENTIATION ECOLOGIQUE ET HYPOTHESE DU PROVINCIALISME :

1. A l'échelle d'une aire géographique limitée :

C'est l'aire géographique de la Hammada du Dra qui a livré la plus grande diversité spécifique de Charophytes. Deux taxons, appartenant à la famille des Raskyellaceae, sont communs à tous les sites à charophytes de cette espace, tandis que l'espèce *Maedleriella*

lavocati, (famille des Characeae), est également présente dans toutes les coupes sauf dans celle du locus HGL61 des Gour Iderganes. Cinq taxons (non déterminés au niveau spécifique, voire générique) n'existent que dans un seul des locus de la Hammada du Dra ; les quatorze autres taxons sont communs à 2, voire 3 ou 4 des 8 locus.

Les faits suivants peuvent être notés :

Sur toute l'étendue du bassin à l'origine de la Hammada du Dra ainsi que sur ses marges, s'est mise en place et s'est développée une flore de charophytes essentiellement dulçaquicoles (halophobe) formée par les espèces *R. pecki meridionale*, *R. sahariana* et *Maedleriella lavocati*.

On peut cependant différencier les associations de même âge (Yprésien – Lutétien inférieur) par leur composition floristique, et, quelquefois, des variations dans le temps (dans les sites superposés) sont observées. C'est le cas au Glib Zegdou.

«**Associations de type 1**» bien que les locus superposés F1-HGL50/F2-HGL51/F3-HGL52 aient livré en gros les mêmes espèces de Charophytes, une observation minutieuse de ces associations nous permet de distinguer dans la succession des niveaux deux 'niches écologiques' plus ou moins différentes, en effet :

- '**niches écologiques' 1a** : HGL50 et HGL52 sont à première vue identiques et sont caractérisées par la présence des trois espèces dominantes de la Hammada (*R. pecki meridionale*, *R. sahariana* et *Maedleriella lavocati*) et par l'apparition de nouvelles formes (*Stephanochara* aff. *acris*, *Nodosochara* aff. *jorbae*, *Peckichara varians*, *Maedleriella* sp. 3, *Maedleriella* sp. 5, et *R. sp.*). La position de cette niche serait en marge du bassin, compte tenu de la diversité spécifique constatée.

- '**niches écologiques' 1b** : Le niveau intermédiaire entre les deux précédents, F2-HGL51 est également caractérisé par la présence des trois espèces dominantes de la Hammada (*R. pecki meridionale*, *R. sahariana* et *R. pecki meridionale*), par l'espèce *Stephanochara* aff. *acris*, par l'apparition des formes (*Peckichara* sp., *Harrisichara* aff. *leptocera* et *Maedleriella* sp. 4), qui disparaissent en F3-HGL52. Mais le fait le plus marquant dans cette localité est l'importance de l'espèce *R. sahariana* aux dépens de toutes les autres formes ; à elle seule, elle constitue plus de 90% des individus de toute l'association, *Nitellopsis* (*T.*) aff. *thaleri*, montre un nombre élevé d'individus par rapport aux coupes des locus F1/2-HGL90 et F2-HGL10 des Gour Lazib. La position de cette niche serait en marge du bassin, du fait de la diversité spécifique représentée.

Dans la localité F-HGL4 des Gours Lazib, on retrouve beaucoup d'espèces communes avec celle du Glib Zegdou F2-HGL51 (5 sur les 6 espèces de HGL4). Par ailleurs, la faible diversité des charophytes de cette localité ne permet pas d'aller plus loin dans la discussion.

La localité F1/2-HGL90 des Gour Lazib montre une association de type 1, dans la mesure où 6 sur les 8 espèces de F1/2-HGL90 sont communes avec F2-HGL51

«**Associations de Type 2**» : La flore représentée dans la coupe du locus HGL10 des Gour Lazib montre un moins grand nombre de ses espèces en commun avec celles du Glib Zegdou, ce qui nous suggère des conditions écologiques différentes, et la définition d'un deuxième type d'association. Il est caractérisé par une population de charophytes très abondante et diverse sur deux niveaux superposés. La richesse et la diversité du F2 par rapport

au F1, permettent par ailleurs d'envisager un changement écologique dans le temps entre ces deux niveaux superposés.

- '**niches écologiques' 10a** : le niveau F1-HGL10, le plus bas, se caractérise par la seule présence des trois espèces dominantes de la Hammada (*R. pecki meridionale*, *R. sahariana* et *Maedleriella lavocati*), avec une prédominance (environ 90%) de l'espèce *R. pecki meridionale* (tout à fait à l'opposé de *R. sahariana* de F2-HGL51) et la présence non confirmée de *Maedleriella lavocati*. Sur la base de la présence d'une flore très peu diversifiée, la position de cette niche serait au centre du bassin.

- '**niches écologiques' 10b** : le niveau F2-HGL10, sus – jacent, a livré, onze, espèces, dont seulement 7 sont communes avec F2-HGL51. On notera ainsi l'apparition du genre *Chara*, complètement absent dans les autres locus, et de *Harrisichara* sp. 1. Du fait de sa grande diversité, cette province pourrait donc être située sur la marge du bassin.

«**Associations de Type 3**» : La localité F1/2-HGL89 des Gours Lazib, est le seul locus qui montre une telle pauvreté spécifique bien que les gyrogonites y soient très abondantes. Une différenciation écologique par rapport aux autres localités est envisageable. Il s'agit uniquement de Raskyellaceae avec *R. pecki meridionale*, et *R. sahariana*. Aucun représentant confirmé de la famille des Characeae n'est présent mise à part la présence non confirmée d'une seule forme se rapprochant du genre *Maedleriella*. Ainsi F1/2-HGL89 témoignerait d'une niche écologique très proche de la 'niche écologique' 10a au centre du bassin.

Remarque :

Le locus F-HGL61 des Gour Iderganes, pourrait se différencier écologiquement et éventuellement constituer un autre type d'association (**Associations de Type 4**). En effet, il présente des espèces de Charophytes relativement différentes de celles des autres locus. L'absence de l'espèce *M. lavocati*, alors qu'elle est très présente partout ailleurs appuie cette hypothèse. L'étude de ce locus étant toujours en cours, les résultats ultérieurs pourraient confirmer ou infirmer cette hypothèse. Cette association pourrait occuper une position en marge du bassin, du fait de la relative diversité de sa flore.

En conclusion :

Ainsi, dans la Hammada du Dra, on a pu différencier des associations contemporaines d'âge Yprésien – Lutétien inférieur en terme de position dans le bassin (centrale ou marginale) ce qui nous a conduit à proposer trois (voire quatre) types d'associations de charophytes. Lorsqu' on peut contrôler la succession stratigraphique, et dans le cas de sites probablement situés en marge du bassin, (cas du Glib Zegdou, Type 1) on peut observer des variations verticales liées probablement à des conditions locales (salinité, température ou autres). On observe aussi une variation dans le temps de ces types d'associations. En effet, la niche écologique 10a des Gour Lazib F1-HGL10 (position centrale dans le bassin), suivie dans le temps par un dépôt en marge (F2-HGL10 Type 2), est un équivalent possible de l'association de Type 3 du niveau F1/2-HGL89.

Ces variations aussi bien latérales (géographiques au temps T) que verticales (dans le temps) pourraient être liées aux variations de l'extension du plan d'eau.

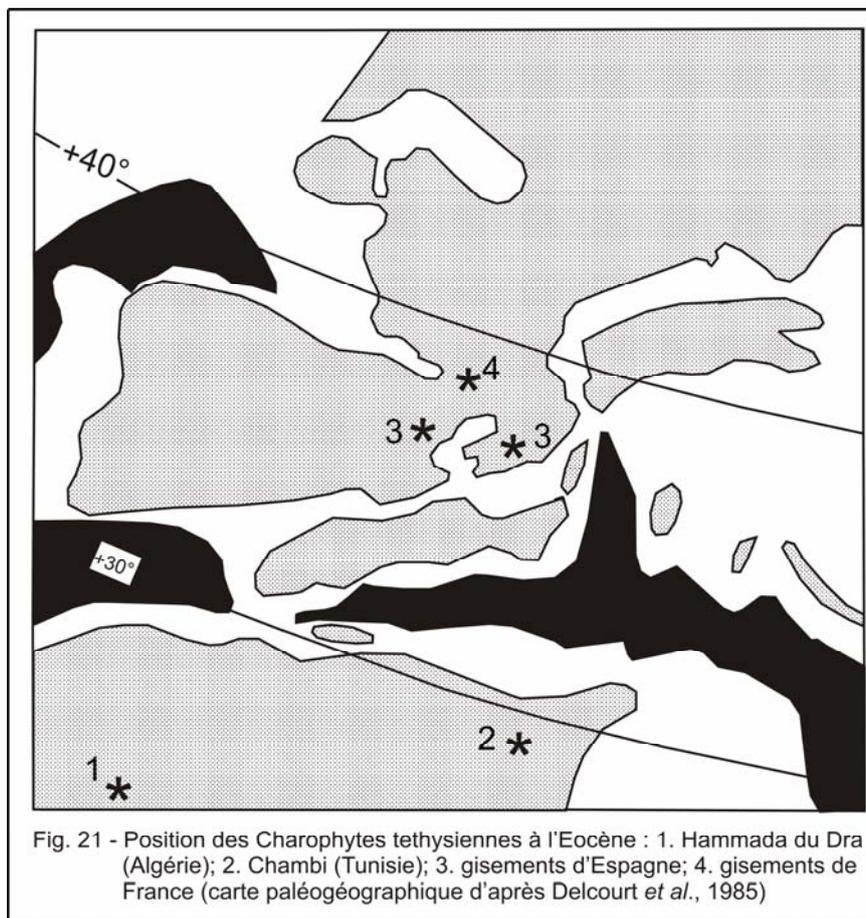
1. A l'échelle de plusieurs Bassins :

Une comparaison entre la flore et la faune, prises séparément, des gisements de la Hammada et de l'Oued Meguerchi, nous permet d'envisager l'existence de deux provinces (bioprovinces) dans l'Eocène d'Algérie.

La flore (charophytes) et la faune (Ostracodes) de l'Atlas saharien central, sont caractérisées par la seule présence d'espèces typiquement européennes (*Maedleriella pachycera*, *M. cristellata* (charophytes) ainsi que le genre *Neocyprideis* (Ostracodes) qui a des affinités européennes incontestables (J.P. Colin, communication personnelle).

Les charophytes de la Hammada (Sahara nord-occidental), présentent, pour certaines d'entre elles, des affinités européennes (ex. *N. (T.) thaleri*) et d'autres typiquement locales (*R. sahariana*). Ces deux gisements, distants de plusieurs centaines de kilomètres, et proches stratigraphiquement, présenteraient donc un cas de provincialisme à l'échelle locale. Notons que le gisement de l'Oued Meguerchi a livré, en plus des espèces communes avec l'Europe, cinq espèces nouvelles de charophytes associées avec une nouvelle forme d'Ostracode (Mebrouk *et al.*, 2009, communication 22^{ème} réunion ROLF, Bruxelles) alors que la Hammada a livrée une nouvelle espèce de charophyte. Ces nouvelles formes pourraient conforter l'hypothèse de ce provincialisme.

2. A l'échelle du continent Afrique - Europe : (fig. 21)



Historiquement, l'espèce *Raskyella pecki* et ses formes affines sont connues de part et d'autre de la méditerranée. L'espèce *Maedleriella lavocati*, présente une répartition paléogéographique plus restreinte, essentiellement en Afrique du Nord (Hammada du Dra, Algérie) et occasionnellement dans le Sud européen (Bassin de l'Ebre, Espagne). Ainsi :

* *R. peckii* est connue dans les intervalles stratigraphiques suivants : Lutétien supérieur - Bartonien moyen d'Europe (Riveline, 1986) ; Lutétien supérieur - Bartonien inférieur

(Péninsule ibérique, Anadon & Feist, 1981 ; Anadon *et al.*, 1992) ; Lutétien supérieur - Bartonien, (l'île de Majorque, Ramos–Guerrero *et al.*, 1989).

* L'espèce *Raskyella peckii peckii* est décrite successivement à Castres (Languedoc, France), (Soulié-Märsche, 1971), à Pontils (Catalogne, Espagne) (Anadon & Feist, 1981) et à Sant Jaume de Frontanyà (Catalogne, Espagne) (Martin–Closas *et al.*, 1999).

* Martin-Closas et Ramos (2005) ont décrit l'espèce *Raskyella peckii* subsp. *meridionale* dans le gisement de Santa Ponça-Peguera (Mallorca) daté de l'Eocène (début Lutétien inférieur-fin Bartonien basal). Cette espèce se rapprocherait plus de *R. pecki meridionale* de la Hammada que de celle des gisements européens. Elle reste le seul taxon européen attribué à la sous-espèce-type nord-africaine.

* Dans la Hammada du Dra (Algérie), Grambast & Lavocat (1959) puis Grambast (1960) ont décrit *R. pecki* ssp. *meridionale*. Un âge Eocène moyen ou inférieur (Gevin *et al.*, 1974) puis Eocène inférieur à moyen (Mebrouk *et al.*, 1997, 1999) lui a été attribué. En Tunisie, Jean–Louis Hartenberger *et al.* (1997) ont récolté, à proximité du gisement de mammifères de Chambi (daté de l'Eocène) une espèce attribuée à *R. cf. sahariana*. Cependant, cette espèce est déterminée d'après une seule gyrogonite. Il faudra attendre de nouvelles récoltes pour pouvoir discuter de la flore de l'Eocène inférieur de Chambi.

* *Maedleriella lavocati* n'est connue, jusqu'à ce jour, que dans deux localités : dans la Hammada du Dra, où elle a été décrite par Grambast (1960) et récoltée par nous même. Elle a été aussi retrouvée (avec seulement cinq échantillons) dans la localité de Santa Candia (Bassin de l'Ebre, Espagne) par Anadon & Feist (1981) et attribuée à l'Yprésien.

Raskyella pecki meridionale est donc représentée en Afrique à l'Yprésien – Lutétien inférieur avant son passage (éventuel) par Majorque (Lutétien) jusqu'en Europe (Lutétien – Bartonien) ou c'est l'espèce *R. pecki pecki* qui est présente. La position paléogéographique de l'île de Majorque durant l'Eocène est adjacente au Sud Est de la plaque Ibérique (Ramos *et al.*, 2001). *R. peckii* et ses formes affines ont occupé les espaces lacustres de deux provinces différentes, *R. peckii* s'étant différenciée au delà du parallèle 32°N. (Martin-Closas & Ramos, 2005). La différence de taille entre les gyrogonites de ces deux sous - espèces suggère que cette limite serait liée aux paléotempératures des eaux de ce lac. En effet, une comparaison entre les tailles de ces différentes formes montre que les espèces européennes sont plus grandes que l'espèce africaine.

La présence de l'espèce *Maedleriella lavocati* occupant, à peu près le même domaine paléogéographique, viendrait conforter l'hypothèse d'une différenciation des flores liée à la latitude (température). Ces conditions de températures différentes auraient donc favorisé l'émergence des sous-espèces morphologiquement (et relativement) différentes, d'un côté et de l'autre de la Tethys et même l'apparition d'une nouvelle espèce en Afrique (*R. sahariana*).

On peut en déduire un Provincialisme 'type continental' mettant d'une part l'association *R. pecki meridionale*, *R. sahariana*, *Raskyella* sp. (présent travail), *R. cf. sahariana*, *Maedleriella lavocati* côté africain avec *Raskyella peckii* subsp. *meridionale* et *Maedleriella lavocati* d'Espagne, et d'autre part l'association de toutes les espèces *Raskyella pecki pecki* des gisements d'Europe.

En conséquence, si l'âge Eocène inférieur des gisements sahariens se confirme, il est possible de proposer une origine africaine pour *Raskyella peckii*, à partir de *R. peckii meridionale*, une migration par Majorque et une différenciation de *R. pecki pecki* dans les latitudes plus élevées que l'Afrique.

3. Conclusion :

a. Un schéma synthétique résumant l'emplacement des gisements de la Hammada du Dra (fig. 21), pourrait supposer que pendant la période allant de l'Yprésien au Lutétien inférieur existait un vaste lac (de plusieurs kilomètres). Ce territoire était et caractérisé, aussi bien en son centre mais surtout sur ses bordures (ou marges), par des environnements sensiblement différents et des niches écologiques variées. Une importante flore de charophytes, a vécu et s'est développée formant des populations plus ou moins identiques, avec parfois des spécificités liées aux aléas climatiques ou du milieu. Ces aléas se manifestent de façon synchrone, ou bien, dans quelques cas ou plusieurs niveaux successifs sur une même coupe sont documentés, d'un niveau à l'autre. Trois espèces (*R. pecki meridionale*, *R. sahariana* et *Maedleriella lavocati*) se retrouvent en chaque point de ce lac, et constituent les éléments les plus représentatifs de cette flore de l'Yprésien – Lutétien inférieur du Maghreb.

b. Une comparaison entre la flore récoltée dans la Hammada et celle de Oued Meguerchi montre que ces deux gisements, synchrones dans le temps (Eocène inférieur à moyen) et géographiquement éloignés, partagent deux espèces en commun (*Nitellopsis (T.) thaleri*, *Harrisichara aff. leptocera*) et plusieurs genres (*Peckichara*, *Maedleriella* et *Harrisichara*). Le fait le plus marquant est la présence d'une espèce nouvelle (*Raskyella sahariana*) dans la Hammada et de cinq autres (*Peckichara atlasensis*, *Peckisphaera bessediki*, *Neochara ameuriorum*, *Gyrogonia caudata* et *Harrisichara meguerchiensis*) dans O. Meguerchi. Si les espèces communes témoignent du synchronisme de ces deux gisements, les nouvelles espèces indiqueraient plutôt des environnements différents. Dans ce cas, deux bioprovinces, l'une caractéristique de l'Atlas saharien central et la seconde caractéristique du Sahara nord-occidental pourraient être définies.

c. Les ressemblances entre les associations floristiques éocènes d'Europe et celles du Maghreb peuvent témoigner d'échanges continentaux et/ou de relations phylogénétiques. Par ailleurs, les différences observées montrent qu'il y a probablement des raisons écologiques et peut être paléogéographiques à cela (bras de mer, gradient latitudinal, température...).

III. CARACTERISTIQUES DU MILIEU :

A. ALGERIE :

1. Le Sahara Nord-occidental : la Hammada du Dra :

En absence d'autres organismes (ostracodes, gastéropodes et autre flore) en association directe avec les charophytes, il est difficile de reconnaître exactement le type de milieu ou d'environnement dans lequel cette flore vivait. Néanmoins, certains indices pourraient nous fournir quelques informations :

- l'extrême abondance des gyrogonites, formant l'élément essentiel de la roche, son bon état de conservation, prouve que cette population s'est déposée *in situ* (population autochtone) (Soulié-Märsche, 1991).

- l'abondance des gyrogonites de Charophytes dans les grès rouges témoigne d'une grande extension des environnements lacustres.
- la présence de la famille Raskyellaceae, sur toute l'étendue de la Hammada du Dra, et son abondance (en milliers d'individus), prouve que le milieu est dulçaquicole, car seule l'espèce *R. vadaszi*, est typiquement halophile (saumâtre), (Riveline, 1984) et cette dernière est complètement absente dans ces gisements.
- d'après Gevin *et al.*, (1975), les lentilles de calcaires silicifié près de Hassi Targant (Sud ouest Glib Zegdou) contiennent une faune de Mollusques terrestres et d'eau douce, une faune d'ostracodes et quelques gyrogonites de Characées très mal conservées ; l'ensemble a été recueilli après attaque de plusieurs blocs par HCl. Certains genres de cette faune caractérisent un milieu d'eau douce généralement peu profond (rives des cours d'eau et des lacs, étangs et certains marécages).
- la présence de grosses écailles ganoïdes de poissons holostéens et d'autres actinoptérygiens (*Polypteridae* et Siluriformes) (Adaci *et al.*, 2007) dont la taille estimée pourrait atteindre l'ordre du mètre (Ramdarshan, 2007) suggère une tranche d'eau compatible avec la présence des charophytes. Les thalles de ces derniers peuvent atteindre, dans des conditions optimales, un à deux mètres de hauteur.
- la prédominance de la fraction gréseuse caractérisée, parfois, par une stratification oblique, parfois entrecroisée, reflète la présence intermittente d'apports fluviaux dans l'étendue lacustre peu profonde.
- la présence de gastéropodes d'eau douce sur le nouveau locus HGL11 (en cours d'étude), lequel a livré quelques dents de mammifères (Ramdarshan, 2007).
- la présence de chélonien (tortues) dans les niveaux inférieurs du Glib, cette forme étant aquatique (d'eau douce ou légèrement saumâtre).

En conclusion :

La coloration rouge dominante de l'ensemble des niveaux de la Hammada est liée à un climat chaud et humide, dans lequel l'altération fersialitique peut aller à son terme. Des informations allant dans ce sens sont apportées par la faune. En effet, les travaux sur la structure de la communauté mammalienne fossile des Gour Lazib montrent que la faune des Gour Lazib vivait vraisemblablement dans un milieu forestier, sous un climat chaud, voire tropical, ayant des saisons sèches marquées (Ramdarshan, 2007).

A l'Eocène, un fleuve de grande taille aurait occupé une grande surface de l'actuelle Hammada du Dra, hypothèse émise par Gevin *et al.*, (1975). Suite à un climat chaud, et aux variations de la pluviosité, qui ont régné au cours de cette période géologique, ce fleuve se serait asséché, en totalité ou en partie, périodiquement, au niveau de ses bordures, laissant place à une succession de lacs. Des populations de charophytes auraient occupé diverses niches plus ou moins distantes les unes des autres, au cours de la même période (synchrones) ou alors successivement (diachrones) mais qui à l'échelle du temps géologique ne sont pas discernables. La présence du gypse pourrait être un indice des phases évaporitiques de ces milieux lacustres qui se sont relayées dans le temps.

2. L'Atlas Saharien: Oued Meguerchi :

Dans ce gisement, les ostracodes récoltés en association avec les charophytes et étudiés par Colin (Mebrouk *et al.*, en préparation) ont révélé la présence de formes éocènes d'une importance capitale. Cette faune est caractérisée par la dominance du genre *Neocyprideis* avec l'espèce nouvelle *Neocyprideis* sp. nov. et la présence occasionnelle des genres *Hemicyprideis*, *Perissocytheridea* et *Lymnocythere*. Il s'agit de la troisième découverte du genre *Neocyprideis* dans le Paléogène du continent africain, la première étant dans l'Eocène inférieur du Sénégal (Carbonel, 1989), la seconde (trois espèces) dans l'Eocène moyen de Somalie (Bassiouni & Luger, 1996).

Les *Neocyprideis* sont représentés à 75 % par des formes lisses, normalement calcifiées, à 20 % par des individus réticulés et nodés et à 10 % par des spécimens uniquement réticulés. Ce polymorphisme suggère une saisonnalité marquée. La dominance des morphes lisses bien calcifiés indique un milieu avec un équilibre entre le Ca⁺⁺ et le Mg⁺⁺, les morphes réticulés caractérisant un milieu plus riche en Mg⁺⁺. La présence des morphes nodés-réticulés suggère des apports saisonniers organo-siliceux continentaux et une salinité pouvant être temporairement inférieure à 5-10 ‰ (Keen, 1990), probablement liée à des épisodes de pluviosité plus marquée, augmentant le niveau du plan d'eau. Ce faible taux de salinité caractérisant ce milieu, pourrait être à l'origine de la richesse et la diversité de toute cette population de charophytes récoltée dans ce même et unique niveau de Meguerchi.

Par ailleurs le très bon état de conservation des gyrogonites associé à la présence de plusieurs restes végétaux (formés de thalle, rachis, ect.) renseigne sur facteurs écologiques favorables à cette calcification. Riveline & Perreau (1979) et Soulié-Marsche (1987), admettent l'existence d'un climat tropical et la présence d'eaux fluviatiles riches en CaCO₃.

3. Les Hauts plateaux : Kef Er-Rebbab (Hodna) :

Dans la coupe de Kef Er-Rebbab, et en association avec les charophytes, l'auteur signale la présence d'ostracodes et de nombreuses laffitteines. Plus au Sud et à une centaine de kilomètres de Ain El Ahdjar, Belkhodja & Bignot, (2004) ont récolté dans la région d'El-Kantara (Aurès occidentale), une importante association (dans un niveau de marnes rouges) composée de *Microcodium elegans*, de restes d'algues, d'entrouques de crinoïdes, de bryozoaires, de microgastéropodes, d'ostracodes, d'échinides, de spongiaires, d'écailles et dents de poissons (sélaciens), des *Laffitteina bibensis* et surtout d'une importante association de charophytes. L'examen préliminaire de ces Charophytes montre la présence des genres *Platychara*, *Porochara* (*Feistiella*), *Strobilochara* etc. (in : Belkhodja & Bignot, 2004). Ces auteurs montrent que les espèces de *Laffitteina* se rencontrent en Europe occidentale et au Maghreb à la fois dans le Crétacé terminal et dans le Paléocène.

Dans le Hodna, les genres *Platychara* et *Feistiella* sont présents en association avec les ostracodes et le genre *Laffitteina* dans la formation intermédiaire. Par ailleurs, ces laffitteines sont présent de la base au sommet de cette coupe. D'après Bignot (1987), dans les gisements péritéthysiens, la dominance des *Laffitteina* implique l'installation de biotopes lagunaires à salinité diminuée (peut atteindre jusqu'à 30‰)

B. MAROC:

1. Le Moyen Atlas : Achlouj 2, Saf et El-Koubbat:

Dans le synclinal d'Oudiksou, la sédimentation d'âge Crétacé supérieur (probablement Maastrichtien) est d'abord marine avec des sélaciens, puis devient continentale avec des vertébrés terrestres, des charophytes et des ostracodes. L'association d'ostracodes à *Gomphocythere* et *Paracandona* reconnue dans ces niveaux (Colin & Tabuce, 2004) a suggéré un milieu limnique à oligohalin, peu profond (0–20 m), probablement permanent, modérément alcalin et dans une eau relativement chaude (plus de 20°C).

Parmi les charophytes, le genre *Feistiella* est caractéristique d'un milieu limnique à miohalin (salinité allant de 0 à 5‰) et plus rarement d'un milieu mésohalin (salinité entre 5 à 9‰) (Feist *et al.*, 2005). Un milieu proche du rivage est confirmé par la présence dans ce gisement d'œufs et de restes de vertébrés terrestres (dinosaures notamment). Par-dessus ces niveaux maastrichtiens, affleurent des dépôts lacustres à charophytes, puis littoraux avec sélaciens et mammifères d'âge Paléocène. Ces séries du Moyen-Atlas apparaissent ainsi d'une importance capitale quant à l'étude de la transition Crétacé/Tertiaire en Afrique.

2. L'Anti – Atlas : N'Tagourt 2 :

Les charophytes de ce gisement ont déjà fait l'objet d'une reconnaissance par Feist (*in*: Gheerbrant *et al.*, 1993), l'auteur a reconnu les taxons suivants: *Neochara* n. sp., *Maedleriella* n. sp., *M.* n. sp. 2 et *Lamprothamnium* n. sp. Dans un nouvel échantillonnage fait par R. Tabuce (Institut des Sciences de l'Evolution, Université de Montpellier 2) dans un niveau qui semble être le même, nous avons reconnu les formes suivantes :

- *Maedleriella* sp. 1
- *Maedleriella* sp. 2
- *Peckichara* sp.
- *Nitellopsis* (*T.*) *thaleri*
- *Nitellopsis* (*T.*) sp.

Une comparaison entre ces deux matériels montre que les formes récoltées dans ce site sont différentes. Cette différence pourrait s'expliquer soit par un biais d'échantillonnage ou alors ce dernier s'est effectué sur deux niveaux différents mais proches.

Des deux hypothèses émises pour expliquer l'assemblage contradictoire de faunes et flores d'origine continentale et d'organismes franchement marins comme les sélaciens (Gheerbrant *et al.*, 1993), la seconde nous semble valable. En effet, le dépôt des restes d'organismes continentaux (mammifères, mollusques, charophytes) et marins n'aurait pas été simultané. Des oscillations assez rapides du niveau marin auraient eu pour résultat la succession indiscernable de minces niveaux lagunaires et marins. Selon cette interprétation, il y aurait remaniement d'un niveau dans le dépôt lui succédant, comme cela s'observe dans certains marais côtiers actuels. Ainsi, Fendler & Soulié-Märsche (1989) signalent l'association post-mortem de *Cardium* et *Chara* provenant d'environnements successivement marins et continentaux dans le marais de la grande Palude des Aresquiers (Gheerbrant *et al.*, 1993).

Dans ce cas de figure, l'assemblage du gisement de N'Tagourt 2 représente plutôt une taphocénose d'organismes de même âge.

Partie V. 2 : PALEOGEOGRAPHIE

I. INTRODUCTION :

Les charophytes, groupe cosmopolite et à grande répartition géographique ont fait l'objet de plusieurs reconstitutions biogéographiques (Charophytes actuelles) ainsi que certaines reconstitutions paléogéographiques pour des périodes plus anciennes (Martin-Closas et Wang, 2008).

Dans un précédent travail (Mahboubi *et al.*, 1997), une paléogéographie du Paléogène du Maghreb fut proposée à partir des mammifères, gastéropodes et des charophytes.

L'essai paléogéographique du présent travail, tiendra donc compte, pour une grande partie, des travaux antérieurs réalisés sur différents sites Nord Africains.

A. ALGERIE :

1. Le Sahara Nord-occidental : la Hammada du Dra :

Dans sa thèse, Tabuce (2002, inédite) reprend en détail les travaux sur les paléoclimats en Afrique du Nord (Bolle *et al.*, 1999 ; Abdeljaouad *et al.*, 1998 ; Herbig & Gregor, 1990). Il en arrive à la conclusion que l'Eocène correspond à un épisode climatique chaud. Pour cet auteur, grâce à la présence de 21 espèces de mammifères et l'absence de biais taphonomique apparent dans la représentation des petits et des grands mammifères, la faune de la Hammada du Dra (Glib Zegdou et Gour Lazib) semble pouvoir donner lieu à une analyse des conditions paléoenvironnementales. Ramdarshan (2007, inédit) arrive à la conclusion qu'en termes de diversité générique et spécifique des primates (*s. l.*), la faune de la Hammada du Dra correspond tout à fait à celle du Fayoum, en Egypte. La diversité mammalienne de ces faunes est supérieure à celles des milieux ouverts et approche celles des milieux forestiers tropicaux.

D'autre part, Ramdarshan montre que le pourcentage élevé des primates frugivores, des rongeurs, et la surabondance des espèces de moins de 1 kg suggèrent un environnement forestier, mais la diversité sous-estimée des ongulés peut laisser penser à la présence de milieux plus ouverts.

Dans leurs travaux, Gevin *et al.* (1975) ont conclu à la présence, dans les Hammada du Dra, d'un vaste lac de plus de 20 km de long, bordé d'une forêt-galerie, puis de milieux ouverts en périphérie.

Les charophytes, qui vivent et abondent dans des milieux de faible profondeur, peuvent suggérer la présence en bordure de ce lac des niches écologiques propices à leur développement, et dans lesquelles plusieurs populations identiques et/ou relativement différentes ont partagé ces environnements avec d'autres organismes.

2. Les Hauts plateaux et les Hautes plaines

* Kef Er-Rebbab (Hodna):

Pour Guiraud (1990), l'émergence temporaire de certaines zones très localisées au Crétacé supérieur dans le Hodna a pour conséquence la différenciation de provinces et d'entités paléogéographiques plus variées que lors des périodes antérieures.

Les Monts du Hodna, sont envahis par des récifs au Cénomaniens supérieur et à la base du Turonien ; leur partie centrale tend ensuite à émerger (localement au moins : localité de

Boutaleb) et ce n'est qu'à partir du Campanien que la mer recouvrira à nouveau ce domaine probablement immergé pour l'essentiel sous une faible tranche d'eau au Maastrichtien.

A la fin du Maastrichtien s'amorce un net recul du domaine marin; cependant la mer va persister dans certaines régions situées au Sud et à l'Est du Hodna d'une part, et au Nord du Hodna d'autres parts. Au Maastrichtien inférieur existaient des terres émergées, et seule la mer du Maastrichtien supérieur à laquelle correspondent des calcaires à ostracodes et Laffitteines a probablement recouvert temporairement l'ensemble de la région qui venait ainsi de surgir et dont la formation est liée à la manifestation locale de la phase laramienne (Guiraud, 1990).

Les charophytes d'âge Campanien-Maastrichtien récoltés dans le site de Kef er Rebbab seraient la preuve de l'émersion de ces localités du bassin du Hodna et l'installation d'un environnement continental.

B. MAROC:

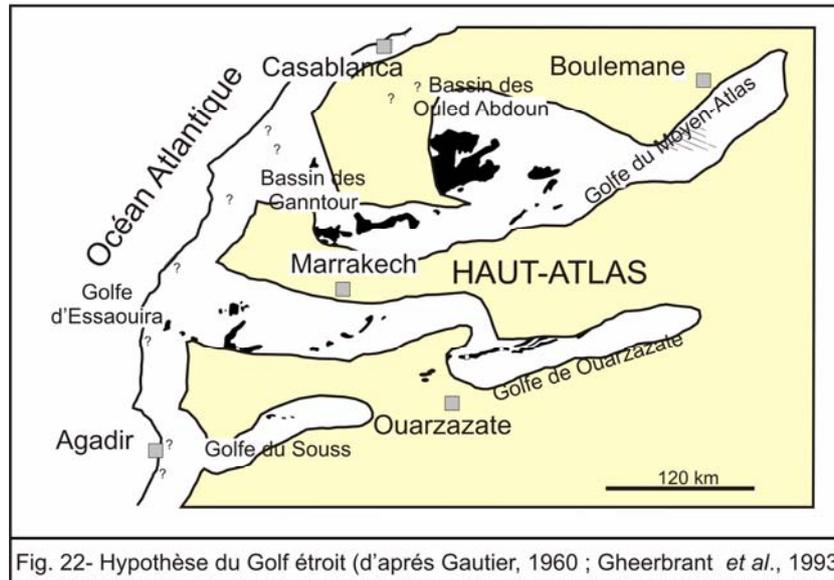
*** Le Moyen Atlas et l'Anti – Atlas :**

Depuis le Maastrichtien au moins et jusqu'à l'Eocène moyen, les domaines atlasique et mésétien marocains étaient occupés par un système de golfes ouverts sur l'Atlantique ou par une vaste mer épicontinentale peu profonde. Différentes hypothèses paléogéographiques ont été proposées :

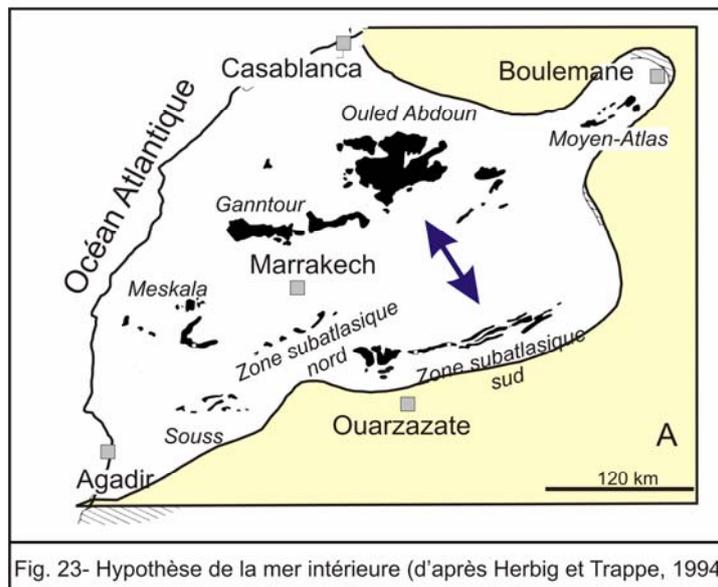
- La présence d'une mer épicontinentale est étayée par des données tectoniques et sédimentologiques, et le système de golfes est soutenu par des données géochimiques et paléontologiques issues de l'étude des sélaciens (Gheerbrant *et al.*, 1993).

Quoiqu'il en soit, les dépôts de ce domaine marin correspondent, sur la Meseta, aux séries essentiellement phosphatées exploitées dans les bassins des Gantour et des Ouled Abdoun. A l'Est, dans le Moyen-Atlas, et plus au Sud, en domaine atlasique (Souss, Atlas de Marrakech, bassin de Ouarzazate...), les niveaux paléogènes correspondent à des dépôts marins peu profonds, composés de carbonates, marnes et silts avec ou sans phosphates.

Succédant à un Maastrichtien supérieur laguno-continental (Rhalmi, 1992), une transgression marine envahit le bassin de Ouarzazate à partir du Nord-Ouest dès le Paléogène supérieur (Gauthier, 1960). D'après Boujo (1976), la mer éocène recouvrait le bassin d'Essaouira et le Haut-Atlas de Marrakech ; c'était par là qu'elle atteignait le bassin de Ouarzazate où elle se terminait dans la région de Tinerhir (fig. 22).



- En reconnaissant l'absence d'évolution Est-ouest dans ces dépôts marins, Herbig (1986) a récusé l'idée d'un golfe étroit en bordure sud du Haut Atlas central, il a par contre émis l'hypothèse d'une communication étendue entre le bassin de Ouarzazate et les bassins de phosphates au nord (Fig. 23).



Pour ce même auteur, la sédimentation marine du Paléogène a été contrôlée par des changements eustatiques du niveau de la mer ; durant cette même période, aucun mouvement tectonique n'a été décelé dans la région étudiée, et dans celles voisines du Haut Atlas central et de l'Anti-Atlas.

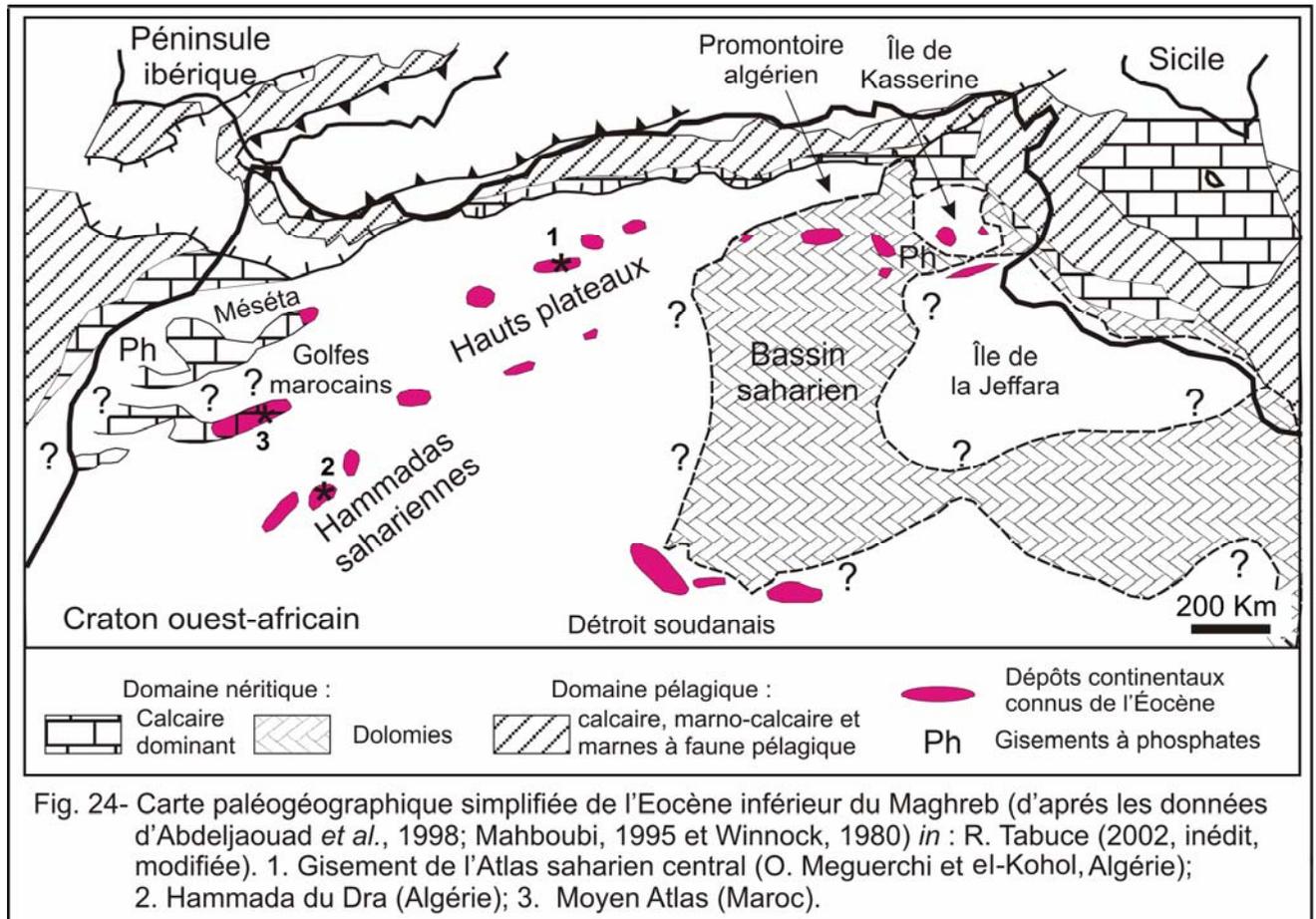
A partir de l'Eocène supérieur, la mer quitte définitivement cette partie du sillon sud-atlasique (Gauthier, 1960 et Herbig, 1986).

L'analyse des ostracodes (Helmdach, 1988) et du pollen (Mohr et Fechner, 1986) a permis de dater les premières tendances continentales autour de la limite Eocène-Oligocène).

Le passage des niveaux marins du Lutétien aux couches continentales de l'Eocène supérieur est progressif et concordant (Gauthier, 1960 ; Herbig, 1986 ; Görler & Zucht, 1986) ; l'extension de ces dernières dépasse les limites de la mer lutétienne (Jossen & Filali, 1988).

II. CONCLUSION :

La figure 23 présente les grands traits paléogéographiques de l'Afrique du nord, à l'Eocène inférieur, avec l'emplacement des différents gisements à charophytes de l'Algérie (Oued Meguerchi et d'El-Kohol : l'Atlas saharien central ; Hammada du Dra) et du Maroc (Achlouj 2, Saf et el Koubbat : Moyen Atlas). Bien que ces gisements soient éloignés et éparés dans l'espace géographique du Maghreb, ils pourraient, néanmoins, témoigner de l'existence pendant cette période de lacs et d'environnements continentaux sous un climat tropical (chaud) avec une faune et une flore diversifiées.



CHAPITRE SIXIEME

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le présent travail, dont l'objectif est l'étude des charophytes du Maghreb, englobe une totalité de treize (13) sites fossilifères. Il s'agit de huit (8) localités en Algérie (la Hammada du Dra, El-Biod, Oued Meguerchi, El-Kohol, Koudiet El-Aldjoun, Hadjerat Zennad, Chott Chergui et Kef er-Rebbab; de quatre localités (4) au Maroc (Achlouj 2, Saf, El-Koubbat, et N'tagourt 2) et une localité en Libye (Bassin de Syrte avec probablement deux sites).

Des treize (13) sites à Charophytes d'Algérie, sept (7) sont ici revus et réétudiés, il s'agit d'un niveau au Glib Zegdou (connu actuellement sous le nom de F3-HGL52), d'un autre au Gours Lazib (F1-HGL90 locus 4 de Sudre), les gisements de l'Oued Meguerchi, d'El-Kohol, Koudiet el-Aldjoun, Hadjerat Zennad et enfin celui d'El-Biod.

Cinq (5) autres sites sont ici étudiés pour la première fois, il s'agit de plusieurs gisements de la Hammada du Dra (Sahara nord-occidental): le Glib Zegdou (niveaux F1-HGL50, F2-HGL51), les Gours Lazib (coupes contenant les niveaux : F1-HGL4, F1-F4-HGL10, F1-F4-HGL89 et F1-F2-HGL90) et les Gours Iderganes (coupe contenant les niveaux F1-F2-HGL61), des gisements des Hauts plateaux avec Kef er-Rebbab (dans le Hodna) et du Chott Chergui.

Les sites à charophytes du Maroc englobent quatre (4) coupes. Aucune étude systématique détaillée n'avait été faite jusqu'ici. Il s'agit des gisements d'Achlouj 2 et de Saf et El-Koubbat (Moyen atlas), le gisement de N'tagourt 2 (Bassin de Ouarzazate). Enfin, une collection de charophytes provenant d'une localité indéterminée du bassin de Syrte en Libye est ici étudiée.

Des log lithologiques détaillés, anciennement ou nouvellement levés, au cours des différentes missions sur le terrain, ou provenant de la bibliographie, sont ici décrits et figurés avec la localisation des niveaux (strates) à charophytes

1. Sur le plan nomenclatural et sur le plan stratigraphique:

* Le réexamen des espèces anciennement attribuées au genre *Porochara* a permis l'établissement de nouvelles combinaisons pour les trois espèces, suivantes :

- *Feistiella oblonga* (Grambast, 1975) n. comb. = *Porochara oblonga* Grambast, 1975
- *Feistiella* sp. 1 n. comb. = *Porochara* sp. 1 Massieux, in Massieux, Tambareau & Villatte, 1989, Pl. 2, Fig. 13-15
- *Feistiella* sp. 2 n. comb. = *Porochara* sp. 2 Massieux, in Massieux, Tambareau & Villatte, 1989, Pl. 2, Fig. 16

* sur le plan de l'extension stratigraphique de certaines espèces, on notera que :

- les deux espèces *Feistiella* sp. 1 Massieux et *Feistiella* sp. 2 Massieux sont connues seulement du gisement de Péloua, daté du Dano-Montien (Paléocène), (Massieux *et al.*, 1989), elles n'ont pas été retrouvées nulle part ailleurs en Europe. Or, elles semblent avoir des affinités avec d'autres formes des gisements du Maghreb, ces derniers sont datés du Campanien-Maastrichtien et Paléocène (Chott Chergui, en Algérie, El-Koubbat et Saf, au Maroc). Il en résulte qu'une plus large extension stratigraphique pourrait être proposée pour les espèces *Feistiella* sp. 1 Massieux et *Feistiella* sp. 2, du Campanien au Paléocène.

- de même, l'extension stratigraphique de l'espèce : *N. jorbae* pourrait être étendue à Yprésien (Eocène inférieur) alors que cette espèce n'est connue que du Tongrien inférieur (Rupélien, Oligocène inférieur).

2. Inventaire paléontologique de la flore de charophytes:

Toutes les espèces nouvellement récoltées sur le terrain ou déposées au niveau de la collection de l'université de Montpellier 2, sont mesurées, décrites, photographiées au M.E.B. et figurées sur les planches à la fin du présent mémoire.

L'inventaire de l'ensemble de ces formes montre un total de 88 espèces réparties comme suit (tableau 63):

a. Algérie :

* dix neuf espèces récoltées dans le site de la Hammada du Dra dont trois (03) appartiennent à la famille des Raskyellaceae et le reste à la famille des Characeae, toutes sont localisées dans le membre intermédiaire de la Hammada.

* Quatorze (14) espèces récoltées dans l'Atlas saharien avec onze (11) espèces à Oued Meguerchi et trois (3) espèces à El-Kohol.

* Vingt trois (23) espèces récoltées dans les Hauts Plateaux avec trois (3) à Koudiet el-Aldjoun, deux (2) à Hadjerat Zennad, huit (8) au Kef er- Rebbab et dix (10) au Chott Chergui.

* Quatre (4) espèces à El-Biod : signalées par Busson & Grambast (1965)

b. Maroc :

* Dix-neuf espèces récoltées dans le Moyen atlas avec douze dans le Maastrichtien (12) à Achlouj 2, trois dans le Paléocène (3) à Saf et Quatre (4) à El-Koubbat.

* Cinq (5) espèces sont répertoriées dans N'tagourt 2 (Bassin de Ouarzazate).

c. Libye :

* Six (6) espèces de charophytes récoltées dans une localité inconnue du Bassin de Syrte.

3. Attributions stratigraphiques :

Sur le plan stratigraphique, les âges suivants sont proposés pour les différents gisements :

a. Algérie :

1. Glib Zegdou: Yprésien - Lutétien inférieur (Eocène inférieur-début Eocène moyen).

2. Gour Lazib: Yprésien - Lutétien inférieur pour les coupes contenant les locus HGL10, HGL90 et HGL61. Les charophytes de la coupe contenant le locus HGL89 donnent un âge Lutétien - Bartonien inférieur et ceux de la coupe contenant le locus HGL4 donnent un âge Yprésien. Pour ces derniers gisements, il est conseillé de réchantillonner et récolter d'autres gyrogonites pour confirmer ou infirmer leurs âges.

3. Oued Meguerchi : Yprésien inférieur (=Ilerdien, Eocène inférieur)

4. El-Kohol : Yprésien inférieur (=Ilerdien, Eocène inférieur)

5. Kef er-Rebbab : Campanien-Maastrichtien.

6. Chott Chergui : Campanien- Maastrichtien

7. Hadjerat Zennad : Yprésien inférieur (=Ilerdien, Eocène inférieur)

8. Koudiet el-Aldjoun : Chattien inférieur

9. El-Biod : Eocène supérieur.

Tabl. 63- Répartition des Charophytes dans les différents gisements continentaux du Maghreb

 Légende: abondant moins abondant rare

	ALGERIE								MAROC			LIBYE	
	Sahara		Atlas Saharien		Hauts Plateaux /H. Plaines				Moyen Atlas	Haut Atlas	Atlas		
	Hammada du Dra	el-Biod	Oued Meguerchi	eL-Kohol	Chott Chergui	Kef er-Rebbab	Hadjerat Zennad	Koudiet Aldjoun	Achlouj 2	Saf	N'taggout 2		Koubbat
<i>Feistiella globosa</i>					-	+			+			+	
<i>Feistiella oblonga</i>					-	X			+			+	
<i>Feistiella aff. globosa</i>					-								-
<i>Feistiella sp. 1</i>					+							+	
<i>Feistiella aff. sp. 2</i>					+							+	
<i>Feistiella aff. sp. 1</i>										-			
<i>Raskyella pecki meridionale</i>	+												
<i>Raskyella sahariana</i>	+												
<i>Raskyella sp.</i>	-												
<i>Chara microcera</i>								+					
<i>Chara sp.</i>	+	-											
<i>Chara sp. 1</i>	+												
<i>Dughiella sp.</i>									-				-
<i>Gyrogona caudata</i>			+										
<i>Gyrogona wrighti</i>		-											
<i>Gyrogona caelata</i>		-											
<i>Harrisichara leptocera</i>							-						
<i>Harrisichara meguerchiensis</i>			+										
<i>H. aff. leptocera</i>	+		-										
<i>Harrisichara sp. 1</i>	-												
<i>Harrisichara sp. 2</i>			-										
<i>Harrisichara sp. 3</i>				-									
<i>Harrisichara sp. 4</i>					-								
<i>Lamprothamnium priscum</i>								+					X
<i>Lamprothamnium sp. 1</i>									-				
<i>Lamprothamnium sp. 2</i>					-								
<i>Maedleriella pachycera</i>			+										
<i>Maedleriella cristellata</i>			+										
<i>Maedleriella lavocati</i>	X												
<i>Maedleriella sp. 1</i>						-							
<i>Maedleriella sp. 2</i>											-		
<i>Maedleriella sp. 3</i>	X												
<i>Maedleriella sp. 4</i>	+												
<i>Maedleriella sp. 5</i>	X												
<i>Maedleriella sp. 6</i>										-			
<i>Microchara aff. pachythelys</i>							-						
<i>Microchara aff. parzensis</i>							-						
<i>Microchara sp.</i>	-		-										
<i>Neochara ameuriorum</i>			+										
<i>Nitellopsis (T.) thaleri</i>			+				-						
<i>Nitellopsis (T.) aff. thaleri</i>	X										X		
<i>Nitellopsis (T.) dutemplei</i>				-									
<i>Nitellopsis (T.) huangi</i>								+					
<i>Nitellopsis (T.) sp.</i>											X		
<i>Nodosochara aff. jorbae</i>	+												
<i>Peckichara cf. llobregatensis</i>										X			
<i>Peckichara disermas</i>				+									
<i>Peckichara atlasensis</i>			+										
<i>Peckichara varians</i>	X												
<i>Peckichara sp.</i>											-		
<i>Peckichara sp. 1</i>									-				
<i>Peckisphaera bessediki</i>			+										
<i>Platychara caudata</i>							+						
<i>Platychara compressa</i>					+		+						
<i>Platychara aff. turbinata</i>					+								
<i>Platychara sp. 1</i>													
<i>Platychara sp. 2</i>									-				
<i>Platychara sp. 3</i>					-								
<i>Stephanochara aff. acris</i>	+												
<i>Stephanochara aff. fortis</i>													+
<i>Stephanochara sp. 1</i>					-								
? <i>Stephanochara sp.</i>									-				
? <i>Stephanochara sp. 1</i>													-
<i>Strobilochara diademata</i>									+				
<i>Strobilochara apiculata</i>									+				
? <i>Strobilochara sp. 1</i>									-				
? <i>Sphaerochara sp.</i>													-
<i>Rhabdochara sp.</i>		-											

b. Maroc :

- 10. Achloulj 2: Maastrichtien
- 11. Saf : Paléocène
- 12. El-Koubbat : Campanien- Maastrichtien
- 13. N'tagourt 2: Yprésien moyen

c. Libye :

- 14. Syrte : Peut être deux niveaux stratigraphiques représentés dans la collection :
 - * Syrte 1 : Campanien – Maastrichtien,
 - * Syrte 2 : Yprésien.

D'autre part, Nous proposons les extensions suivantes pour l'ensemble des fossiles récoltés dans ces différents gisements continentaux du Maghreb (tableau 64).

Tabl. 63- Extension stratigraphique des Charophytes dans les gisements continentaux d'âge Crétacé-Paléogène du Maghreb (Algérie, Maroc, Libye)

	AGE																				
	70,6		65,5		61,7		58,7		55,8		48,6		40,4		37,2		33,9		28,4		
	CRETACE		PALEOGENE																		
	SUPERIEUR		PALEOCENE				EOCENE				OLIGOCENE										
CAMPANIEN		MAASTRICHTIEN		DANIEN		SELANDIEN		THANETIEN		YPRESIEN		LUTETIEN		BARTONIEN		PRIABONIEN		RUPELIEN		CHATTIEN	
								Merdien		Cuisien											
<i>Feistiella globosa</i>																					
<i>Feistiella oblonga</i>																					
<i>Feistiella aff. globosa</i>																					
<i>Feistiella sp. 1</i>																					
<i>Feistiella aff. sp. 2</i>																					
<i>Feistiella aff. sp. 1</i>																					
<i>Raskyella pecki meridionale</i>																					
<i>Raskyella sahariana</i>																					
<i>Raskyella sp.</i>																					
<i>Chara microcera</i>																					
<i>Chara sp.</i>																					
<i>Chara sp. 1</i>																					
<i>Dughiella sp.</i>																					
<i>Gyrogona caudata</i>																					
<i>Gyrogona wrighti</i>																					
<i>Gyrogona caelata</i>																					
<i>Harrisichara leptocera</i>																					
<i>Harrisichara meguerchiensis</i>																					
<i>H. aff. leptocera</i>																					
<i>Harrisichara sp. 1</i>																					
<i>Harrisichara sp. 2</i>																					
<i>Harrisichara sp. 3</i>																					
<i>Harrisichara sp. 4</i>																					
<i>Lamprothamnium priscum</i>																					
<i>Lamprothamnium sp. 1</i>																					
<i>Lamprothamnium sp. 2</i>																					
<i>Maedleriella pachycera</i>																					
<i>Maedleriella cristellata</i>																					
<i>Maedleriella lavocati</i>																					
<i>Maedleriella sp. 1</i>																					
<i>Maedleriella sp. 2</i>																					
<i>Maedleriella sp. 3</i>																					
<i>Maedleriella sp. 4</i>																					
<i>Maedleriella sp. 5</i>																					
<i>Maedleriella sp. 6</i>																					
<i>Microchara aff. pachythelys</i>																					
<i>Microchara aff. parazensis</i>																					
<i>Microchara sp.</i>																					
<i>Neochara ameuriorum</i>																					
<i>Nitellopsis (T.) thaleri</i>																					
<i>Nitellopsis (T.) aff. thaleri</i>																					
<i>Nitellopsis (T.) dutemplei</i>																					
<i>Nitellopsis (I.) huangi</i>																					
<i>Nitellopsis (T.) sp.</i>																					
<i>Nodosochara aff. jorbae</i>																					
<i>Peckichara cf. llobregatensis</i>																					
<i>Peckichara disermas</i>																					
<i>Peckichara atlasensis</i>																					
<i>Peckichara varians</i>																					
<i>Peckichara sp.</i>																					
<i>Peckichara sp. 1</i>																					
<i>Peckisphaera bessediki</i>																					
<i>Platychara caudata</i>																					
<i>Platychara compressa</i>																					
<i>Platychara aff. turbinata</i>																					
<i>Platychara sp. 1</i>																					
<i>Platychara sp. 2</i>																					
<i>Platychara sp. 3</i>																					
<i>Stephanochara aff. acris</i>																					
<i>Stephanochara aff. fortis</i>																					
<i>Stephanochara sp. 1</i>																					
? <i>Stephanochara sp.</i>																					
? <i>Stephanochara sp. 1</i>																					
<i>Strobilochara diademata</i>																					
<i>Strobilochara apiculata</i>																					
? <i>Strobilochara sp. 1</i>																					
? <i>Sphaerochara sp.</i>																					
<i>Rhabdochara sp.</i>																					

4. Conséquences stratigraphiques sur la faune de la Hammada :

Les charophytes permettent de proposer un âge pour les gisements de vertébrés retrouvés dans les différents locus de la Hammada du Dra (dont une part importante de nouveaux taxons) (tableau 65) et dont l'attribution stratigraphique reste, jusqu'à présent, dépendante de celle des charophytes.

D'autres parts, les essais de Magnétostratigraphie qui sont actuellement réalisés (étude en cours, Université de Poitiers, France) sur le site du Glib Zegdou (Hammada du Dra) semblent être en concordance avec les Charophytes sur l'âge Eocène inférieur-moyen proposé à ce site.

Tabl. 65- Répartition de la faune fossile dans les locus étudiés de la Hammada du Dra (d'après Adaci *et al.*, 2007 ; Tabuce *et al.*, 2009 ; Marivaux *et al.*, sous presse; modifié)
+ localité-type ; - nouvellement récolté ; ? inconnu

FAUNE FOSSILE	LOCUS	HGL 4	HGL 10	HGL 49	HGL 50	HGL 51	HGL 52	HGL 89	HGL 90	HGL 61
Rodentia										
<i>Glibemys algeriensis</i>							+			
<i>Glibia pentalopha</i>					-	-	+		-	
<i>Glibia tetralopha</i>							+			
<i>Glibia</i> sp.					-				-	
<i>Zegdoumys lavocati</i>		-			-		+			
<i>Zegdoumys</i> sp.									-	
<i>Lazibemys zegdouensis</i>					-					
Rodentia gen. et sp. nov. 2							-			
Rodentia indét.		-	-		-		-			
Carnivora										
<i>Glibzegdouia tabelbalaensis</i>					-		+			
<i>Credonta</i> (div. sp.)		-			-					
<i>Lipotyphla</i> (div. sp.)		-			-		-		-	
Chiroptera										
Chiroptera gen. et sp. nov. 1					-					
Chiroptera gen. et sp. nov. 2					-					
Primates										
<i>Algeripithecus minutus</i>			-		-		+			
<i>Azibius trerki</i>			+		-	-	-			
Primates gen. et sp. nov. 1							-			
Primates gen. et sp. 2					-					
Primates gen. et sp. 3					-					
Primate indét.					-					
Condylarthra gen. et sp. nov.					-					
Proboscidea					?					
Hyracoidea										
<i>Microhyrax lavocati</i>		-	-		-	-	-		+	+
<i>Titanohyrax mongereaui</i>			-	+						
<i>Titanohyrax tantalus</i>			-							
<i>Megalohyrax gevini</i>			?			-			+	
? <i>Bunohyrax</i> ou <i>Megalohyrax</i> sp.										
? <i>Thyrohyrax</i> sp.					-					
Hyracoidea gen. et sp. nov.					-	-	?			
Hyracoidea indét.			-		-		-			
Macroscelidea										
? <i>Chambius</i> sp.		-								
Mammalia incertae sedis										
<i>Helioseus insolitus</i>					-	-	-	-	+	
formes indéterminables		-	-		-			-		

5. Sur le plan du Paléoenvironnement :

a. Différentiation écologique et provincialisme :

Le fait le plus marquant c'est l'existence d'une part d'une différenciation des associations (présence/diversité) d'espèces localement, en fonction de leur position par rapport à la marge du bassin, et d'autre part d'une différenciation géographique, que l'on pourrait qualifier de provincialisme caractérisant là, des différentes espèces de charophytes en effet :

Les charophytes récoltés dans la Hammada du Dra semblent indiquer une différenciation écologique au sein d'un même bassin (les différents locus de la Hammada du Dra), un provincialisme régional, entre deux bassins plus ou moins éloignés (Hammada du Dra/Oued Meguerchi) et enfin un provincialisme inter continent, du fait d'une plus grande dissemblance des flores (Maghreb-Sud Européen).

b. Caractéristiques des différents milieux :

Les différentes hypothèses ici proposées se basent essentiellement sur la présence de faune associée aux charophytes, en effet ;

* Hammada du Dra : la présence probable d'un fleuve de grande taille, desséché en partie ou en totalité, laissant place à une succession de lacs dans lesquels des populations de charophytes auraient occupés des niches écologiques différentes.

* l'Atlas saharien : (Oued Meguerchi) : La présence d'Ostracodes lisses, bien calcifiées, d'ostracodes réticulées, nodés et d'ostracodes réticulés indiquerait une saisonnalité marquée du milieu. Par ailleurs le genre *Peckisphaera* semble préférer un milieu dont la salinité varie de 0 à 6 ‰ (Schudack, 1993).

* Hauts plateaux (Kef er- Rebbab) : la présence du groupe des Laffitteines avec les charophytes indiquerait l'installation de biotopes lagunaires à salinité diminuée, étant donné que les sédiments de la formation d'en dessous sont marins.

* Achlouj 2 : dans le synclinal d'Oudiksou, la sédimentation d'âge Maastrichtien est d'abord marine avec des Sélaciens, puis devient continentale avec des vertébrés terrestres, des charophytes et des ostracodes.

* N'tagourt 2 : le dépôt des restes d'organismes continentaux (mammifères, mollusques et charophytes) et marins n'auraient pas été simultanée. Des oscillations assez rapides du niveau marin (saisonniers ou pluriannuelles) auraient eu pour résultats la succession indiscernable de minces niveaux lagunaires et marins.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abdeljaouad S., Bensalah M. & Truc G., 1998. L'Eocène continental en Afrique du Nord : essai de corrélations biostratigraphiques et reconstitution paléogéographique et paléoclimatique. Impact régional péri-méditerranéen. *Bulletin du Service géologique de Tunisie* **64** : 85-101.

Adaci M., Tabuce R., Mebrouk F., Bensalah M., Fabre P.-H., Hautier L., Jaeger J.-J., Lazzari V., Mahboubi M., Marivaux L., Otero O., Peigné S. & Tong H., 2007. Nouveaux sites à vertébrés paléogènes dans la région des Gour Lazib (Sahara nord-occidental, Algérie). *Comptes Rendus Palévol* **6** : 535-544.

Agardh C.A., 1824. Systema Algarum. Lund (*Characeae*, pp. XXVII-XXVIII et 123-130).

Anadon P., Feist M., Hartenberger J.L., Muller C. & Villalta-Comella J., 1983. Un exemple de corrélation biostratigraphique entre échelles marines et continentales dans l'Eocène : la coupe de Pontils (bassin de l'Ebre, Espagne). *Bulletin de la Société Géologique de France* **25** : 747-755.

Anadon P., & Feist M., 1981. Charophytes et biostratigraphie du Paléogène inférieur du bassin de l'Ebre oriental. *Palaeontographica* **178 B** (4-6) : 143-168, 4 pl.

Anadon P., Feist M., Hartenberger J.L., Muller C. & Villalta-Comella J., 1983. Un exemple de corrélation biostratigraphique entre échelles marines et continentales dans l'Eocène : la coupe de Pontils (bassin de l'Ebre, Espagne). *Bulletin de la Société Géologique de France* **7**, 25: 747-755.

Anadon P., Cabrera L., Choi S.-J., Colombo F., Feist M. & Saez A., 1992. Biozonacion del Paleogeno continental de la zona oriental de la Cuenca del Ebro mediante carofitas : implicaciones en la biozonacion general de carofitas de Europa occidental. *Acta Geologica Hispanica* **27** (1-2) : 69-94.

Babinot J.-F., Freytet P. & Feist M., 1983. Le Sénonien supérieur continental de la France méridionale et de l'Espagne septentrionale: état des connaissances biostratigraphiques. *Géologie Méditerranéenne* **10** (3-4) : 245-268.

Bär C. & Magné J., 1955. Découvertes de niveaux à charophytes dans le Crétacé du Dj. Meimel (Constantine, Algérie). Etude de la série stratigraphique. *Bulletin de la Société Géologique de France* **5** : 249-256.

Bassiouni M.A.A. & Luger P., 1996. Middle Eocene ostracoda from Northern Somalia. *Courier Forschungstintut Senckenberg* **192** : 1-139.

Belkhodja L. & Bignot G., 2004. La transgression thanétienne (Paléocène supérieur) dans l'Aurès occidentale (Algérie), d'après les associations de Foraminifères de la coupe d'El Kantara. The Thanetian transgression (Late Paleocene) in the Western Aures (Algeria) based on the foraminiferal assemblages of El Kantara section. *Revue de micropaléontologie* **47** : 1-12.

Berger J. P., 1986. Biozonation préliminaire des charophytes oligocènes de Suisse occidentale. *Eclogae Geologicae Helvetiae* **79** (3): 897-912.

Bertraneu J., 1955. Le Massif du Bou Taleb. *Publication du Service de la Carte géologique de l'Algérie*, Nouvelle série, Bulletin n° 4.

Bhatia S.B., Riveline J. & Rana R.S., 1988. Charophyta from the Deccan Intertrappean beds near Rangapur, Andhra Pradesh, India. *The Palaeobotanist* **37**: 316-323.

Bignot G., 1987. Les paléoenvironnements et les paléogéographies du bassin de Paris au Danien, d'après les Foraminifères du Mont Aimé (Marne, France). *Revue de Micropaléontologie* **30** : 150-176.

Billotte M. & Massieux M., 1988. Nouvelles espèces de characées du Campanien du «Bassin» de Nalzen (zone nord pyrénéenne, Ariège, France). *Revue de Micropaléontologie* **31** : 3-14.

Blow, W.-H., 1969. Late middle Eocene to recent planktonic biostratigraphy. In P. Brönnimann & H. H. Renz, *Proceeding of the 1st International Conference on Planktonic Microfossils*, Geneva, 1967, vol. 1. E. J. Brill. Leiden. P. 199-422.

Bolle M. P., Adatte T., Keller G., Von Salis K. & Burns S., 1999. The Paleocene-Eocene transition in the southern Tethys (Tunisia): climatic and environmental fluctuations. *Bulletin de la Société Géologique de France* **170** : 661-680.

Boujo A., 1976. Contribution à l'étude géologique du gisement de phosphates crétacé-éocène des Ganntour (Maroc occidental). – *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc* **262** : 227 pp. ; Rabat (also published as *Mém. Sci. géol* **43** : (1976), Strasbourg).

Busson G. & Grambast L., 1965. Sur la découverte de charophytes Oligocènes à la base du Continental terminal de la région d'El-Biod (Tinrhert, feuille au 1/500 000, Hassi Inifel, Sahara Algérien). *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris* **261**: 1029-1031.

Braun A., 1849. Charae Australes et Antarticae, or characters and observations on the Characeae of Australia and the southern circumpolar regions. *Hooker's Journal of Botany and Kew Garden Miscellany* **1**: 193-203.

Cappetta H., Jaeger J.-J., Sabatier M., Sigé B., Sudre J. & Vianey-Liaud M., 1978. Découverte dans le Paléocène du Maroc des plus anciens mammifères euthériens d'Afrique. *Géobios* **11**: 257-263.

Cappetta H., Jaeger J.-J., Sigé B., Sudre J. & Vianey-Liaud, M., 1987. Compléments et précisions biostratigraphiques sur la faune paléocène à mammifères et sélaciens du bassin d'Ouarzazate (Maroc). *Tertiary Research* **8** : 147-157.

Carbonel G., 1989. Les ostracodes saumâtres des lignites de l'Eocène inférieur au Sénégal ; point de convergence des flux migratoires. *Courier Forschungstintut Senckenberg* **113** : 89-95.

Castel M., 1968. Zones de Charophytes pour l'Oligocène d'Europe Occidentale. *Comptes Rendus sommaires de la Société Géologique de France* **4** : 121-122.

Castel M. & Grambast L., 1969. Charophytes de l'Éocène des Corbières. *Bulletin de la Société Géologique de France* **7** : 936–943.

Choi S.-J., 1984. Les charophytes du bassin potassique catalan (Nord-Est de l'Espagne) à la limite Eocène-Oligocène. Thèse doctorat 3^{ème} Cycle, 111 p., Université de Montpellier, France.

Choi S.-J., 1989. Les charophytes du bassin potassique catalan (Nord-Est de l'Espagne) à la limite Eocène-Oligocène. *Paléobiologie continentale* **16** (1), 67 p.

Choubert G., Hindermeier J., Joly F. et Lavocat R., 1952. Extrait de la Carte géologique au 1/2000 000 (Feuille Maroc-Algérie Ouest). 19^{ème} Congrès géologique international.

Choubert G., Destombes J., Faure-Muret A., Gautier H., Hindermeier H., Hollard H. & Jouravsky G., 1970. Carte géologique de l'Anti-Atlas central et de la zone synclinale de Ouarzazate. Feuille Ouarzazate, Alougoum et Telouet Sud au 1/200 000. – *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc* **138**, Rabat.

Choubert G., Destombes J., Gautier H., & Hindermeier H., 1974-1977. Carte géologique du Maroc au 1/200 000. Jbel Saghro-Dadès (Haut Atlas central, sillon Sud-Atlasique et Anti-Atlas oriental).- Notes et *Mémoires du Service géologique du Maroc* **161**, Rabat.

Colin J.-P. & Tabuce R., 2004. Ostracodes limniques dans la formation d'Irbzer, Crétacé terminal du Moyen-Atlas, Maroc: taxonomie, biostratigraphie, paléoécologie, paléobiogéographie. *Revue de Micropaléontologie* **47** : 103–109.

Clariond L., 1933. Les terrains primaires et la Hammada de Taouz (confins algéro-marocains du Sud). *Comptes Rendus sommaires de la Société Géologique de France* **4** : 47–48.

Corillion R., 1975. Flore des Charophytes (Characées) du Massif Armoricaire et des contrées voisines d'Europe occidentale. Flore et Végétation du Massif Armoricaire Tome IV. Jouve Éditeurs, Paris. 216 pp., 1 fig., 17 pl., maps.

Cornet A., 1949. Les niveaux lacustres du Tertiaire continental au sud du Chott Ech Chergui (Algérie). *Comptes Rendus sommaires de la Société géologique de France* **4** : 78-80.

Cruys M. & Marks P., 1955. Carte géologique au 1/50 000 Tocqueville et notice explicative. *Publications du Service de la Carte géologique d'Algérie*.

Daily F.K., 1969. Some late glacial charophytes compared to modern species. *Proceedings of the Indiana Academy of Sciences* **78**: 406-412, 1 fig., 1 pl.

Delcourt J. Zonenshain L. P., Ricou L.E., Kazmin V.G., Le Pichon X., Knipper A. L., Grandjacquet C., Sborshchikov I. M., Boulin J., Sorokhtin O., Geysant J., Lepvrier C., Biju-Duval B., Sibuet J.-C. Savostin L.A., Westphal M. & Lauer J.-P., 1985.

Présentation de 9 cartes paléogéographiques au 1/20.000.000^e s'étendant de l'Atlantique au Pamir pour la période du Lias à l'Actuel. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **5**, 637-652.

Emberger J. & Magne J., 1956. Observations sur les niveaux à Charophytes de l'Aptien des Monts des Ouled Naïl (Atlas Saharien, Algérie). *Bulletin de la Société géologique de France* **6** : 1029-1039.

Feist-Castel M., 1970. Distribution verticale des Charophytes dans l'Eocène du Minervois. *Bulletin de la Société Géologique de France* **12**: 926-931, 3 pl.

Feist-Castel M., 1972. Charophytes Eocène de la région montpelliéraine. *Paléobiologie Continentale* **3**: 1-22, 6 pl.

Feist-Castel M., 1975. Répartition des Charophytes dans le Paléocène et l'Eocène du bassin d'Aix-en-Provence. *Bulletin de la Société Géologique de France* **17** (7): 88-97.

Feist M., 1981. Charophytes du Crétacé moyen et données nouvelles sur l'évolution des Clavatoracées. *Cretaceous Research* **2** : 319-330.

Feist M. & Colombo F., 1983. La limite Crétacé-Tertiaire dans le nord-est de l'Espagne, du point de vue des charophytes. *Géologie Méditerranéenne* **10** (3-4) : 303-326.

Feist M. & Freytet P., 1983. Conséquences stratigraphiques de la répartition des Charophytes dans le Campanien et le Maastrichtien du Languedoc. *Géologie Méditerranéenne* **10** (3-4) : 291-301.

Feist M., Grambast-Fessard N. & Massieux M., 1979. Répartition des Charophytes dans l'Eocène inférieur d'Europe Occidentale. *7ème Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Lyon*, 187.

Feist M. Grambast-Fessard N., 1982. Clé de détermination pour les genres de charophytes. *Paléobiologie continentale* **13**: 1-28, 6 fig.

Feist M. & Grambast-Fessard N., 1991. The genus concept in Charophyta: evidence from Paleozoic to Recent. *In: Calcareous Algae and Stromatolites*. Edition R. Riding, Springer Verlag, Berlin; **11**: 189-203.

Feist M., Grambast-Fessard N., Guerlesquin M., Karol K., Huinan L., McCourt R.-M., Qifei W. & Shenzen Z., 2005. Treatise On Invertebrate Paleontology, Part B, Protozoa 1, vol. 1: *Charophyta*. *The Geological Society of America*, Inc. and The University of Kansas, Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas, 170 p.

Feist M., & Ringeade M., 1977. Etude biostratigraphique et paléobotanique (Charophytes) des formations continentales d'Aquitaine de l'Eocène supérieur au Miocène inférieur. *Bulletin de la Société géologique de France*, **19**: 341-354, pl. X – XIII.

Fendler E. & Soulié-Märsche I., 1989. The «*Cardium*»- Charophyte association and its palaeological significance. 1^{er} Coll. Intern. Sur les Charophytes actuelles et fossiles, Montpellier, abstracts : 20.

Galbrun B., Feist M., Columbo F., Rochia R. & Tambareau Y., 1993. Magnetostratigraphy and biostratigraphie of Cretaceous-Tertiary continental deposits, Ager Basin, Province of Lerida, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **102**: 41-52.

Garcia G., Tabuce R., Cappetta H., Marandat B., Bentaleb I., Benabdallah A. & Vianey-Liaud M., 2003. First dinosaur eggshells and bones discovery in North African Maastrichtian (Morocco). *Palaeovertebrata* **32** : 59–69.

Gauthier H., 1960. Contribution à l'étude géologique des formations post-liasiques des bassins du Dadès et du Haut Todra (Maroc méridional). *Bulletin du Service de la carte Géologique du Maroc* **119** : 210 p.

Gevin P., Feist M. & Mongereau N., 1974. Découverte de charophytes d'âge Eocène au Glib Zegdou (Sahara algérien). *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord* **65** : 371-374.

Gevin P., Lavocat R., Mongereau N. & Sudre J., 1975. Découverte de mammifères dans la moitié inférieure de l'Eocène continental du nord-ouest du Sahara. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris* **280** : 967-967.

Geyer G. & Herbig H.-G., 1988. New Eocene oysters and the final regression at the southernrim of the central High Atlas (Morocco). *Géobios* **21**: 663-691, Lyon.

Gheerbrant E., 1987. Les vertébrés continentaux de l'Adrar Mgorn (Maroc, Paléocène); une dispersion de mammifères transthésienne aux environs de la limite Mésozoïque/Cénozoïque ? *Geodinamica Acta* **1** : 233-246.

Gheerbrant E., 1988. *Afrodon chleuhi* nov. gen., nov. sp., "Insectivora" (Mammalia, Eutheria) lipotyphlé (?) du Paléocène marocain : données préliminaires. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris* **307** : 1303-1309.

Gheerbrant E., 1989. Les mammifères paléocènes du bassin d'Ouarzazate (Maroc) : étude systématique, phylogénie, paléoécologie et paléobiogéographie des plus anciens placentaires d'Afrique. Thèse Université, Paris 6 (non publié).

Gheerbrant E., 1990. On the early biogeographical history of the African placentals. *Historical Biology* **4** : 107-116.

Gheerbrant E., 1992. Les mammifères paléocènes du bassin d'Ouarzazate (Maroc) I. Introduction générale et Palaeoryctidae. *Palaeontographica* **224** : 67-132.

Gheerbrant E., 1993. Premières données sur les mammifères "insectivores" de l'Yprésien du bassin d'Ouarzazate. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* **187** : 225-242.

Gheerbrant E., Cappetta H., Feist M., Jaeger J.-J., Sudre J., Vianey-Liaud M. & Sigé, B., 1993. La succession des faunes de vertébrés d'âge paléocène supérieur et éocène inférieur dans le bassin d'Ouarzazate, Maroc. Contexte géologique, portée biostratigraphique et paléogéographique. *Newsletters on Stratigraphy* **28** : 33-58.

Gheerbrant E., Sudre J., Sen S., Abrial C., Marandat B., Sigé B. & Vianey-Liaud M., 1998. Nouvelles données sur les mammifères du Thanétien et de l'Yprésien du Bassin d'Ouarzazate (Maroc) et leur contexte stratigraphique. *Palaeovertebrata* **27** : 155-202.

Glacon J., 1952. Les Monts du Hodna (partie orientale). *XIX^e Congrès Géologique International*, Alger, Monographie Régionale, 1^{ère} série, Algérie, n° 7

Glacon J., 1967. Recherches sur la géologie et les gites métallifères du Tell sétifien. *Publications du Service géologique de l'Algérie* **32** : 751 p.

Godinot M. & Mahboubi M., 1992. Earliest known simian primate in Algeria. *Nature* **357**: 324-325.

Görler F. & Zucht M., 1986. Stratigraphie und Tektonik des kontinentalen Neogen im Süden des zentralen Hohen Atlas, Provinz Ouarzazate (Marokko). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen* **66** : 471-494.

Grambast L., 1956. Le genre *Gyrogonia* Lmk (Characeae). *Comptes Rendus Sommaires de la Société géologique de France* **14** : 278-280.

Grambast L., 1957. Ornementation de la gyrogonite et systématique chez les charophytes fossiles. *Revue générale de Botanique* **64** : 339-362 , pl. V - VIII.

Grambast L., 1958. Etude sur les Charophytes tertiaires d'Europe Occidentale et leurs rapports avec les formes actuelles. Thèse Paris. 286 p.

Grambast L., 1959. Extension chronologique des genres chez les Charoideae. Société des Editions Technique. 12 pp.

Grambast L., 1960. Description et signification stratigraphique de deux charophytes d'origine saharienne. *Revue de Micropaléontologie* **2** (4) : 192-198.

Grambast L., 1961. Remarques sur la systématique et la répartition stratigraphique des Characeae pré-tertiaires. *Comptes Rendus Sommaires des Séances de la Société géologique de France* **7** : 200-202.

Grambast L., 1962a. Sur l'intérêt stratigraphique des Charophytes fossiles: exemples d'application au Tertiaire parisien. *Comptes Rendus de la Société géologique de France* **7** : 207-209.

Grambast L., 1962b. Classification de l'embranchement des Charophytes. *Naturalia Menspeliensia* **14**:6386.

Grambast L., 1965. Etat des connaissances acquises sur les Charophytes du Crétacé inférieur. *Mémoires BRGM. Colloque Lyon* **34** : 577-582.

Grambast L., 1971. Remarques phylogénétiques et biochronologiques sur les *Septorella* du Crétacé terminal de Provence et les Charophytes associées. *Paléobiologie continentale* **2** (2) : 38 p.

Grambast L., 1972a. Principes de l'utilisation stratigraphique des charophytes. Applications au Paléogène d'Europe occidentale. *Mémoire du Bureau de Recherches géologiques et minières* **77** : 319-328.

Grambast L., 1972b. Etude sur les Charophytes tertiaires d'Europe Occidentale. I: Genre *Tectochara*. *Paléobiologie Continentale* **3** (2): 1-30, 8 pl.

Grambast L., 1974. Phylogeny of the Charophyta. *Taxon* **23** : 463-481.

Grambast L., 1975. Charophytes du Crétacé supérieur de la région de Cuenca. *Actes du 1er « Symposium sobre el Cretácico de la Cordillera Ibérica »* : 67-83.

Grambast L., 1977. Étude sur les Charophytes tertiaires d'Europe occidentale. II. Espèces nouvelles de l'Éocène inférieur. *Paléobiologie continentale* **8** : 1-27.

Grambast L. & Grambast N., 1954. Sur la position systématique de quelques Charophytes tertiaires. *Revue Générale de Botanique* **61** : 665-671.

Grambast L. & Grambast N., 1955. Les Raskyelloïdeae, sous-famille fossile des Characeae. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris* **240** : 999-1001.

Grambast L. & Gutiérrez G., 1977. Espèces nouvelles de charophytes Crétacé supérieur terminal de la province de Cuenca (Espagne). *Paléobiologie continentale* **8** (2) : 1-34.

Grambast L. & Lavocat R., 1959. Sur la présence dans la région du Dra (Sahara Nord-occidental) de couches Eocènes datées par les charophytes. *Comptes Rendus sommaires de la Société géologique de France* **24** : 153-154.

Grambast L. & Paul P., 1965. Observations nouvelles sur la flore de Charophytes du Stampien du bassin de Paris. *Bulletin de la Société Géologique de France* **7**: 239-247, 2 pl.

Grambast L. & Soulié-Märsche I., 1972. Sur l'ancienneté et la diversification des *Nitellopsis* (Charophytes). *Paléobiologie continentale* **III** (3): 1-14.

Groves J., 1916. On the name *Lamprothamnus* Braun. *Journal of Botany, British and Foreign* **54**: 336-337.

Groves J., 1919. Notes on *Lychnothamnus*. *Journal of Botany, British and Foreign*, **57**: 125-129.

Groves J., 1926. Charophyta. In: Reid E.M., Chandler M.E.J. (eds.). The Bembridge flora, *British Museum Catalogue of Cainozoic Plants, London, British Museum*: 165-173.

Guiraud R., 1967. La transversale de Colbert, accident majeur du Hodna. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris* **264** : 1245-1248.

Guiraud R., 1971. Notice explicative de la carte géologique 1/50.000 Souk Ouled Nadja. *Publications du Service Géologique de l'Algérie* **169**, 35 p.

Guiraud R., 1990. Evolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Bassin du Hodna et des régions voisines. *Publication de l'Office National de la Géologie*, Alger **3**, 259 p.

Hardenbol J., Thierry J., Farley M.-B., Jaquin T., Graciansky P. C. & Vail P.-R., 1998. Mesozoic-Cenozoic chronostratigraphic framework of European Basins. *Special Publication, Society for Sedimentary Geology* **60**:3-13.

Hartenberger J.-L., Crochet J.-Y., Martinez C., Feist M., Godinot M., Mannai Tayech B., Marandat B. & Sigé B., 1997. Le gisement de mammifères de Chambi (Eocène, Tunisie centrale) dans son contexte géologique. Apport à la connaissance de l'évolution des mammifères en Afrique. *Actes du congrès BiochroM'97* : 263-274

Hartenberger J.-L., Crochet, J.-Y., Martinez C., Feist M., Godinot M., Mannai Tayech B., Marandat B. & Sigé B., 1998. Les mammifères de Chambi (Eocène, Tunisie centrale) ; apport à la compréhension de l'histoire du peuplement mammalien dans la région sud-téthysienne ; contribution à la biochronologie des formations continentales du Maghreb. *Notes du Service Géologique*, Tunis. **64** : 5–24.

Helmdach F., 1988. The ostracods fauna of the Aït Kandoula region, systematic description. *in*: V.H. Jacobshagen, Editor, the Atlas System of Morocco. Lecture Notes in Earth Science, Springer-Verlag, Berlin, **15**, pp. 405–423.

Herbig H.-G., 1986. Lithostratigraphisch-fazielle Untersuchungen im marinen Alttertiär südlich des zentralen Hohen Atlas (Marokko). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen* **66** : 343-380, Berlin.

Herbig H.-G., 1991. Das Paläogen am Südrand des zentralen Hohen Atlas und im Mittleren Atlas Marokkos. Stratigraphie, Fazies, Paläogeographie und Paläotektonik. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen* **135** : 289, Berlin.

Herbig H.G., 1993. Stratigraphy, facies and synsedimentary tectonics of post-middle Eocene Tertiary, Middle Atlas West of Boulemane (Morocco). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* **188** : 1–50.

Herbig H. G. & Gregor H. J., 1990. The mangrove-forming palm *Nypa* from the early Paleogene of southern Morocco. Paleoenvironment and paleoclimate. *Géologie méditerranéenne* **17** : 123-137.

Herbig H.G. & Trappe J., 1994. Stratigraphy of the Subatlas Group (Maastrichtian - middle Eocene, Morocco). *Newsletters on Stratigraphy* **30** : 125–165.

Horn Af Rantzien H., 1956. Morphological terminology relating to female Charophyte gametangia and fructifications. *Botaniska Notiser* **109** (2): 212-259.

Horn Af Rantzien H., 1959. Morphological types and organ-genera of tertiary Charophyte fructifications. Stockholm Contribution. *In: Geology* **4** : 45-197, PL. I-XXI.

Hy F., 1889. Sur les modes de ramifications et cortication dans la famille des Characées. *Bulletin de la Société Botanique de France* **36** : 393-398.

Joly F. & Lavocat R., 1949. Observations géologiques et morphologiques dans les Kem Kem de la Daoura (Maroc sud-oriental). *Comptes Rendus sommaires de la Société Géologique de France* **13** : 288–290.

Jossen J.A. & Filali Moutei J. 1988. Bassin d'Ouarzazate, synthèse stratigraphique et structurale. Contribution à l'étude des aquifères profonds—Projet PNUD—DRPE (Direction de la Recherche et de la planification de l'Eau) MOR/86/004 - Exploration des eaux profondes. Rapp. Inédit., 38 p., 1 carte, 3 coupes.

Keen M.C., 1990. The ecology and evolution of Palaeogene ostracod *Neocyprideis*. *Courier Forschungstintut Senckenberg* **123** : 217-228.

Kilian C., 1931. Les principaux complexes continentaux du Sahara. *Comptes Rendus sommaires de la Société Géologique de France*, **9** : 109–111.

Kumar A., & Grambast-Fessard N., 1984. Maastrichtian Charophyte gyrogonites from Jamaica. *Micropaleontology* **30** : 263–267.

Lamarck, J.- B., 1804. Suite des mémoires sur les fossiles des environs de Paris. *Annales du Museum d'Histoire Naturell* **5** : 349-357.

Lamarck J.-B., 1822. Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, **7**, 1 vol., 711 p. (*Gyrogonites medicaginula*, p. 614).

Lavocat R., 1954. Reconnaissance géologique dans les Hammadas des confins algéro-marocains du Sud, *Notes et Mémoires du Service de la carte Géologique du Maroc* **116** : 148 p.

Linnaeus C., (C. von Linné), 1753. Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locus natalibus, secundum systema sexuale digestas. Tomus II. Impensis Laurentii Salvii, Holmiae. (2)+pp. 561-1200 + (29) pp.

Lindley J., 1836. A natural system of botany. London. Longman, 2nd edition, 526 pp.

Lu H., Soulié-Märsche I. & Wang Q., 1996. Evolution and classification of Palaeozoic charophytes. *Acta Micropaleontologica Sinica* **13** (1) :1-12

Mädler K., 1952. Charophyten aus dem Nordwestdeutschen Kimmeridge.- *Geologisches Jahrbuch* **67** : 1-46, 2 pl.

Mädler K., 1955a. Die taxionomischen Prinzipien bei der Beurteilung fossiler Charophyten. *Paläontologisches Zeitschrift* **29** (1-2): 103-108.

Mädler K., 1955b. Zur Taxinomie der tertiären Charophyten, *Geologisches Jahrbuch* **70** : 265-328.

Mahboubi M., 1983. Etude géologique et paléontologique du Crétacé post-Aptien et du Tertiaire de la bordure méridionale du Djebel Amour (Atlas Saharien central, Algérie). Thèse de 3^{ème} cycle, Université d'Oran, 116 p. (inédit).

Mahboubi M., 1986. «Les terrains des Gour». Implications stratigraphiques et sédimentologiques. *6^e Séminaire National des Sciences de la Terre*. Alger

Mahboubi M., 1995. Etude géologique et paléontologique des formations continentales paléocènes et éocènes d'Algérie, Thèse d'état, Université d'Oran, Institut des Sciences de la Terre, 169 pp.

Mahboubi M., Ameur R., Crochet J.Y. & Jaeger J.-J., 1984. Implications paléobiogéographiques de la découverte d'une nouvelle localité Eocène à vertébrés continentaux en Afrique nord-occidentale: El Kohol (Sud-oranais, Algérie). *Géobios* **17** (5) : 625-629.

Mahboubi M., Ameur R., Crochet J.Y. & Jaeger J.-J., 1986. El Kohol (Saharan Atlas, Algeria): A new Eocene Mammal locality in Northwestern Africa. Stratigraphical, phylogenetic and palaeobiogeographical data. *Palaeontographica* Abt. A **192** : 15-49.

Mahboubi M., Mebrouk F. & Jaeger J.-J., 1997. Conséquences paléobiogéographiques tirées à partir de l'étude de quelques gisements paléogènes du Maghreb (Mammifères, Gastéropodes, Charophytes). Actes du Congrès BiochroM'97, J.-P. AGUILAR, S. LEGENDRE & J. MICHAUX (Eds.), *Mémoires Travaux. E.P.H.E., Institut de Montpellier*, 21: 275-284, 4 fig.

Mahboubi M., Sudre J., Tabuce R., Mebrouk F., Feist M. Vianey-Liaud M., Croche J.-Y., Godinot M. & Jaeger J.-J., 2002. État actuel des connaissances sur les formations continentales éocènes de la bordure septentrionale de la Hammada du Dra (région de Glib Zegdou et des Gour Lazib, Sahara occidental algérien). Données biostratigraphiques, bilan paléontologique et conséquences paléobiogéographiques, *Mémoires du Service géologique, Alger* **11**: 1-11.

Marivaux L., Adaci M., Bensalah M., Gomes Rodrigues H. Hautier L., Mahboubi M., Mebrouk F., Tabuce R. & Vianey-Liaud M., 2010. Zegdomyidae (Rodentia, Mammalia), the stem anomaluroid rodents from the early to middle Eocene of Algeria (Gour Lazib, Western Sahara): new dental evidence. *Journal of Systematic Palaeontology* (sous presse)

Märsche I., 1970. Contribution à l'étude des Charophytes éocènes en Aquitaine orientale. Thèse 3^{ème} cycle, Toulouse, 248 p., 42 fig., 17pl. h.

Martin Closas C., 1991. Las Cardfitas del Eoceno de Oviedo (Asturias). *Boletín de Ciencias Naturales del Real Instituto de Estudios Asturianos* **41** : 215-241.

Martin-Closas C. & Ramos E., 2005. Palaeogene Charophytes of the Balearic Islands (Spain). *Geologica Acta* **3** (1) : 39-58.

Martin Closas C., Serra-Kiel J., Busquets P. & Ramos-Guerrero E., 1999. New correlation between charophyte and larger foraminifera biozones (Middle Eocene, southeastern Pyrenees). *Géobios* **32**: 5-18.

Martín-Closas, C. & Wang, Qifei., 2008. Historical biogeography of the lineage *Atopochara trivolvis* PECK 1941 (Cretaceous Charophyta). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **260**, 435–451.

Martini E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proceedings of the 2nd International Congress on Planktonic Microfossils*, Rome, 1970. *Tectnoscienza* **2**: 739-785.

Massieux M., 1977. Sur une nouvelle espèce de Charophytes du Thanétien supérieur des Petites Pyrénées. *Stephanochara levis*. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse* **113** : 289–292.

Massieux M., Bilotte, M, Tambareau Y. & Villatte J., 1985 Données préliminaires sur les charophytes du Campanien et du Maastrichtien du versant nord-pyrénéen. Actes 110^e Congrès national, Sociétés Savantes, section Sciences, **V**: 79-86.

Massieux M. & Plaziat J.-C., 1978. Characées du Thanétien et du Sparnacienn inférieur des Corbières septentrionales (Aude). *Paléobiologie Continentale* **9** (2) : 1-15, 4 pl.

Massieux M., Rey J., & Villatte J., 1987. Sur l'âge maastrichtien de l'affleurement de la Rouquette (commune de Paraza, Minervois). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse* **123**: 151-157.

Massieux M. & Tambareau Y., 1978. Charophytes thanésiennes et infra-ilerdiennes des Pyrénées Centrales. *Revue de Micropaléontologie* **21** : 140–148.

Massieux M., Tambareau Y. & Villatte J., 1981. Characées paléocènes et éocènes du versant nord des Pyrénées. *Revue de Micropaléontologie* **24** (2) : 69-82.

Massieux M., Tambareau Y. & Villatte J., 1989. Nouveaux gisements à Charophytes du Dano-Montien nord-pyrénéen. *Revue de Micropaléontologie* **32** (2) : 140-150.

Massieux M. & Villatte J., 1977. Charophytes du Thanétien supérieur des Pyrénées audoises entre le Blau et l'Aude. *Naturalia monspeliensia* **27** : 25–61.

Mebrouk F., 1993. Charophytes du Tertiaire continental de l'Algérie. Systématique et biostratigraphie. Thèse, Université d'Oran, 173 p. (inédit).

Mebrouk F., Colin J.J. & Hennache F., 2009. Un gisement d'ostracodes non marins dans l'Eocène inférieur du djebel Amour, Atlas saharien central, Algérie. *Communication 22^{ème} réunion ROLF, Bruxelles*.

Mebrouk F. & Feist M., 1999. Nouvelles charophytes de l'Eocène continental de l'Algérie. *Géologie méditerranéenne* **26** : 29-45.

Mebrouk F., Mahboubi M., Bessedik M. & Feist M., 1997. L'apport des charophytes à la stratigraphie des formations continentales paléogènes de l'Algérie. *Geobios* **30** : 171-177.

Mebrouk F., Tabuce R., Cappetta H. & Feist M., 2009. Charophytes du Crétacé/Paléocène du Moyen-Atlas (Maroc) : systématique et implications biochronologiques. Charophytes from the Cretaceous/Paleocene of Middle Atlas (Morocco): Systematic and biochronologic implications. *Revue de micropaléontologie* **52** : 131–139.

Mein P., 1989. Updating of MN zones. In: E. LINDSAY, V. FAHLBUSCH & P. MEIN Eds., European Neogene mammal chronology.- *NATO ASI Series, A. Life Sciences*, **180**, 73-90.

Migula W., 1897. Die Characeen Deutschlands. Österreichs und der Schweiz. In: Rabenhorst, X. (ed.). *Kryptogamic Flor, Leipzig, E. Kummer* **5** :765 pp.

Mohr B. & Fechner G., 1986. Eine eozäne Mikroflora (Sporomorphae und Dinoflagellaten-Zysten) aus der Südatlas-Randzone westlich Boulmane du Dadès (Morokko). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen* **66** : 381-414.

Peck R.E., 1957. North American Mesozoic Charophyta. *Geological Survey Professional Paper* **294-A**, 44 p., 8 pl.

Peck R.E. & Forester R. M., 1979. The genus *Platychara* from the Western hemisphere. *Review of Paleobotany and Paleontology* **28**: 223-236.

Peck R. E & Recker C. C., 1947. Cretaceous and lower Cenozoic Charophyta from Peru. *American Museum Novitates*, 1329: pp. 1-6, New York.

Peck R. E & Recker C. C., 1948. Eocene Charophyta from North America. *Journal of Paleontology* **22** : 85-90, pl. 21.

Pia J., 1927. Thallopchyta. In: HIRMER M.: *Handbuch der Paläobotanik*. Oldenbourg **1**: 31-136, München.

Piqué A., Aït Brahim L., Ouali R., Amrhar M., Charroud M., Gourmelen C., Laville E., Rekhiss F. & Tricart P., 1998. Evolution structurale des domaines atlasiques du Maghreb au Méso-Cénozoïque ; le rôle des structures héritées dans la déformation du domaine atlasique de l'Afrique du Nord. *Bulletin de la Société géologique de France* **169** : 797-810.

Plaziat J.C., 1970. Contribution à l'étude de la faune et de la flore du Sparnacien des Corbières septentrionales. *Cahiers de Paléontologie*, p.1-121; pl. I-XV.

Rahhali I., 1970. Foraminifères benthoniques et pélagiques du Crétacé supérieur du synclinal d'El-Koubbat (Moyen Atlas, Maroc). *Notes du Service géologique du Maroc* **30**, n 225, pp. 51-98, 16 fig., 5 pl. phot. h.t.

Ramdarshan A., 2007. Reconstitution paléoenvironnementale de la faune de mammifères des Gour Lazib (Eocène inférieur, Algérie). Mémoire de Master 1, Université Montpellier 2, non publié, 13 p.

Ramos E., Cabrera, L., Hagemann H. W., Pickel, W. & Zamarreno, I., 2001. Palaeogene lacustrine record in Mallorca (NW Mediterranean, Spain): depositional,

palaeogeographic and palaeoclimatic implications for the ancient southeastern Iberian margin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **172** : 1-37.

Ramos-Guerrero E., Rodriguez-Perea A., Sabat F. & Serra-Kiel J., 1989. Cenozoic tectosedimentary evolution of Mallorca island. *Geodynamica Acta* **3** : 53-72.

Rhalmi M., 1992. Les systèmes sédimentaires cénomano-turonien et sénonien de la région manganésifère d'Imini (Haut-Atlas Central Maroc) et leur évolution diagénétique. *Thèse Doctorat d'Université. Université de Bourgogne. Dijon (France)*.

Riveline J., 1976. Etude floristique des niveaux marneux de la carrière de Montchenot (Marne). Mise en évidence d'une nouvelle association de Characées d'âge Thanétien. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris* **283 D** : 25-28.

Riveline J., 1984. Charophytes fossiles : remarques paléocologiques et paléobiogéographiques. *Cryptogamie-Algologie* **4** : 179-187.

Riveline J., 1986. Les charophytes du Paléogène et du Miocène inférieur d'Europe occidentale. *Cahiers de Paléontologie* (édition du C.N.R.S), 227 p.

Riveline J., Berger J.-P., Feist M., Martin-Closas C., Schudack M. & Soulié-Märsche I., 1996. European Mesozoic-Cenozoic charophyte biozonation. *Bulletin de la Société Géologique de France* **167** : 453-468.

Riveline, J. & Perreau, M., 1979. Les Characées à incrustation calcaire du gisement de Mutigny (Marne). *Revue Micropaléontologique* **22**: 37-43.

Russo P. & Russo L., 1934. Le grand accident sud-atlasien. *Bulletin de la Société géologique de France* **5** (IV) : 375-384.

Salvan H. M., 1986. Géologie des gites minéraux marocains. Tome 3 : Phosphates.- *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc* (Rabat) **276** : 1-392.

Savornin J., 1920. Etude géologique de la région du Hodna et du plateau sétifien. *Bulletin du Service de la Carte géologique de l'Algérie*, 2^{ème} série, Stratigraphie, Description, régionale, n 7, 499 p.

Schudack M., 1986. Zur Nomenklatur der Gattungen *Porochara* Mädler, 1955 (syn. *Musacchiella* Feist et Grambast-Fessard, 1984) und *Feistiella* n. gen. (Charophyta). *Paläontologische Zeitschrift* **60** : 21-27.

Schudack M., 1993. Möglichkeiten palökologischer Aussagen mit Hilfe von fossilen Charophyten. *Festschrift Professor W. Krutzsch. Museum für Naturkunde. Berlin*. P. 39-58, 2 pl.

Schudack M.E. & Herbig H.G., 1995. Charophyta from the Cretaceous-Tertiary boundary beds of the Middle Atlas Mountains, Morocco. *Géologie méditerranéenne* **22** (3-4): 125-139.

Schwarz J. & Griessemer T.W., 1992. Charophyten-Massenvorkommen aus den Oberen Pechelbronnsschichten (Unteroligozän) von Merkwiller-Pechelbronn im Elsass (Dept. Bas-Rhin, Frankreich). *Paläontologisches Zeitschrift* **66** : 23-37.

Smith G. M., 1938. Botany, Vol. I, Algae and Fungi. Charophyceae. New York, ed. McGraw Hill, 127 pp.

Schmidt-Kittler N. Ed., 1987. International symposium on Mammalian biostratigraphy and paleoecology of the European Paleogene. Mainz.- Münch. *Geowissenschaftliche Abhandlungen*. (A), 10, 1-312, 111 Abb, 32 tab., 13 taf.

Soulié-Märsche I., 1971. Description de nouvelles Charophytes éocènes. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse* **107** (1-2): 18-27.

Soulié-Märsche I., 1974. Nouvelles espèces de Charophytes éocènes du Bassin d'Aquitaine. *Compte Rendu 96ème Congrès national Sociétés Savantes Toulouse, 1971, Section Science*, **2** : 109-144; Paris.

Soulié-Märsche I., 1982. Charophytes in : Petit-Maire, N. Le Shati, Lac Pléistocène du Fezzan (Libye), p. 80-85, Editions du CNRS, Paris.

Soulié-Märsche I., 1987. Les Charophytes. In: J.C. Misovsky (ed..) - *Géologie de la Préhistoire: Méthodes, Techniques, Applications*. pp. 669-683. GEOPRE éditions, Paris.

Soulié-Märsche I., 1989. Etude comparée de gyrogonites de Charophytes actuelles et fossiles et phylogénie des genres actuels. 1 vol., 237 p., 45 pl.; Imprimerie des Tilleuls, Millau, France.

Soulié-Märsche I., 1991. Charophytes as lacustrine biomarkers during the Quaternary in North Africa. *Journal of African Earth Sciences*, **12** (1/2) : 341-351.

Sudre J., 1975. Un prosimien du Paléogène ancien du Sahara nord-occidental : *Azibius trerki* n. g. n. sp., *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris* **280** : 1539-1542.

Sudre J., 1979. Nouveaux mammifères éocènes du Sahara Occidental. *Palaeovertabrat* **9**: 83-115.

Tabuce R., 2002. Mammifères du Paléogène ancien d'Afrique du Nord Occidentale : Systématique, Paléobiogéographie et apport à la Phylogénie des "ordres endémiques africains". Thèse de doctorat, Université Montpellier II, 323. (inédit).

Tabuce R., Marivaux L., Lebrun R., Adaci M., Bensalah M., Fabre P.-H., Fara E., Rodrigues H.G., Hautier L., Jaeger J.-J., Lazzari V., Mebrouk F., Peigne S., Sudre J., Tafforeau P., Valentin X. & Mahboubi M., 2009. Anthropoid vs. strepsirhine status of the African Eocene primates *Algeripithecus* and *Azibius*: craniodental evidence. *Proceedings of the Royal Society of London*. doi:10.1098/rspb.2009.1339

Thaler L., 1965. Une échelle de zones biochronologiques pour les Mammifères du Tertiaire d'Europe. *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France* **4** : 118.

Tambareau Y., Feist M., Gruas-Cavagneto C. & Murru M., 1989. Caractérisation de l'Ilerdien continental dans le domaine Ouest-méditerranéen. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris*, **308** : 689-695.

Trappe J., 1989. Das marine Alttertiär im westlichen Hohen Atlas. Mikrofazies, Paläogeographie, Phosphoritgenese. Thesis, 219 pp., Bonn.

Trappe J., 1991. Stratigraphy, facies distribution and paleogeography of the marine Paleogene from the western High Atlas, Morocco. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* **180** : 279-321.

Trappe J., 1992a. Facies zonation and spatial evolution of a carbonate ramp: marginal Moroccan phosphate Sea during the Paleogene. *Geological Rundschau* **81**: 105-126.

Trappe J., 1992b. Synsedimentary silicified stromatolites in Paleocene playa deposits of the western Basin of Ouarzazate, Morocco. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, pp. 458-468.

Unger, F., 1850. Genera et species plantarum fossilium. W. Braumüller, Vindobonae. 627 pp. Characeae pp. 31-36

Vianey-Liaud M. & Garcia, G., 2003. Diversity among North African dinosaur eggshells. *Palaeovertebrata* **32** (2-4) : 171-188.

Vianey-Liaud M., Jaeger J.-J., Hartenberger J.-L. & Mahboubi M., 1994. Les rongeurs de l'Eocène d'Afrique nord-occidentale [Glib Zegdou (Algérie) et Chambi (Tunisie)] et l'origine des Anomaluridae. *Palaeovertebrata* **23** : 93-118.

Wang Z., 1978a. Cretaceous Charophyta from the Yangtze-Han river basin with a note on the classification of *Porocharaceae* and *Characeae* (en chinois). *Memoirs Nanjing Institute of Geology and Palaeontology*, Academia Sinica, 9: 61-88, 8 pl. (en chinois, avec résumé en anglais).

Wang Z., 1978b. Palaeogene Charophyta from the Yangtze-Han river basin (en chinois). *Memoirs Nanjing Institute of Geology and Palaeontology*, Academia Sinica **9**: 101-120, 5 pl. (en chinois, avec résumé en anglais).

Wang Z. & Huang R., 1978. (Triassic Charophytes of Shaanxi) *Acta Palaeontologica Sinica* **17**: 267-276, 2 pl. (en chinois).

Wang Z., Huang R. & Wang S., 1976. (Mesozoic and Cenozoic Charophyta from Yunnan Province). Mesozoic Fossils of Yunnan, vol. 1. Nanjing Institute of Geology and Palaeontology Science Press, 65–86 (en chinois, avec résumé en anglais).

Wang Z. & Lu H.-N., 1980. New discovery of Devonian Charophytes from South China with special reference to classification and gyrogonite orientation of Trochiliscals and Sycidiales. *Acta Paleontologica Sinica* **19** (3): 190-200. (en chinois, avec résumé en anglais).

Watelet A., 1866. Description des plantes fossiles du bassin de Paris. Paris. 264 pp.

Wood R. D. & Imahori K., 1965. A revision of the Characeae. 2 vol., 904 p., 394 pl., J. Cramer édit., Weinheim.

LISTE DES FIGURES

- Fig. 1: Les grands traits structuraux du Maghreb
- Fig. 2: Carte géographique du Maghreb et situation des gisements à charophytes étudiés
- Fig. 3: Extrait de la carte géologique du Sahara nord occidental
- Fig. 4: Carte de localisation des différents locus de la Hammada du Dra
- Fig. 5: Log lithostratigraphique du Glib Zegdou
- Fig. 6: Log lithostratigraphique de la coupe contenant le locus HGL4
- Fig. 7: Log lithostratigraphique de la coupe contenant le locus HGL89
- Fig. 8: Log lithostratigraphique de la coupe contenant le locus HGL10
- Fig. 9: Log lithostratigraphique de la coupe contenant le locus HGL90
- Fig. 10: Log lithostratigraphique de la coupe contenant le locus HGL 61
- Fig. 11: Extrait de la carte de Boutaleb n° 170 au 1/50000
- Fig. 12: Log lithostratigraphique du Kef er Rebbab (Hodna)
- Fig. 13: Carte géologique du Maroc (secteur moyen atlas)
- Fig. 14: Localisation des sites d'Achlouj et de Saf, Maroc
- Fig. 15: Log lithostratigraphique d'Achlouj 2
- Fig. 16: Log lithostratigraphique de Saf
- Fig. 17: Log lithostratigraphique dans le flanc sud du synclinal d'El-Koubbat
- Fig. 18: Bassin de Ouarzazate et position du gisement de N'tagourt 2
- Fig. 19: Log lithostratigraphique de la série paléogène du Bassin de Ouarzazate
- Fig. 20: *Chara zeylanica f. elegans* (A. Braun ex T.F. Allen) H. & J. Groves
- Fig. 21: Position des gisements téthysiens à Charophytes à l'Eocène
- Fig. 22: Hypothèse du Golf étroit (d'après Gautier, 1960 ; Gheerbrant *et al.*, 1993)
- Fig. 23: Hypothèse de la mer intérieure (d'après Herbig et Trappe, 1994)
- Fig. 24: Carte paléogéographique simplifiée de l'Eocène inférieur du Maghreb

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1: Légende des figurés des faciès commune à toutes les coupes du présent travail
- Tableau 2: comparaison entre cinq populations du genre *Feistiella*
- Tableau 3: Comparaison entre quatre populations de *Feistiella oblonga*
- Tableau 4: Comparaison entre trois populations de *Feistiella* sp. 1
- Tableau 5: Comparaison entre trois populations de *Feistiella* sp.
- Tableau 6: Comparaison entre trois populations de *Feistiella* sp. 2
- Tableau 7: Comparaison entre quatre populations du genre *Raskyella*
- Tableau 8: Comparaison entre quatre populations du genre *Raskyella*
- Tableau 9: Comparaison entre trois populations du genre *Chara*
- Tableau 10: Comparaison entre quatre populations du genre *Dughiella*
- Tableau 11: Comparaison entre quatre populations du genre *Harrisichara*
- Tableau 12: Comparaison entre trois populations du genre *Harrisichara*
- Tableau 13: Comparaison entre quatre populations du genre *Harrisichara* des gisements d'Algérie
- Tableau 14: Comparaison entre quatre populations du genre *Lamprothamnium*
- Tableau 15: Comparaison entre quatre populations du genre *Maedleriella*
- Tableau 16: Comparaison entre trois populations de *Maedleriella*
- Tableau 17: Comparaison entre quatre populations du genre *Maedleriella*
- Tableau 18: Comparaison entre quatre populations du genre *Maedleriella*
- Tableau 19: Comparaison entre trois populations de *Maedleriella*
- Tableau 20: Comparaison entre toutes les espèces du genre *Maedleriella* de la Hammada du Dra
- Tableau 21: Comparaison entre trois populations du genre *Maedleriella*
- Tableau 22: Comparaison entre trois populations de *Microchara pachythelys*
- Tableau 23: Comparaison entre cinq populations du genre *Microchara*
- Tableau 24: Comparaison entre quatre populations du genre *Microchara*
- Tableau 25: Comparaison entre trois populations de *Nitellopsis (T.) thaleri*
- Tableau 26: Comparaison entre deux populations de *Nitellopsis (T.) dutemplei*
- Tableau 27: Comparaison entre trois populations du genre *Nitellopsis*
- Tableau 28: Comparaison entre trois populations du genre *Nodosochara*
- Tableau 29: Comparaison entre trois populations du genre *Peckichara*

Tableau 30: Comparaison entre deux populations de *P. disermas*

Tableau 31: Comparaison entre deux populations de *Peckichara varians*

Tableau 32: Comparaison entre deux populations de *Platychara*

Tableau 33: Comparaison entre deux populations de *Platychara caudata*

Tableau 34: Comparaison entre trois populations de *Platychara compressa*

Tableau 35: Comparaison entre trois populations de *Platychara*

Tableau 36: Comparaison entre trois populations du genre *Platychara*

Tableau 37: Comparaison entre deux populations affines du genre *Platychara*

Tableau 38: Comparaison entre trois populations du genre *Stephanochara*

Tableau 39: Comparaison entre deux populations du genre *Stephanochara*

Tableau 40: Comparaison entre les deux espèces de *S. diademata*

Tableau 41: Comparaison entre deux populations de *S. apiculata*

Tableau 42: Répartition des charophytes dans les différents locus de la Hammada du Dra

Tableau 43: Répartition des charophytes dans les différents niveaux des gisements d'Achlouj 2 et de Saf (Maroc)

Tableau 44: Extension stratigraphique des charophytes du Glib Zegdou (Hammada du Dra)

Tableau 45: Extension stratigraphique des charophytes de la coupe contenant le locus HGL4

Tableau 46: Extension stratigraphique des charophytes de la coupe contenant le locus HGL10

Tableau 47: Extension stratigraphique des charophytes de la coupe contenant le locus HGL89

Tableau 48: Extension stratigraphique des charophytes de la coupe contenant le locus HGL90

Tableau 49: Extension stratigraphique des charophytes de la coupe contenant le locus HGL61

Tableau 50: Extension stratigraphique des charophytes de Oued Meguerchi

Tableau 51: Extension stratigraphique des charophytes de la coupe d'El-Kohol

Tableau 52: Extension stratigraphique des charophytes de Kef er-Rebbab

Tableau 53: Extension stratigraphique des charophytes de Chott Chergui

Tableau 54: Extension stratigraphique des charophytes de Hadjerat Zennad et Koudiet el-Aldjoun

Tableau 55: Extension stratigraphique des charophytes d'Achlouj 2 (Moyen atlas, Maroc)

Tableau 56: Extension stratigraphique des charophytes de Saf (Moyen atlas, Maroc)

Tableau 57: Extension stratigraphique des charophytes d'el-Koubbat

Tableau 58: Extension stratigraphique des charophytes de N'tagourt 2

Tableau 59: Extension stratigraphique des charophytes du Bassin de Syrte (Libye)

Tableau 60: Biozonation des charophytes du Crétacé supérieur et du Paléogène. Répartition et corrélation avec les gisements de la Hammada du Dra (Algérie)

Tableau 61: Biozonation des charophytes du Crétacé supérieur et du Paléogène. Répartition et corrélation avec les différents gisements d'Algérie (Atlas saharien, Hauts Plateaux et Sahara central)

Tableau 62: Biozonation des charophytes du Crétacé supérieur et du Paléogène. Répartition et corrélation avec les différents gisements du Maroc et de Libye.

Tableau 63 : Répartition des charophytes dans les différents gisements continentaux du Maghreb

Tableau 64: Extension stratigraphique des charophytes dans les gisements continentaux d'âge Crétacé-Paléogène du Maghreb (Algérie, Maroc, Libye)

Tableau 65: Répartition de la faune fossile dans les locus étudiés de la Hammada du Dra

PLANCHE I

Pour toutes les figures, le trait = 100 µm

Fig. 1-3. *Feistiella globosa* Grambast et Gutiérrez (Schudack), Achlouj 2 (Maroc) :

1. Profil ; 2. Apex ; 3. Base

Fig. 4-6. *Feistiella globosa* Grambast et Gutiérrez (Schudack), Chott Chergui (Algérie) :

4. Profil ; 5. Apex ; 6. Base

Fig. 7-9. *Feistiella* aff. *globosa*, Syrte 1 (Libye) :

7. Profil ; 8. Apex ; 9. Base

Fig. 10-12. *Feistiella oblonga* Grambast, Achlouj 2 (Maroc) :

10-11. Profils ; 12. Apex

PLANCHE II

Pour toutes les figures, le trait = 100 µm

Fig. 1-2. *Feistiella oblonga* Grambast, Achlouj 2 (Maroc) :

1. Apex ; 2. Base

Fig. 3-5. *Feistiella oblonga* Grambast, Kef er Rebbab (Algérie) :

3. Profil ; 4. Apex ; 5. Base

Fig. 6-8. *Feistiella oblonga* Grambast, Chott Chergui (Algérie) :

6. Profil ; 7. Apex ; 8. Base

Fig. 9-12. *Feistiella* aff. sp. 1, Saf (Maroc) :

9-10. Profil ; 11-12. Apex

PLANCHE III

Pour toutes les figures, le trait = 100 µm

Fig. 1. *Feistiella* aff. sp. 1 : Base, Saf (Maroc)

Fig. 2-4. *Feistiella* sp. 1 Massieux, Chott Chergui (Algérie) :

2. Profil ; 3. Apex ; 4. Base

Fig. 5-8. *Feistiella* sp. 1 Massieux, El-Koubbat (Maroc) :

5-6. Profil ; 7. Apex ; 8. Base

Fig. 9-11. *Feistiella* sp. 2 Massieux, Chott Chergui (Algérie) :

9-10. Profil ; 11. Apex

Fig. 12. *Feistiella* sp. 2 Massieux : Profil, El-Koubbat (Maroc)

PLANCHE IV

Pour toutes les figures, le trait = 100 µm

Fig. 1-3. *Feistiella* sp. 2 Massieux, El-Koubbat (Maroc) :

1. Profil ; 2. Apex ; 3. Base

Fig. 4-9. *Raskyella* sp. Hammada du Dra (Algérie) :

4-5. Profil ; 6-7. Apex ; 8-9. Base

Fig. 10-12. *Chara* sp. Hammada du Dra (Algérie) :

10-11. Profil ; 12. Base

PLANCHE V

Pour toutes les figures, le trait = 100 μ m

Fig. 1. *Dughiella* sp. : Profil, Achlouj 2 (Maroc)

Fig. 2. *Dughiella* sp. : Profil, Syrte 1 (Libye)

Fig. 3- 7. *Harrisichara* aff. *leptocera*, HGL4 (Hammada du Dra, Algérie) :

3-4. Profil ; 5-6. Apex ; 7. Base

Fig. 8- 10. *Harrisichara* aff. *leptocera*, HGL51 (Hammada du Dra, Algérie) :

8-9. Profil ; 10. Apex

Fig. 11- 12. *Harrisichara* sp. 1, HGL51 (Hammada du Dra, Algérie) :

11. Profil ; 12. Base

PLANCHE VI

Pour toutes les figures, le trait = 100 μ m

Fig. 1-6. *Harrisichara* sp. 2, Oued Meguerchi (Algérie):

1-3. Profil ; 4-5. Apex ; 6. Base

Fig. 7-9. *Harrisichara* sp. 3, El-Kohol (Algérie) :

7-8. Profil ; 9. Base

Fig. 10-12. *Harrisichara* sp. 4 : Profils, Chott Chergui (Algérie)

PLANCHE VII

Pour toutes les figures, le trait = 100 μ m

Fig. 1-2. *Lamprothamnium priscum* Castel et Grambast, Syrte 2 (Libye) :

1. Profil ; 2. Apex

Fig. 3-6. *Lamprothamnium* sp. 1, Achlouj 2 (Maroc) :

3-4. Profil ; 5. Apex ; 6. Base

Fig. 7. *Lamprothamnium* sp. 2 : Profil Chott Chergui (Algérie)

Fig. 8. *Maedleriella* sp. 1 : Profil, Kef er Rebbab (Algérie)

Fig. 9-12. *Maedleriella* sp. 2: Profils, N'Taggourt 2 (Maroc)

PLANCHE VIII

Pour toutes les figures, le trait = 100 μ m

Fig. 1-2. *Maedleriella* sp. 2, N'Taggourt 2 (Maroc) :

1. Apex ; 2. Base

Fig. 3-4. *Maedleriella* sp. 3 : Profils, HGL50 (Hammada du Dra, Algérie)

Fig. 5-11. *Maedleriella* sp. 4, HGL51 (Hammada du Dra, Algérie) :

5-7. Profil ; 8-9. Apex ; 10-11. Base

Fig. 12. *Maedleriella* sp. 4 : Profil, HGL10 (Hammada du Dra, Algérie)

PLANCHE IX

Pour toutes les figures, le trait = 100 μ m

Fig. 1-3. *Maedleriella* sp. 4, HGL10 (Hammada du Dra, Algérie) :

1. Apex ; 2-3. Base

Fig. 4-9. *Maedleriella* sp. 5, HGL50 (Hammada du Dra, Algérie) :

4-6. Profil ; 7-8. Apex ; 9. Base

Fig. 10-11. *Maedleriella* sp. 6, N'Taggourt 2 (Maroc) :

10. Profil ; 11-12. Apex

PLANCHE X

Pour toutes les figures, le trait = 100 µm

Fig. 1-2. *Microchara* aff. *pachythelys* : Profils, Kef er Rebbab (Algérie) :

Fig. 3-6. *Microchara* aff. *parazensis* Kef er Rebbab (Algérie) :

3-5. Profil ; 6. Apex

Fig. 7-8. *Microchara* sp. : Profil, HGL51 (Hammada du Dra, Algérie)

Fig. 9-12. *Nitellopsis* (*T.*) *thaleri*, N'Tagourt 2 (Maroc) :

9-10. Profil ; 11. Apex ; 12. Base

PLANCHE XI

Pour toutes les figures, le trait = 100 µm

Fig. 1-4. *Nitellopsis* (*T.*) *thaleri*, HGL10 (Hammada du Dra, Algérie) :

1-2. Profil, 3. Apex ; 4. Base

Fig. 5-6. *Nitellopsis* (*T.*) *thaleri*, HGL51 (Hammada du Dra, Algérie) :

5. Profil, 6. Apex

Fig. 7-8. *Nitellopsis* (*T.*) *thaleri* : Profils, HGL90 (Hammada du Dra, Algérie)

Fig. 9-10. *Nitellopsis* (*T.*) *dutempei* : Profils, El-Kohol (Algérie)

Fig. 11-12. *Nitellopsis* (*T.*) sp., N'Tagourt 2 (Maroc) :

11. Profil, 12. Apex

PLANCHE XII

Pour toutes les figures, le trait = 100 µm

Fig. 1-2. *Nodosochara* aff. *jobbae*, Hammada du Dra (Algérie) :

1. Profil, 2. Apex

Fig. 3-5. *Peckichara* cf. *llobregatensis*, Saf (Maroc) :

3. Profil ; 4. Apex ; 5. Base

Fig. 6-9. *Peckichara* cf. *disermas*, El-Kohol (Algérie) :

6-7. Profil ; 8. Apex ; 9. Base

Fig. 10-12. *Peckichara varians*, HGL51, HGL 52 (Hammada du Dra, Algérie) :

10. Profil ; 11-12. Apex

PLANCHE XIII

Pour toutes les figures, le trait = 100 µm

Fig. 1-3. *Peckichara* sp., N'Tagourt 2 (Maroc) :

1. Profil ; 2. Apex ; 3. Base

Fig. 4-8. *Platychara* aff. *turbinata*, Chott Chergui (Algérie) :

4-6. Profil ; 7-8. Base

Fig. 9-11. *Platychara caudata*, Kef er Rebbab (Algérie) :

9-10. Profil ; 11. Apex

Fig. 12. *Platychara compressa* : Profil, Chott Chergui (Algérie)

PLANCHE XIV

Pour toutes les figures, le trait = 100 µm

Fig. 1-5. *Platychara compressa*, Chott Chergui (Algérie) :

1-2. Profil ; 3-4. Apex ; 5. Base

Fig. 6-8. *Platychara* sp. 1, Kef er Rebbab (Algérie) :

- 6-7. Profil ; 8. Base
 Fig. 9-10. *Platychara* sp. 2, Achlouj 2 (Maroc) :
 9. Profil ; 10. Apex
 Fig. 11. *Platychara* sp. 3 : Profil, Chott Chergui (Algérie)
 Fig. 12. *Stephanochara* aff. *acris* sp. 3 : Profil, HGL51 (Hammada du Dra, Algérie)

PLANCHE XV

- Pour toutes les figures, le trait = 100 µm
 Fig. 1-3. *Stephanochara* aff. *acris*, HGL51 (Hammada du Dra, Algérie) :
 1. Profil ; 2. Apex ; 3. Base
 Fig. 4-5. *Stephanochara* aff. *acris*, HGL10 (Hammada du Dra, Algérie) :
 4. Profil ; 5. Base
 Fig. 6-8. *Stephanochara* aff. *acris*, HGL4 (Hammada du Dra, Algérie) :
 6. Profil ; 7. Apex ; 8. Base
 Fig. 9. ? *Stephanochara* sp. 1 : Profil HGL4 (Hammada du Dra, Algérie) :
 Fig. 10-12. ? *Stephanochara* sp. 1, HGL90 (Hammada du Dra, Algérie) :
 10-11. Profil ; 12. Apex

PLANCHE XVI

- Pour toutes les figures, le trait = 100 µm
 Fig. 1-2. ? *Stephanochara* sp. 1 : Profils, Syrte 2 (Libye)
 Fig. 3-5. *Stephanochara* aff. *fortis* : Profils, Syrte 2 (Libye)
 Fig. 6-7. ? *Stephanochara* sp. : Profils, Achlouj 2 (Maroc)
 Fig. 8-9. *Stephanochara* sp. 1 : Profils, Chott Chergui (Algérie)
 Fig. 10-12. *Strobilochara diademata*, Achlouj 2 (Maroc) :
 10-11. Profil ; 12. Apex

PLANCHE XVII

- Pour toutes les figures, le trait = 100 µm
 Fig. 1-5. *Strobilochara apiculata*, Achlouj 2 (Maroc) :
 1-2. Profil ; 3-4. Apex ; 5. Base
 Fig. 6. ? *Strobilochara* sp. 1 : Profil, Achlouj 2 (Maroc)
 Fig. 7-8. ? *Sphaerochara* sp. : Profils, Syrte 1 (Libye)
 Fig. 9-12. Restes végétatifs de charophytes
 9. *Peckisphaera bessediki* Mebrouk & Feist portées par un nœud avec la présence de cellules bractées
 10 : fragments de tige cortiquée
 11 : Nœuds de rachis, tube central (cellule inter-nodale) avec 8 pleuridies (tubes périphériques ou cellules cortiquantes)
 12 : rameau végétatif portant la trace de trois fructifications (gyrogonites)

PLANCHE I

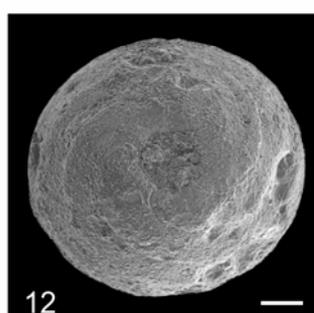
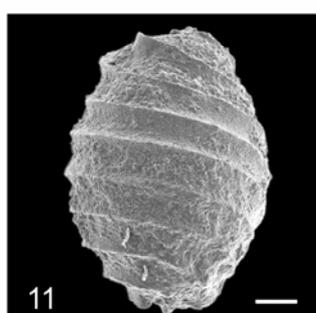
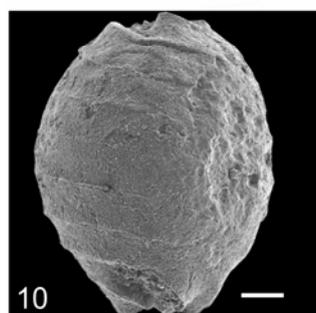
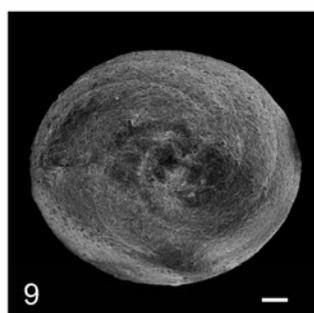
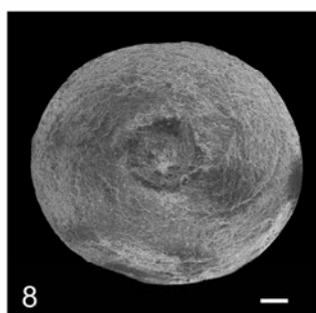
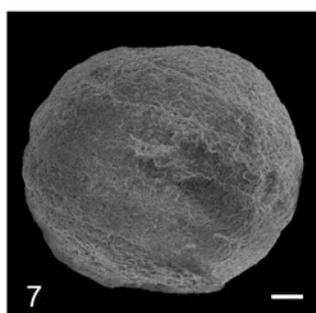
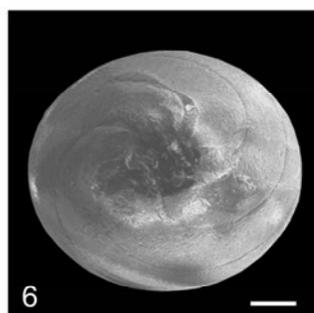
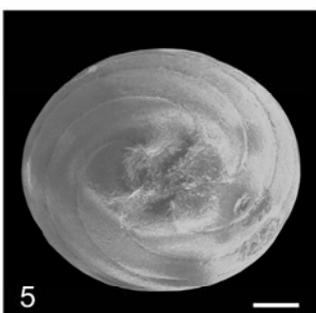
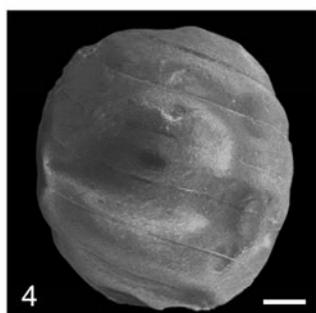
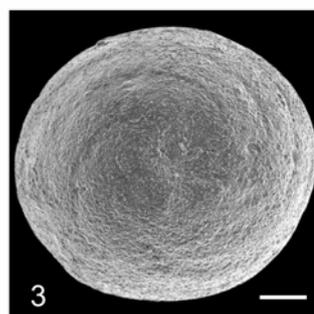
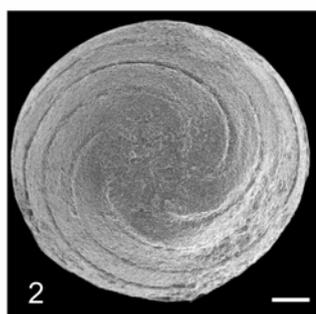
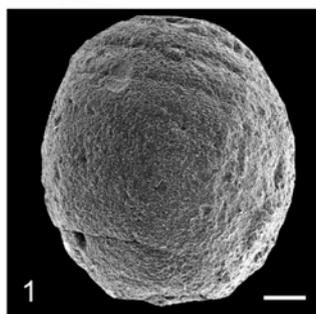


PLANCHE II

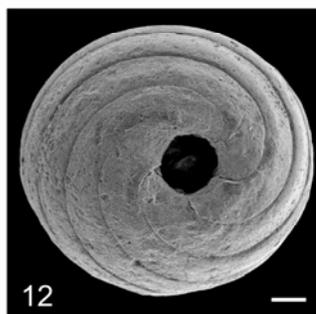
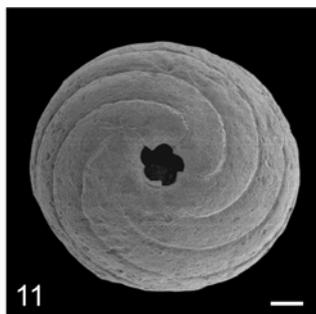
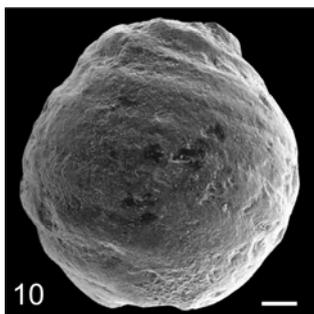
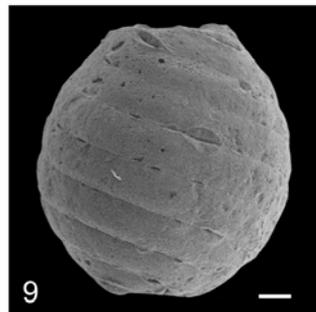
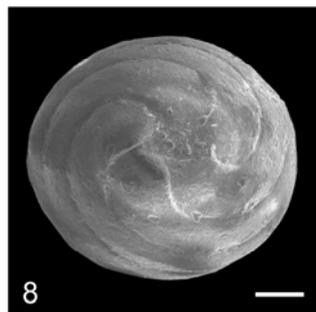
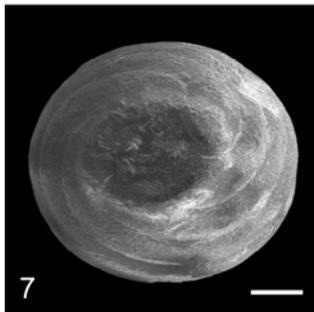
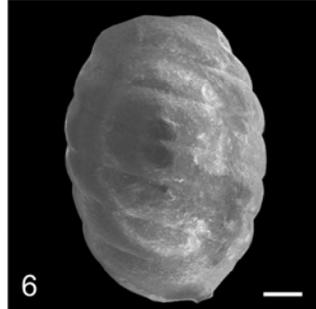
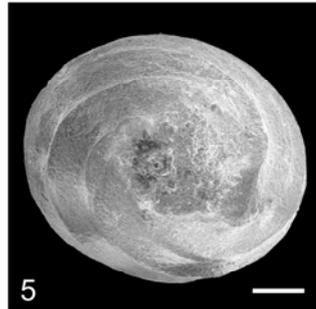
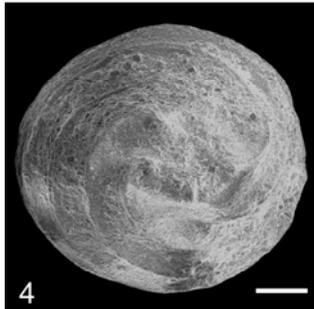
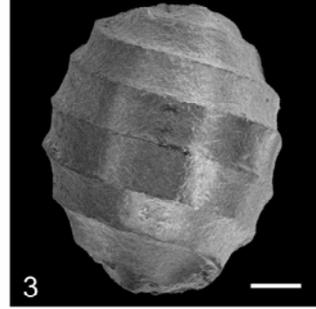
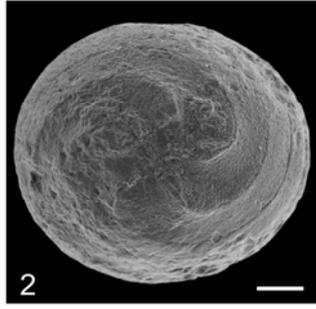
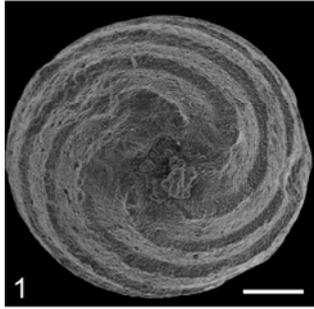


PLANCHE III

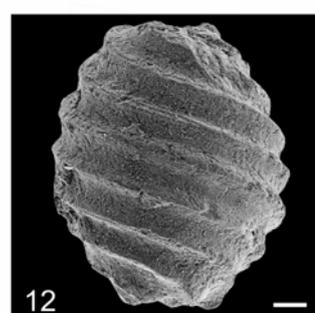
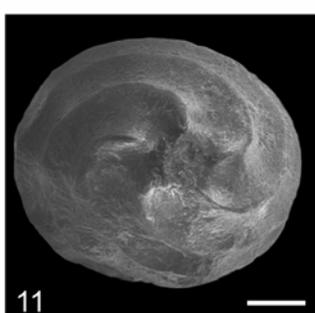
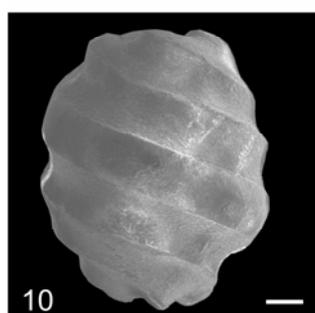
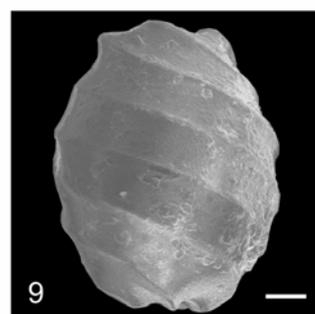
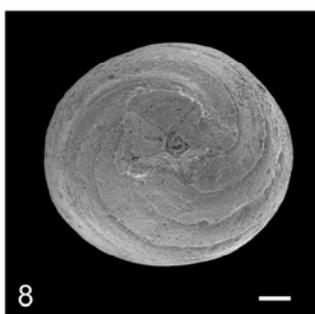
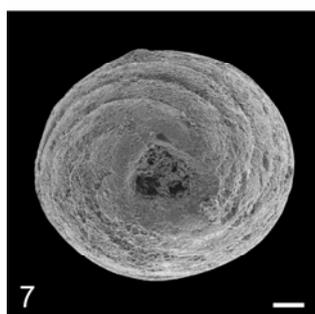
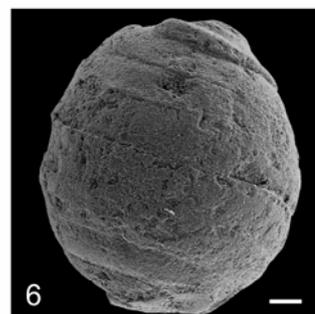
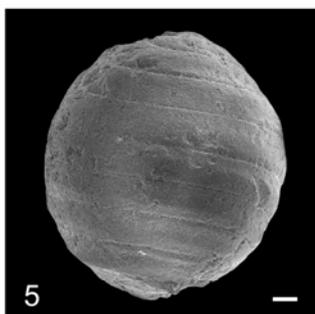
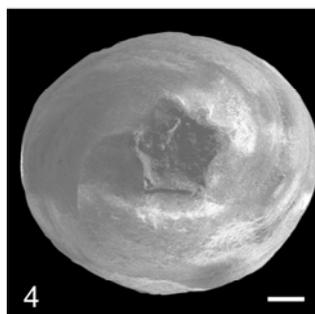
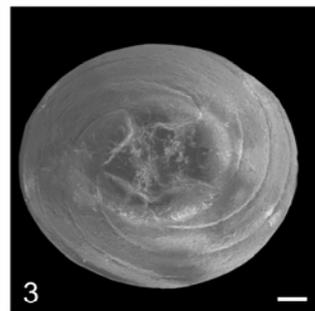
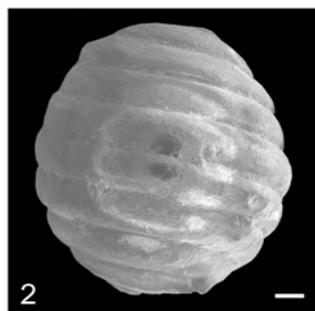
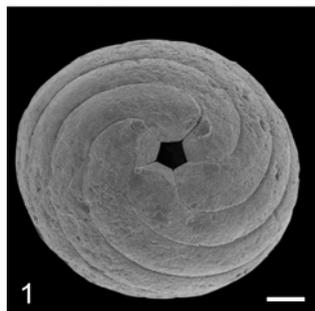


PLANCHE IV

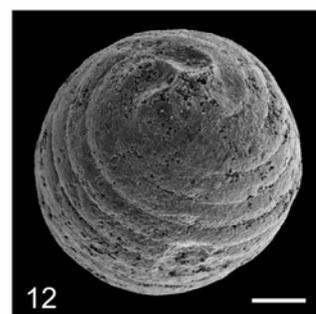
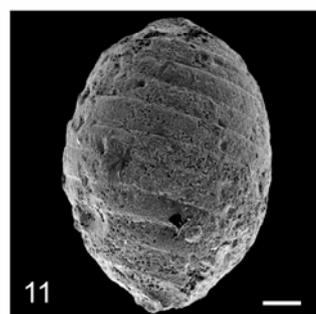
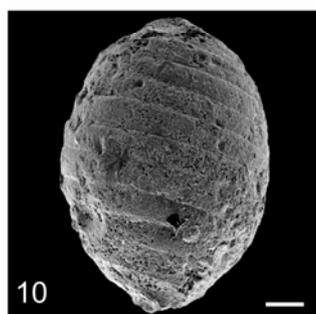
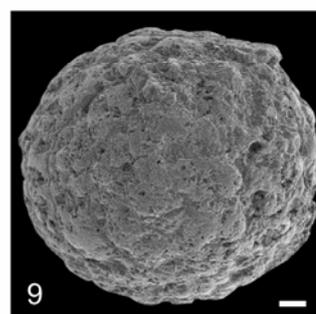
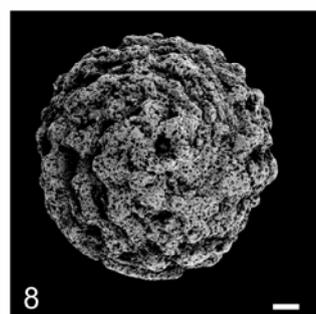
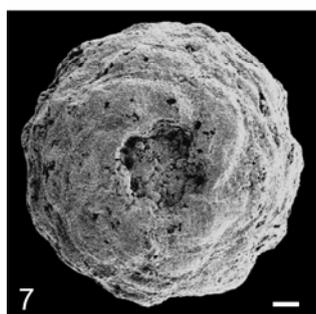
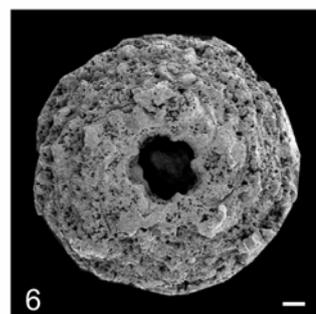
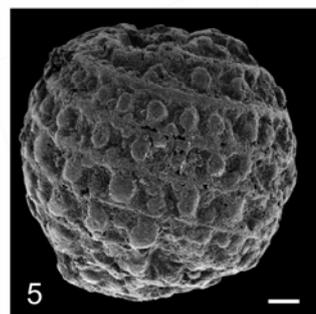
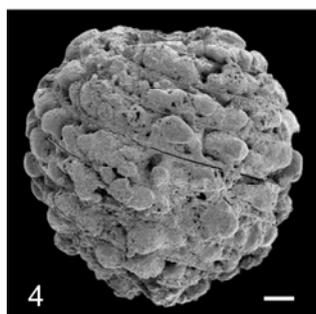
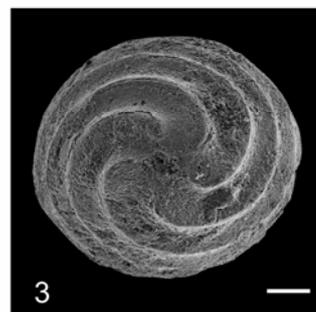
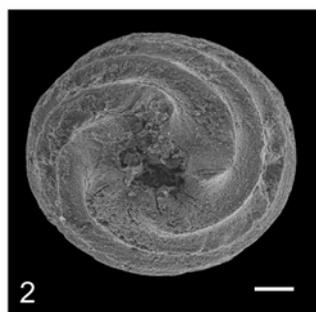
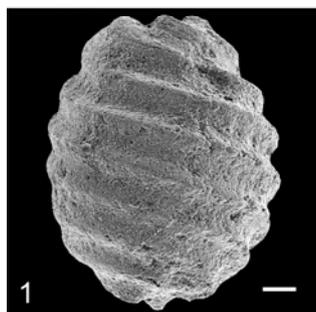


PLANCHE V

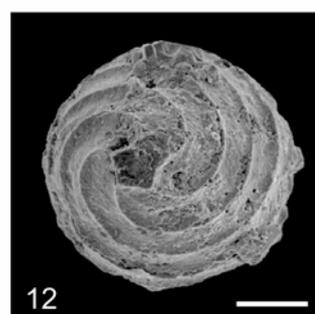
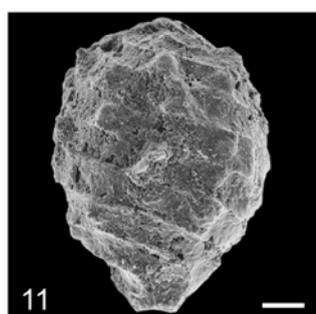
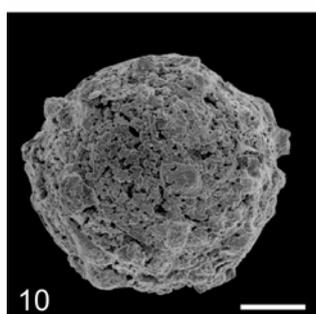
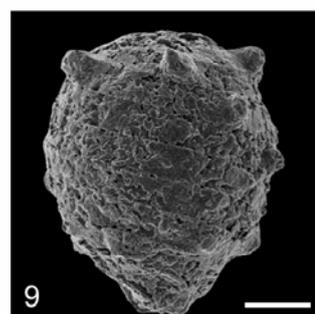
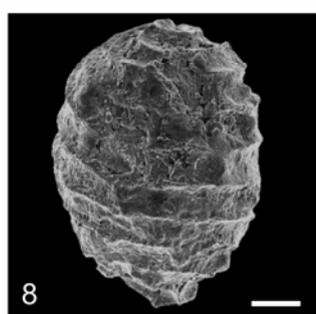
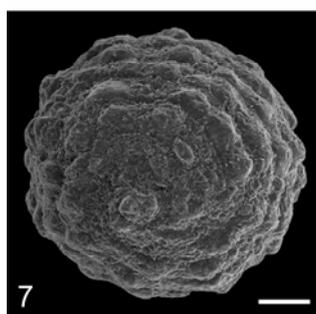
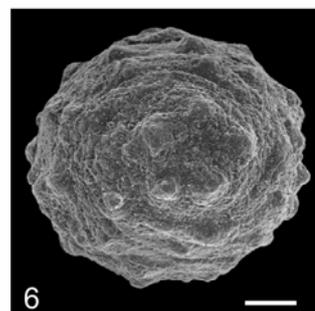
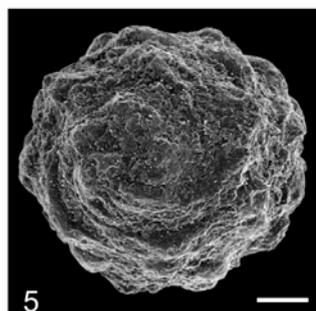
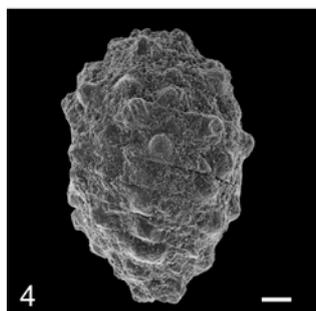
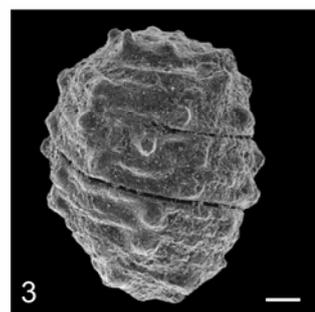
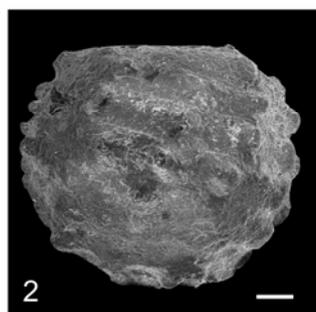
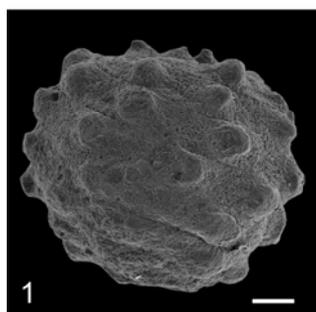


PLANCHE VI

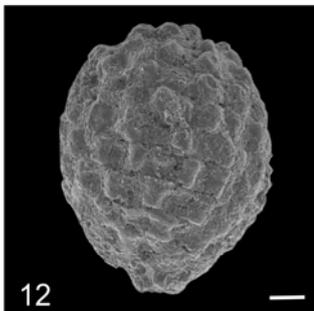
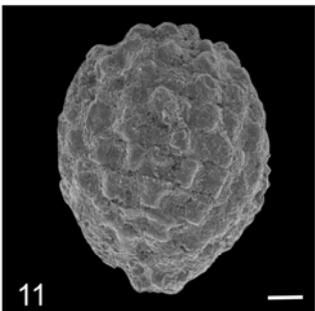
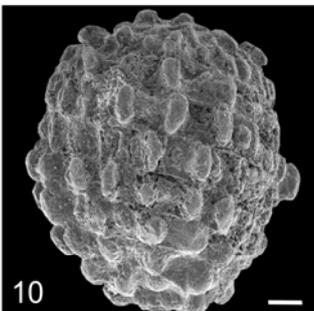
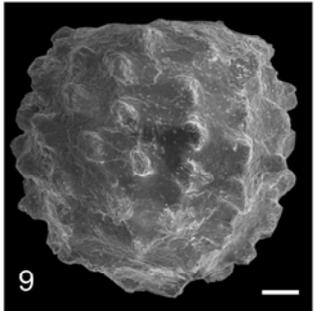
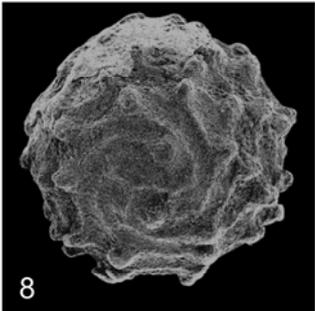
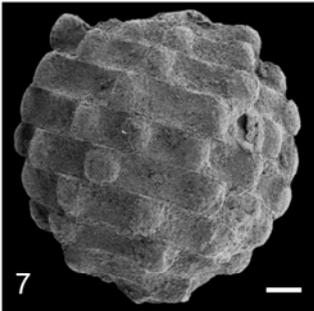
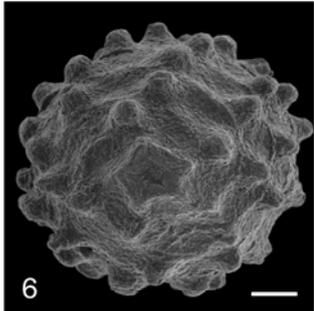
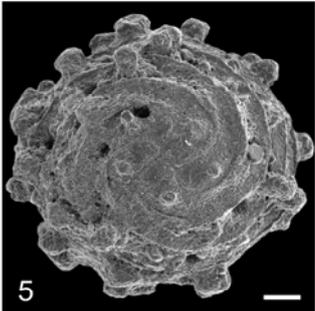
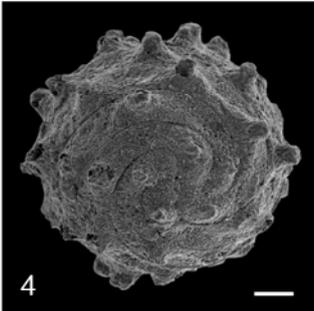
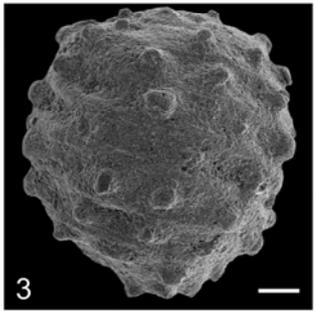
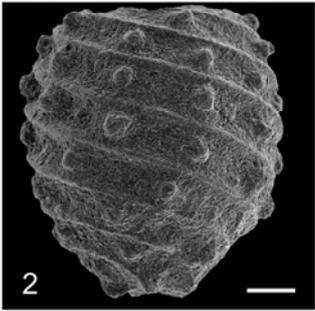
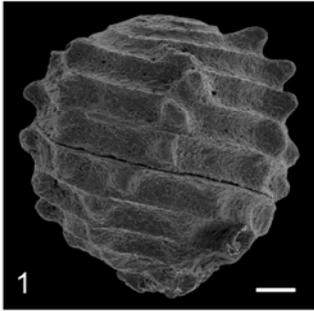


PLANCHE VII

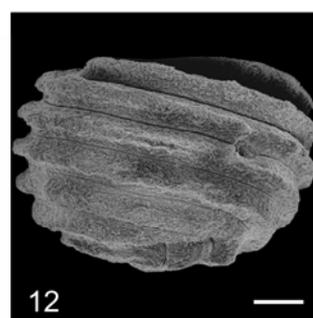
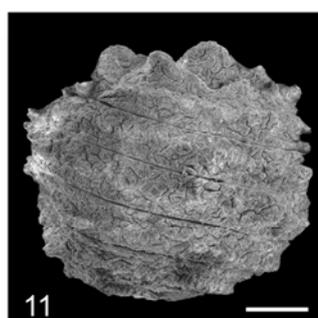
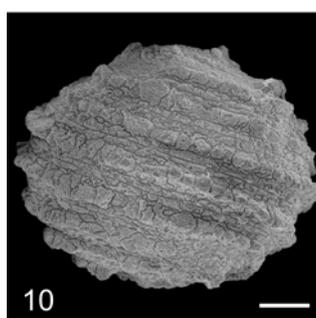
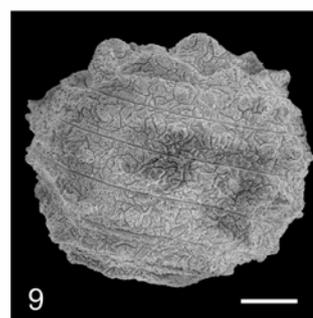
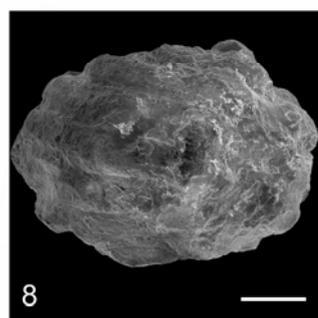
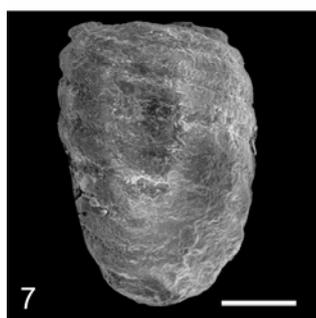
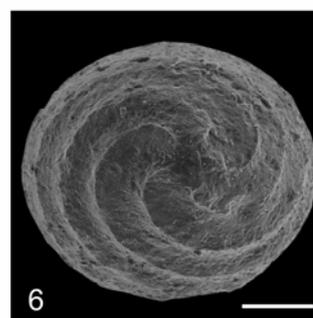
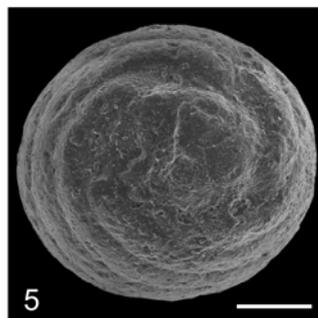
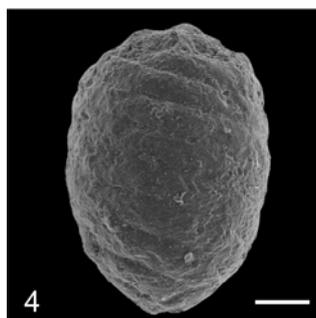
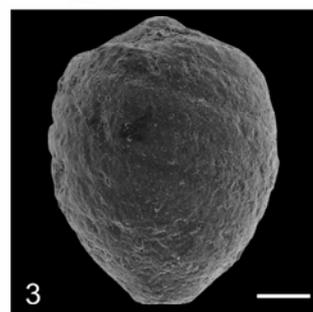
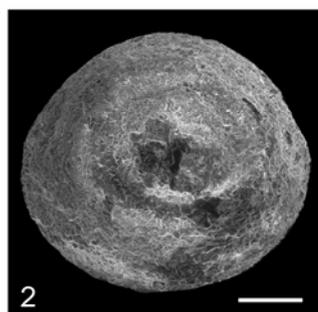
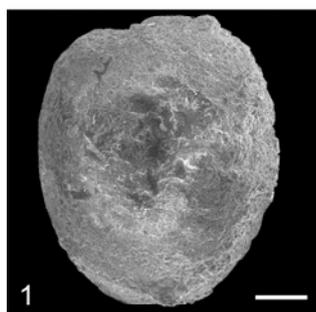


PLANCHE VIII

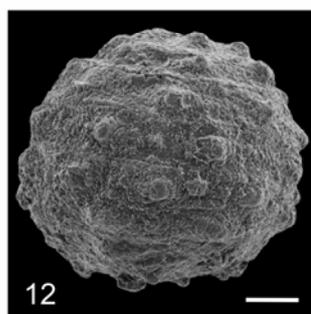
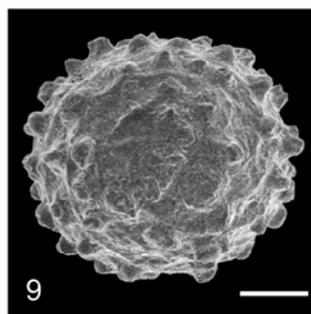
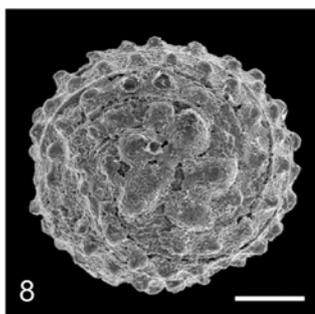
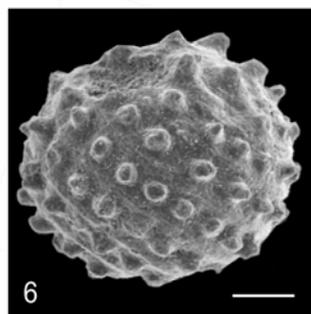
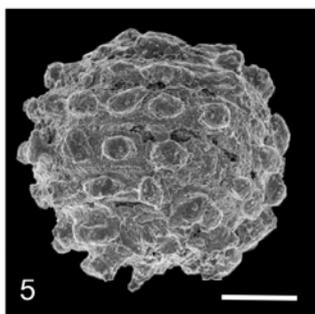
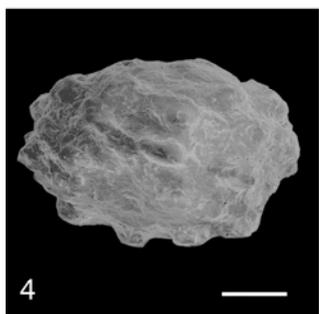
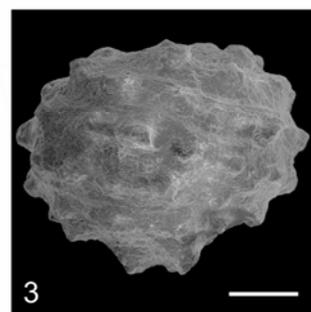


PLANCHE IX

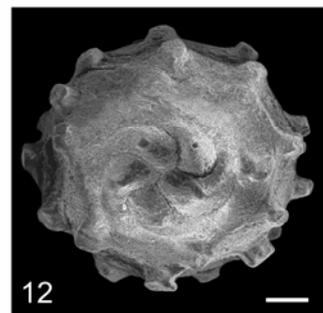
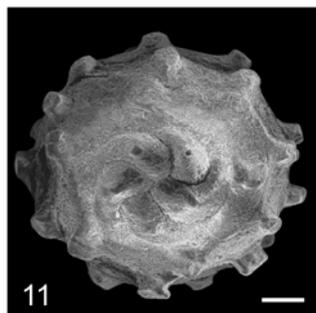
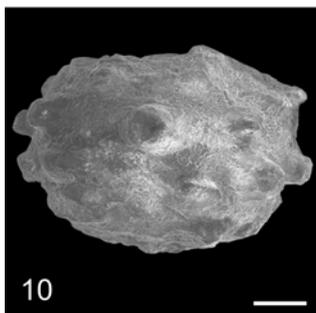
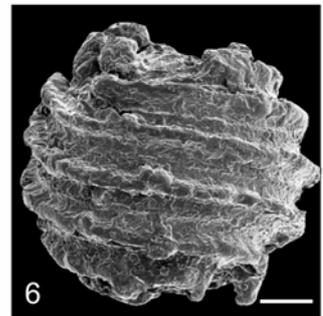
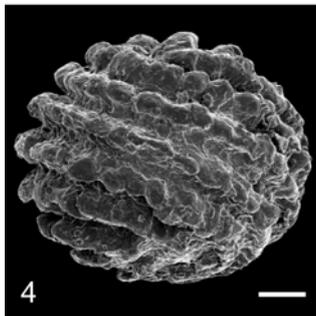
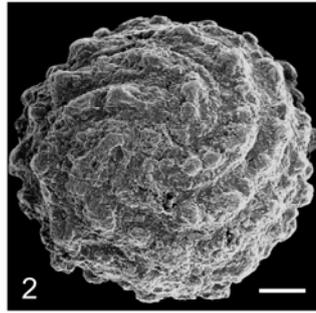
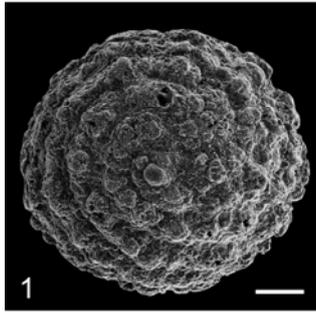


PLANCHE X

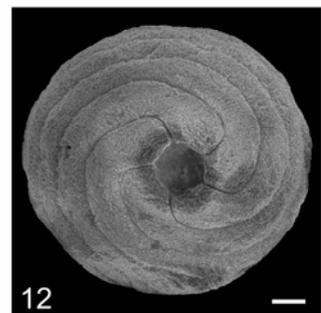
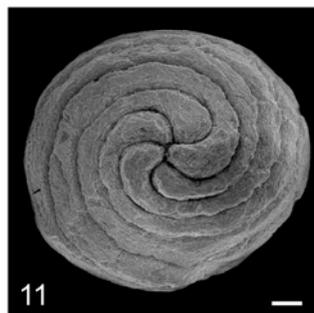
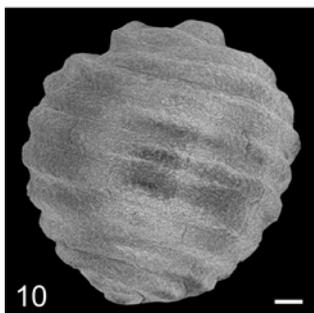
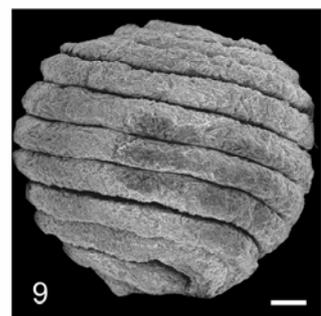
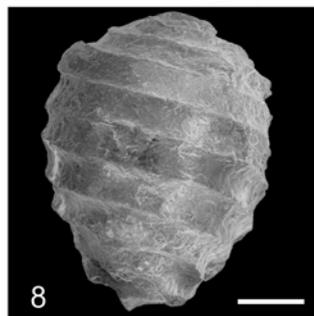
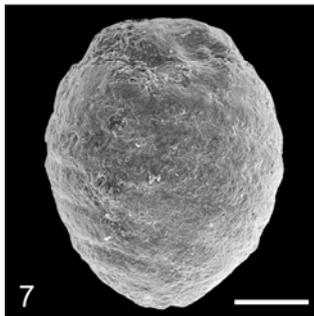
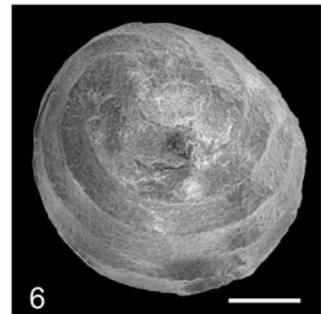
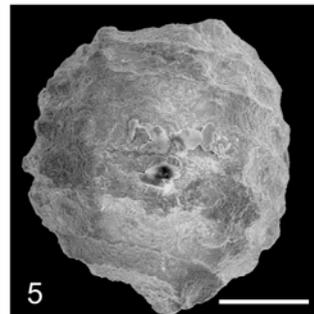
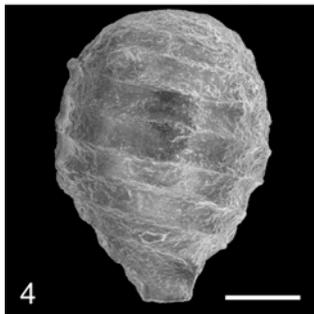
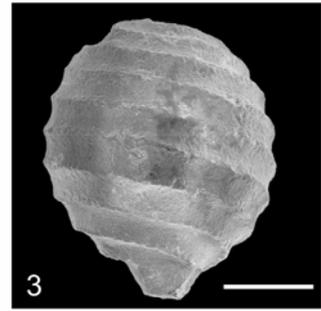
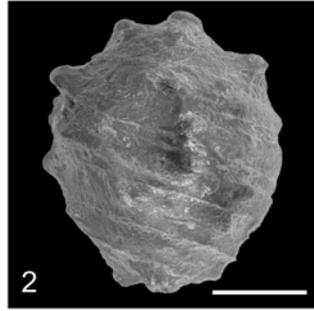
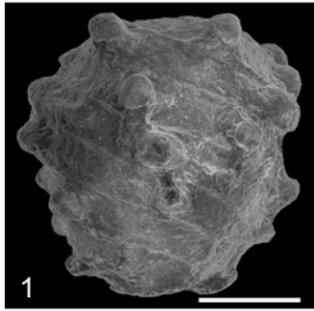


PLANCHE XI

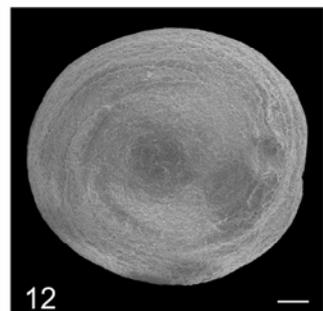
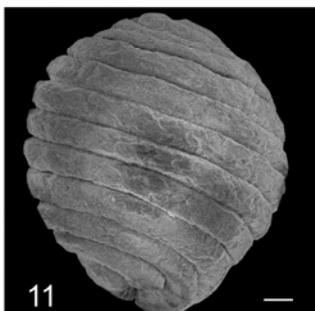
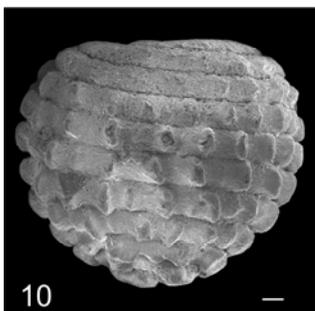
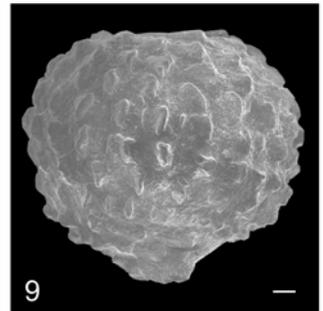
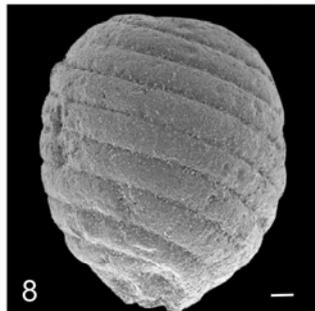
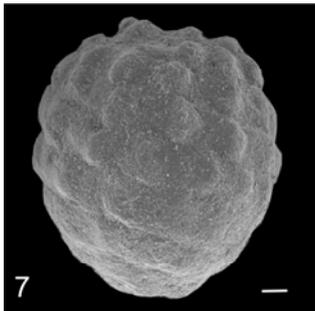
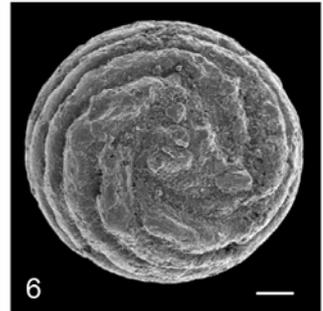
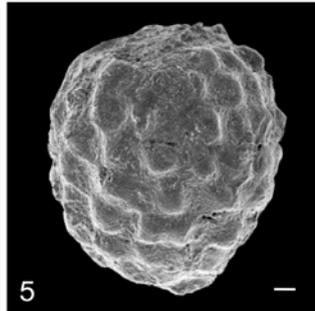
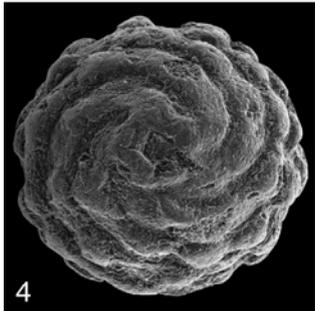
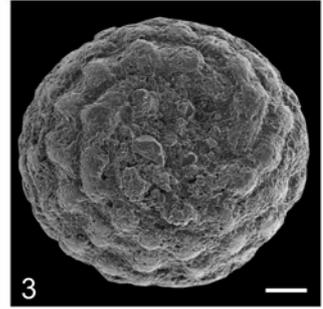
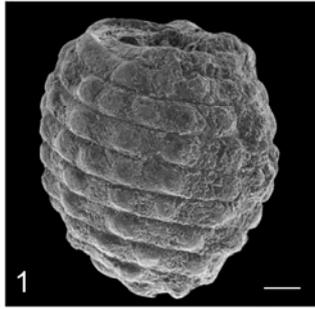


PLANCHE XII

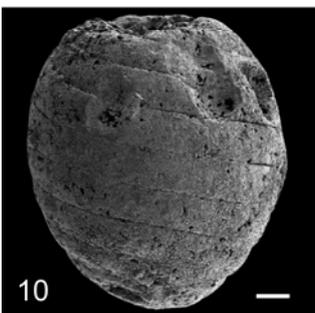
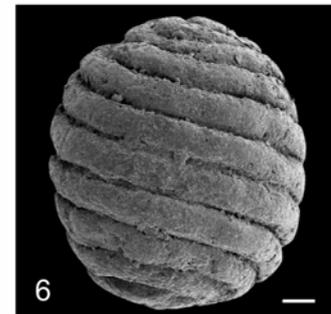
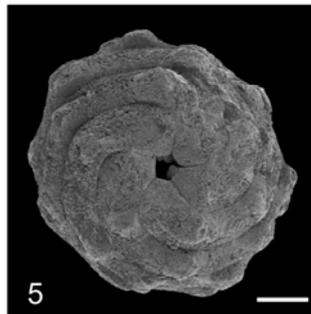
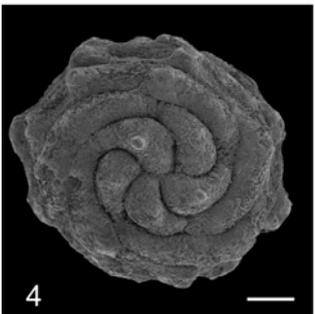
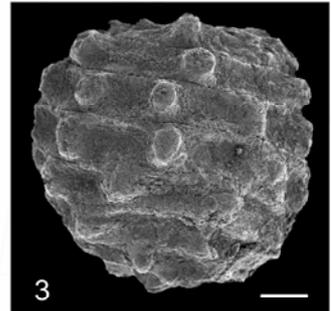
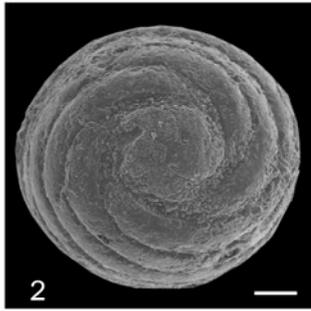


PLANCHE XIII

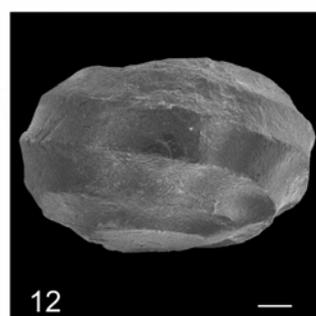
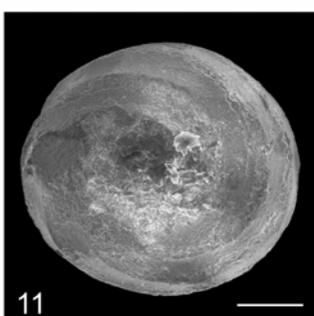
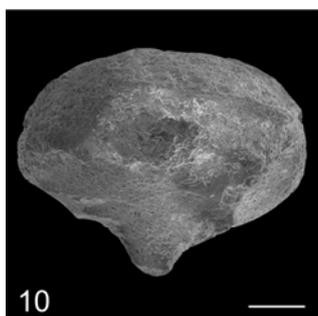
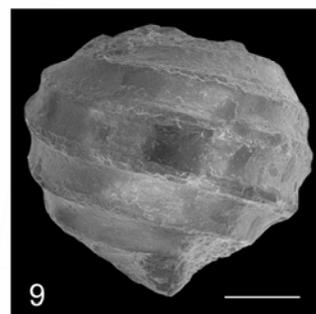
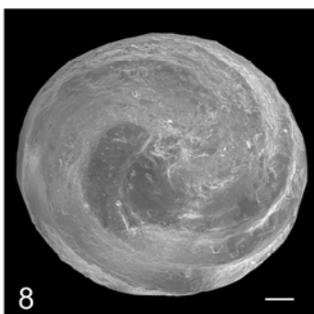
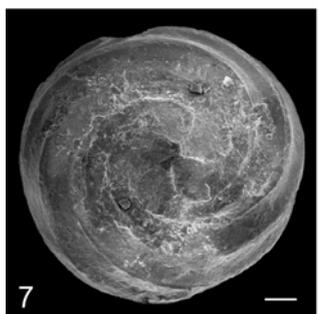
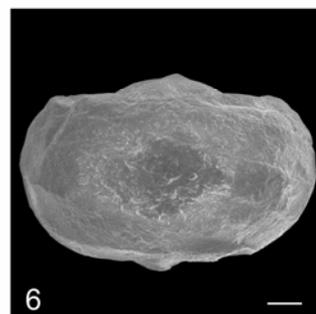
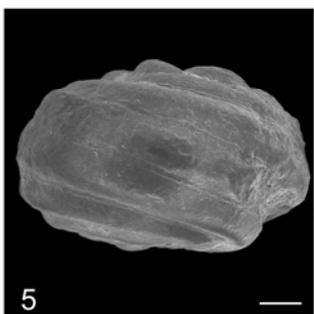
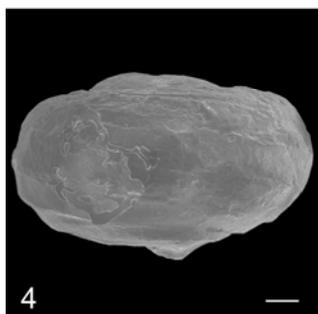
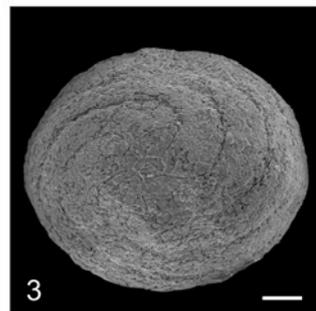
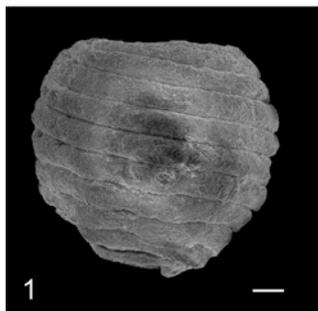


PLANCHE XIV

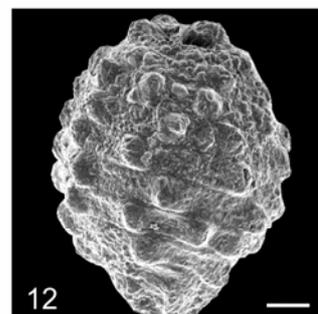
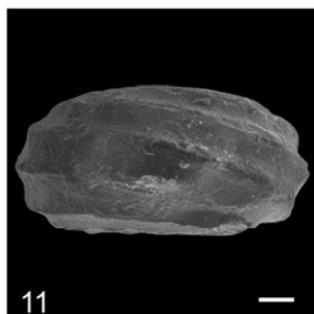
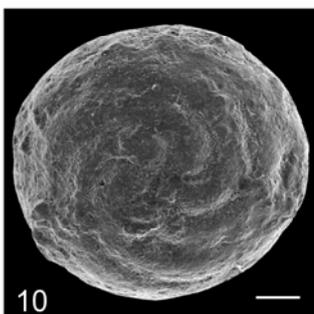
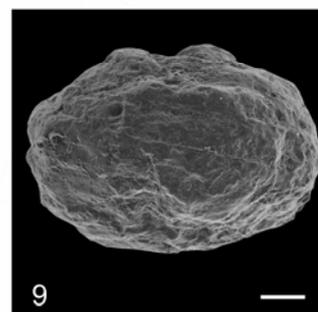
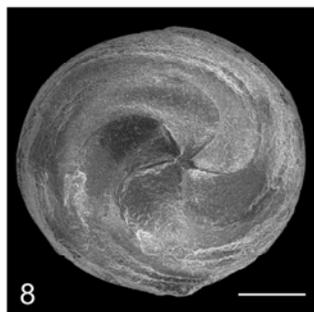
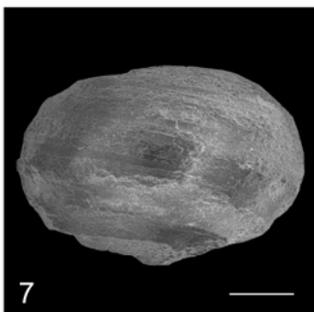
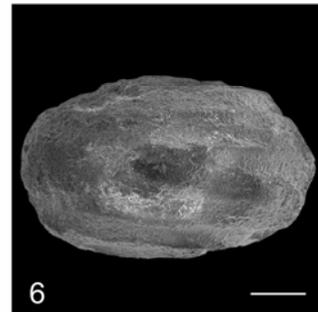
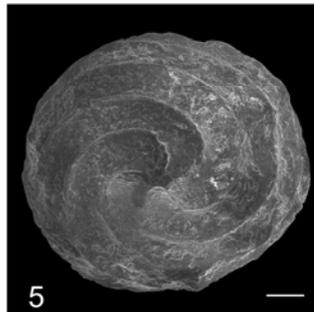
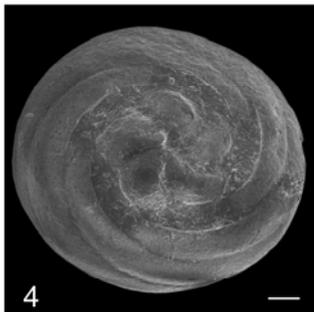
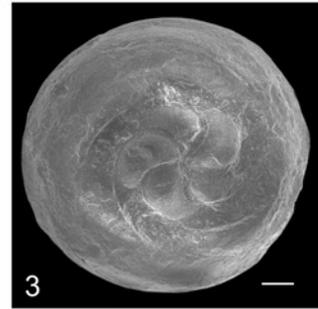
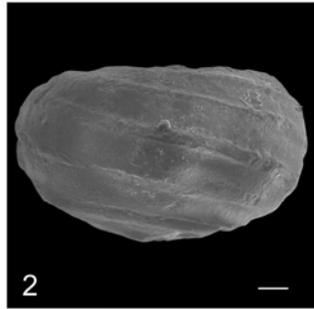
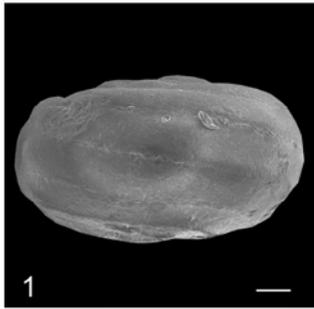


PLANCHE XV

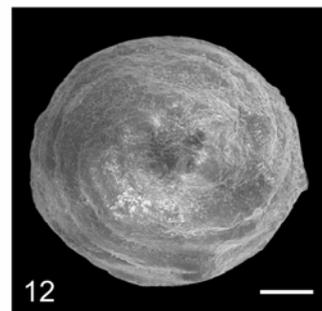
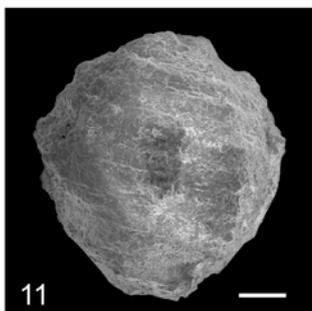
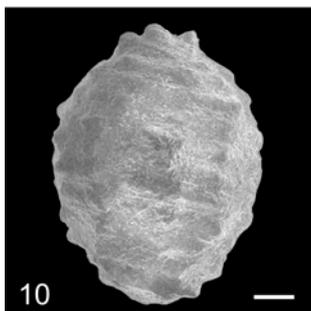
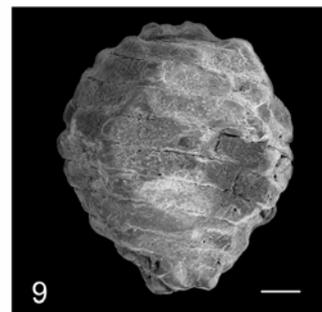
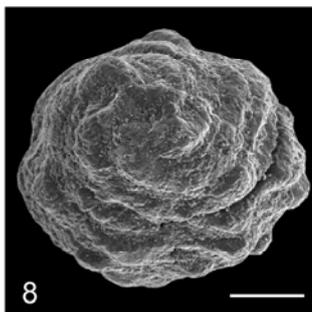
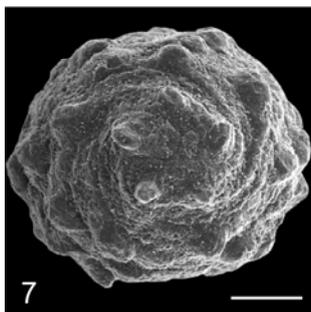
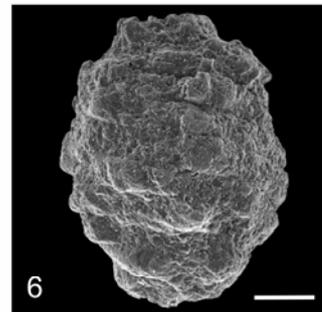
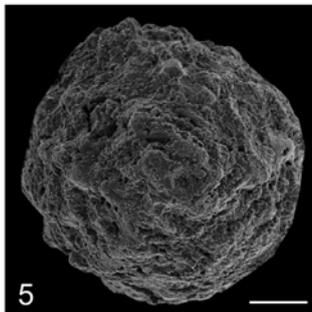
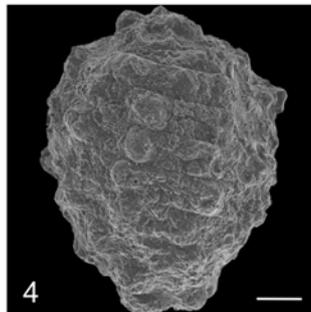
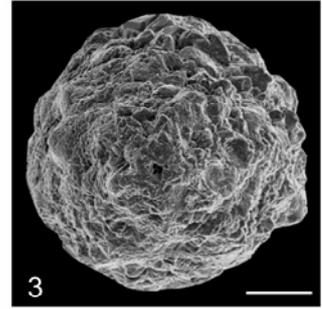
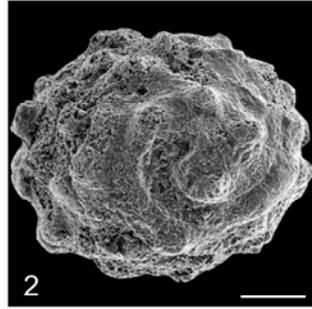
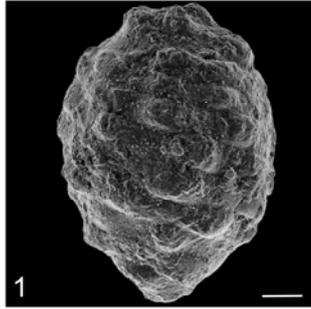


PLANCHE XVI

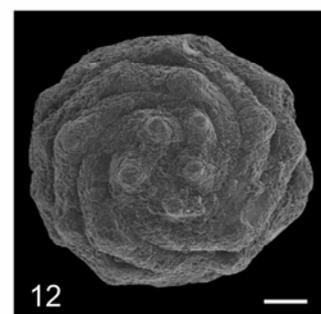
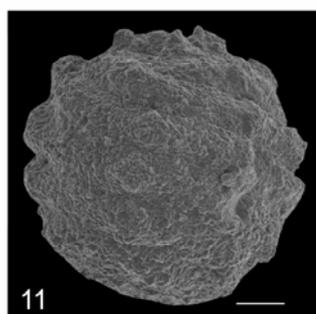
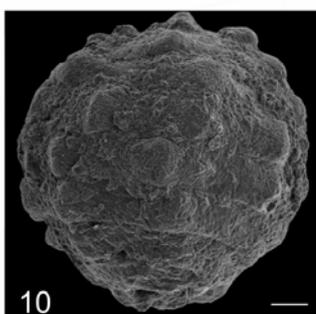
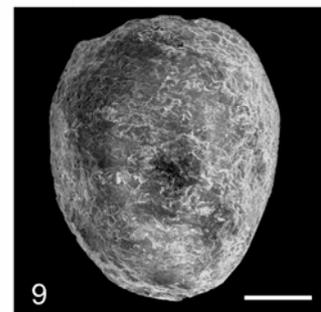
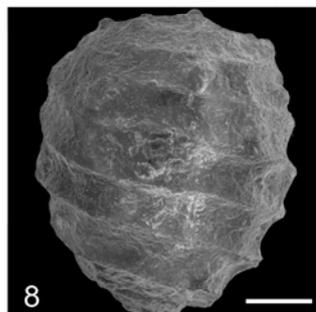
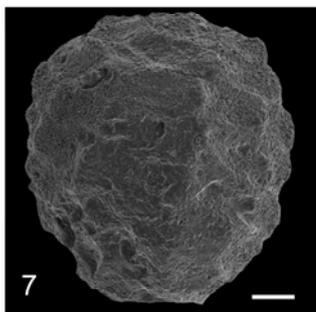
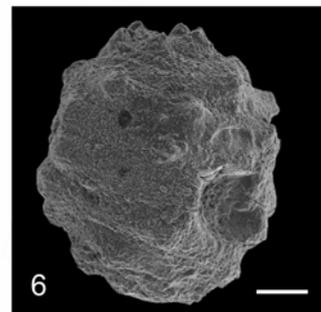
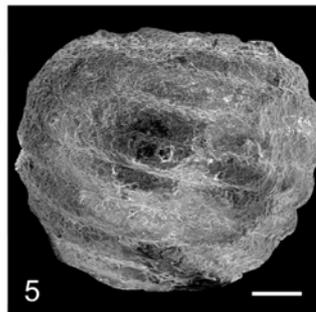
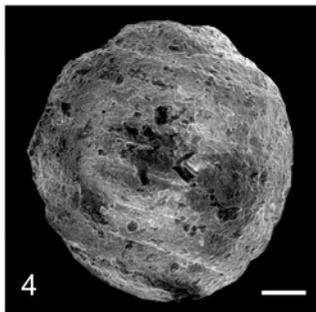
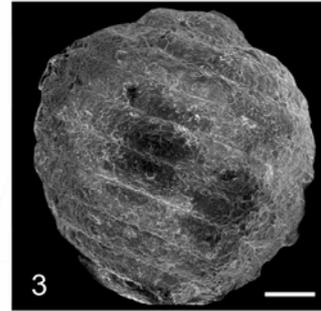
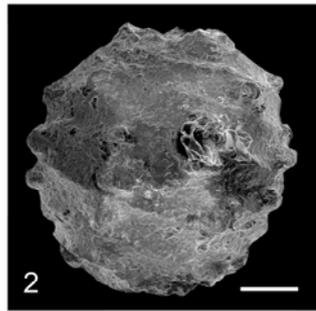
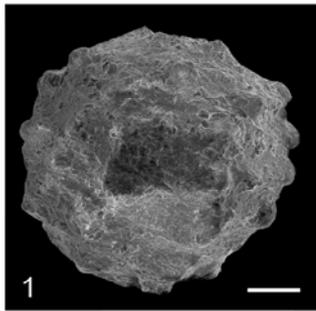


PLANCHE XVII

