

REVUE DE

VOLUME 34(1) – 2015

PALÉOBIOLOGIE

mséum
genève

Une institution
Ville de Genève

www.museum-geneve.ch



Nouvelles données sédimentologiques et paléontologiques (charophytes, ostracodes, coquille d'œuf de dinosaure) sur la Formation du Tigri (Sénonien des Hauts Plateaux méridionaux, Maroc oriental); paléoenvironnements et évolution paléogéographique

Hamid HADDOUMI¹, Fateh MEBROUK², Bernard ANDREU³, Rodolphe TABUCE⁴,
Monique VIANEY-LIAUD⁴, Henri CAPPETTA⁴, Khalida BENSAAD¹ & André CHARRIÈRE⁵

- 1 Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Mohammed I^{er}; BP. 524; 60000 Oujda, Maroc. E-mail: haddoumihamid@yahoo.fr.
- 2 Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement, F.S.T.U. Université d'Oran 2 et Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, F. S. N. V., Université de Jijel, B.P. 98 cité Ouled Aissa, 18000 Jijel, Algérie. E-mail: mebrouk06@yahoo.fr.
- 3 GET (Géosciences Environnement Toulouse), Université Paul Sabatier, Toulouse III, CNRS, IRD, OMP, Thématique Couplage Lithosphère-Océan-Atmosphère (LOA), 14 Av. E. Belin, F-31400 Toulouse, France. E-mail: bernard.andreu@get.omp.eu, <http://www.get.obs-mip.fr/>
- 4 Equipe Paléontologie, Cc 064, Institut des Sciences de l'Évolution (UM2, CNRS, IRD, EPHE), Université Montpellier, Place Eugène Bataillon F-34095 Montpellier cedex 5, France. E-mail: rodolphe.tabuce@univ-montp2.fr; monique.vianey-liaud@univ-montp2.fr; henri.cappetta@univ-montp2.fr.
- 5 26, rue Jean Pierre Chabrol, F-34740 Vendargues, France. E-mail: andre.charriere73@orange.fr.

Résumé

Dans les Hauts Plateaux méridionaux (Maroc oriental), des études stratigraphiques, paléontologiques et sédimentologiques ont été réalisées dans la série détritique rouge (grès et conglomérats de la Formation du Tigri) qui succède aux dépôts marins du Céno-mano–Turonien. La partie inférieure de la Formation du Tigri comporte cinq incursions marines ou laguno-marines avec des faunes oligospécifiques de petits foraminifères benthiques et d'ostracodes marins. La partie supérieure continentale de la formation a livré deux gisements de microfossiles : i) le premier contient des ostracodes dulçaquicoles à oligohalins, des charophytes (*Mesochara* sp.), un fragment de coquille d'œuf de dinosaurien (*Pseudomegaloolithus atlasi*), mais également un niveau riche en radioles d'oursins marquant une ultime incursion marine crétacée; ii) le second renferme uniquement des charophytes (*Mesochara ameghinoi* et *Stephanochara* sp.).

D'importantes déformations synsédimentaires enregistrées dans la partie inférieure de la série témoignent de l'instabilité régionale associée à la création des premiers bassins sénoniens dans un contexte de tectonique extensive.

La synthèse des données obtenues, confrontée à celles connues dans d'autres régions du Maroc, permet de préciser le contexte paléogéographique en montrant que les influences de l'Atlantique, même ténues, se sont manifestées fréquemment sur les Hauts Plateaux méridionaux au cours du Sénonien.

Mots-clés

Charophytes, Ostracodes, coquille d'œuf de Dinosaurien, Sénonien, Hauts Plateaux méridionaux, Maroc oriental.

Abstract

New sedimentological and paleontological data (Charophytes, Ostracods, Dinosaur eggshell) in the Tigri Formation (Senonian of the Southern High Plateaus, Eastern Morocco); paleoenvironments and paleogeographic evolution. - In the Southern High Plateaus (Eastern Morocco), stratigraphical, paleontological and sedimentological studies were performed in the detrital red series (sandstones and conglomerates of the Tigri Formation) which cover the Cenomanian–Turonian marine deposits.

The lower part of the Tigri Formation shows five brackish or marine incursions with oligospecific faunas consisting of small benthic foraminifera and marine ostracods. The continental upper part of the Formation provided two localities with microfossils: the first contains freshwater to oligohaline ostracods, charophytes (*Mesochara* sp.), a fragment of dinosaur eggshell (*Pseudomegaloolithus atlasi*), but also a level with abundant sea urchin spines indicating the last Cretaceous marine transgression; the second locality has yielded charophytes only (*Mesochara ameghinoi* and *Stephanochara* sp.).

Soumis septembre 2014, accepté mars 2015

Rédacteur en charge : L. Cavin

DOI: 10.5281/zenodo.18902

Important synsedimentary deformations, recorded in the lower part of the series, demonstrate a regional instability, with origination of the first Senonian basins under extensive tectonics.

The review of the data, confronting with those from other areas in Morocco, clarifies the paleogeographic context by showing that the marine influences of the Atlantic were frequent in the Southern High Plateaus during the Senonian.

Keywords

Charophytes, Ostracods, Dinosaur eggshell, Senonian, Southern High Plateaus, Eastern Morocco.

1. INTRODUCTION

Dans la partie orientale du domaine atlasique marocain, les dépôts marins du Cénomano-Turonien sont suivis de puissantes séries détritiques rouges, souvent azoïques et mal datées. Au nord du Haut Atlas oriental (Fig. 1A), celles-ci affleurent dans les Plis marginaux, le Rekkame et les Hauts Plateaux méridionaux (Choubert & Salvan, 1949; Choubert & Faure-Muret, 1960-1962). A l'image des Couches rouges jurassico-crétacées (Haddoumi *et al.*, 2008; Mojon *et al.*, 2009; Haddoumi *et al.*, 2010), les Couches rouges continentales post-turonienne ont fait l'objet de nombreuses controverses, en étant attribuées à l'Oligo-Miocène (Flamand, 1911), au Crétacé et au Miocène (Russo, 1927). Depuis 1939, elles sont rapportées au «Sénien continental» par corrélations avec le Rekkame et la Moulouya, situés à l'ouest (Choubert, 1939; Choubert & Salvan, 1949). Au sud et au sud-ouest du

Chott Tigri, du Dresnay (1964) place également l'ensemble de la série rouge post-turonienne dans le Sénien. Toutefois, Médioni (1968a, b; 1969; 1970) n'exclut pas la présence de l'Eocène au sommet. Depuis les travaux de ces derniers auteurs, cette région n'a été que peu étudiée.

C'est pourquoi, nous (HH, AC) avons mené des études sédimentologiques et biostratigraphiques dans les régions de Jbel Lakhdar, de Tendirara (Chassagne-Manoukian *et al.*, 2013), de Jbel Mehareg et de Chott Tigri (Fig. 1A-B). Sur ce dernier secteur, qui fait l'objet du présent travail, plusieurs sites fossilifères ont été découverts, donnant lieu à d'abondantes récoltes d'ostracodes (étude BA) et de charophytes (étude FM), dans la partie supérieure. Les résultats stratigraphiques et paléoenvironnementaux, ainsi que leurs conséquences paléogéographiques et géodynamiques sont discutés.

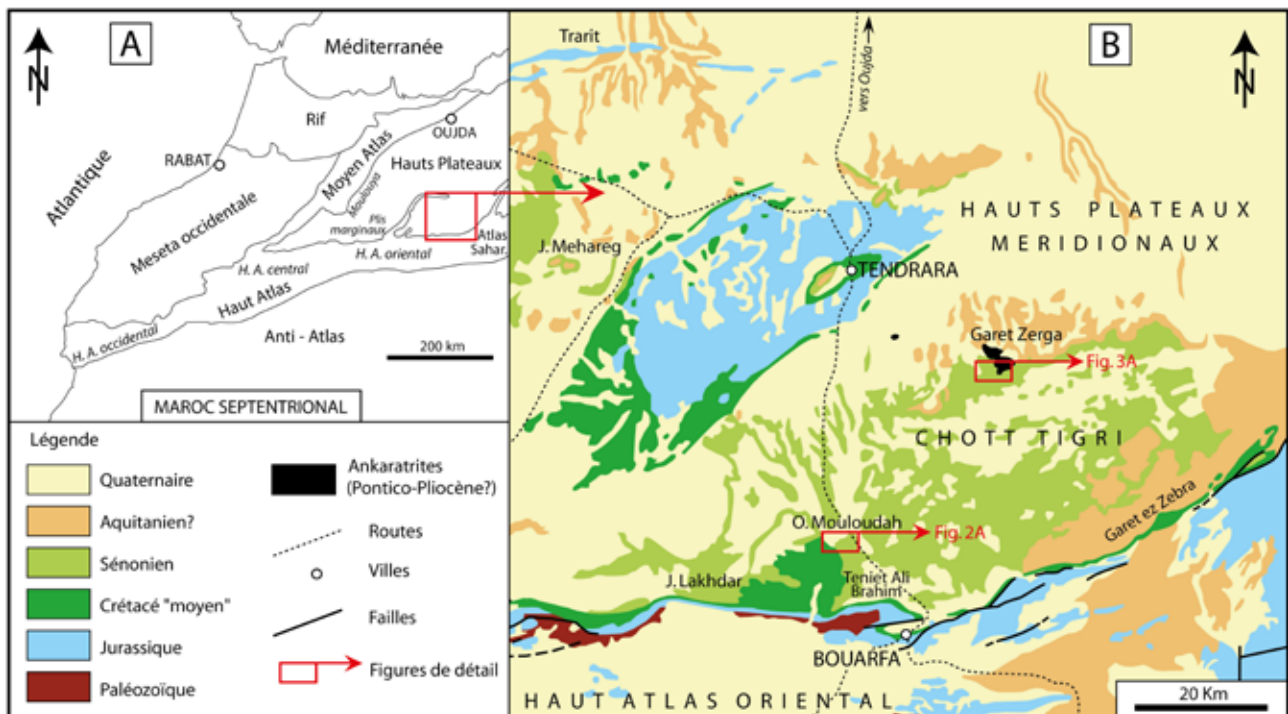


Fig. 1: A: Carte simplifiée du Maroc septentrional et localisation de l'aire étudiée dans les Hauts Plateaux méridionaux. B: Carte géologique simplifiée de la région de Tigri-Tendirara dans les Hauts Plateaux méridionaux (d'après la carte géologique du Maroc au 1 000 000, modifiée).

Fig. 1: A: Simplified map of Northern Morocco and location of the studied area in the Southern High Plateaus. B: Simplified geological map of the Tigri-Tendirara area in the Southern High Plateaus (from geological map of Morocco at 1 000 000, modified).

2. CADRE GÉOLOGIQUE

Les Hauts Plateaux méridionaux marocains (Fig. 1A-B) constituent une large gouttière synclinale bordée, à l'est et au nord, par l'axe Mechkakour-Trarit, et au sud, par la chaîne bordière du Haut Atlas oriental. Cette gouttière est compliquée par certains bombements comme celui du dôme de Tendirara. Les terrains crétacés (Fig. 1B) sont discordants sur le Jurassique marin (Bajocien ou Bathonien); ils débutent par les termes classiques du «Mésocrétacé» (Choubert & Faure-Muret, 1960-1962): Infracénomaniens, Cénomaniens et Cénomano-Turonien. Les calcaires marins du Cénomano-Turonien sont suivis en concordance par une série détritique «régressive» du Sénonien. Par corrélations lithostratigraphiques et analogies de faciès avec des régions situées à l'ouest (Rekkame, Moulouya), le Sénonien de la région de Tendirara fut subdivisé par Médioni (1968a, 1969) en 3 termes superposés: Coniacien formé de marnes rouges à lentilles de gypse; Santonien correspondant à une barre de calcaires lités; Santonien-Eocène (?) formant l'essentiel de la série à couches rouges (marnes à gypses à la base, marnes sableuses et grès lités vers le haut, avec quelques intercalations marines). Ces terrains sont recouverts en discordance par une dalle de calcaires lacustres blancs à silex d'âge incertain: Eocène ou Oligocène (Médioni, 1959, 1960) ou Aquitanien (Médioni, 1969). Les dépressions synclinales qui affectent les terrains crétacés et des calcaires à silex paléogènes sont comblées par des dépôts continentaux argileux ou conglomératiques attribués au Pontico-Pliocène (Médioni, 1959).

Le Chott Tigri se situe au sud-est du dôme de Tendirara et au nord du chaînon bordier du Haut Atlas oriental (Fig. 1B). Il constitue une dépression d'environ 60 km d'ouest en est et de 30 km du nord au sud, limitée à l'ouest et au nord par une zone de reliefs sub-tabulaires (Pl. III, fig. A) se refermant vers l'est en Algérie. Des reliefs vigoureux bordent la dépression au sud-ouest (Jbel Lakhdar) et au sud (Jbel Bouarfa, Pl. I, fig. A) dans la zone de chevauchement de la bordure nord atlasique.

Le substratum du chott est majoritairement constitué par la série détritique rouge post-turonienne définie (Médioni, 1970) comme «Formation des grès et conglomérats du Chott Tigri» ou plus simplement nommée «Formation du Tigri» (Choubert, 1956). Du Dresnay (1964) cartographie, sans découpage stratigraphique, l'ensemble de la série, en distinguant toutefois quelques intercalations calcaires à *Melania depereti* Russo (Russo, 1927) à la base. A Teniet Ali Brahim (Fig. 1B), à environ 6 kilomètres au sud de l'Oued Mouloudah, ces calcaires avaient fourni à Médioni (1970) de petites huîtres (*Alectryonia*), des fragments d'algues (lithothamniées) et des foraminifères peu caractéristiques (Miliolidae, Textulariidae).

3. SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE ET REPÈRES PALÉONTOLOGIQUES

La Formation du Tigri est une formation détritique rouge assez homogène dans les parties moyenne et supérieure, alors que sa partie inférieure présente une hétérogénéité des faciès, ce qui conduit à la subdiviser en deux membres.

3.1. Membre inférieur (100 à 150 m)

A Oued Mouloudah, nous avons levé une coupe d'ensemble (Fig. 2A-B; Pl. I, figs A-C) du membre inférieur montrant la succession stratigraphique et la position de plusieurs gisements fossilifères.

Ce premier membre repose en concordance sur les calcaires cénomano-turonien. Il se caractérise par une organisation en 5 mésoséquences (Fig. 2A-B; Pl. I), évoluant d'un pôle de marnes rouges parfois silto-gréseuses à des marnes jaunes verdâtres puis à des barres carbonatées (Ca1 à Ca5). Ces dernières sont majoritairement constituées de calcaires graveleux ou bioclastiques, parfois en bancs massifs, souvent en plaquettes, intercalés de calcaires argileux ou de marnes, plus particulièrement dans la barre médiane Ca3.

Les microfaciès calcaires peuvent se rapporter à deux types:

- i) des faciès de basse énergie, micritiques et pelleteux, à microfaune benthique rare et dispersée;
- ii) des faciès d'énergie élevée à texture packstone, parfois grainstone, avec des gravelles pluri-millimétriques généralement émoussées dénotant un remaniement de différents types de boues micritiques (à pellets, à foraminifères, à bahamites, finement gréseuses...).

La biophase est hétérogène avec d'une part des gros fragments coquilliers, notamment de gastéropodes, souvent brisés et micritisés, et d'autre part des petits foraminifères porcelanés, avec des formes unisériées, bisériées, planispiralées, ainsi que de fréquents miliolidés. Quelques algues (*Cayeuxia* sp. et fragments de dasycladacées) sont également présentes.

Repères paléontologiques

Des foraminifères sont présents dans l'ensemble des barres calcaires, mais ils sont souvent mal conservés et de détermination délicate. La microfaune se compose essentiellement de miliolidés et de formes proches du genre *Montcharmontia*? décrit dans le Turono-Sénonien d'Italie (dét. G. Tronchetti), et par ailleurs présent dans le Cénomaniens supérieur du Sillon Préafricain, Maroc (Ettachfini, 2008).

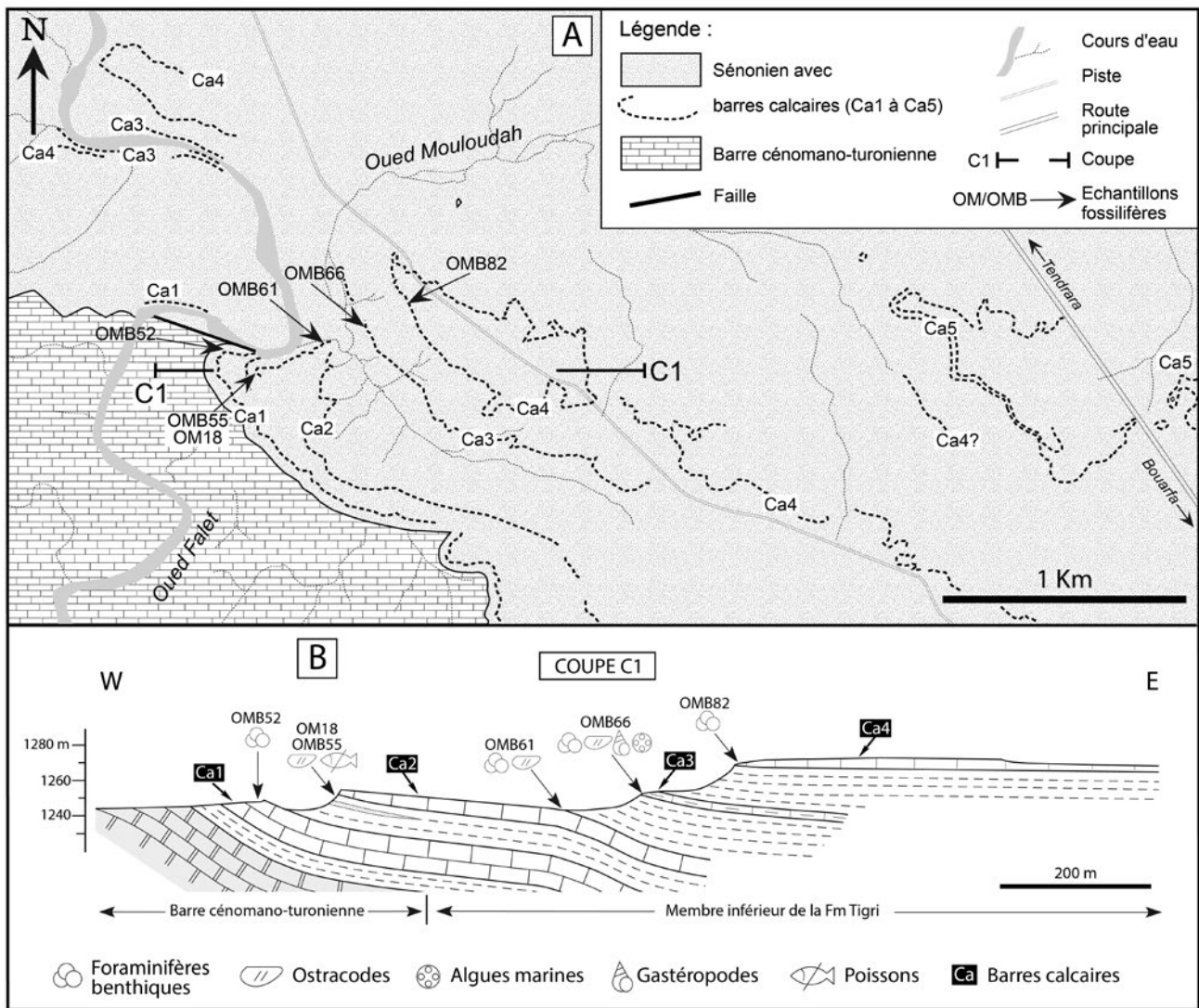


Fig. 2: A: Carte géologique du secteur de l’Oued Mouloudah et situation de la coupe C1 étudiée. B: Coupe C1 et position des échantillons fossilifères dans l’unité inférieure de la Formation de Tigri.

Fig. 2: A: Geological map of the Oued Mouloudah area and position of the studied section C1. B: Section C1 and position of the fossiliferous samples in the lower unit of the Tigri Formation.

Des ostracodes marins, parfois associés à des restes de poissons, de gastéropodes et d’algues, ont été découverts dans des calcaires ou des marnes de la partie inférieure de la série (OMB55, 61 et 66, Fig. 2A-B).

Déformations synsédimentaires

Dès la base et dans la partie inférieure du membre s’observent d’importantes déformations synsédimentaires notamment à quatre niveaux.

1. La barre Ca1 (niveau chaotique 1) est constituée par des successions de bancs réguliers de calcaires grainstones, de bancs slumpés et d’accumulations métriques de brèches calcaires chaotiques (Pl. II, figs C-D). Certains bancs réguliers passent latéralement à des

bancs disloqués, puis à des cailloutis calcaires inclus dans les sédiments marno-gréseux rouges. Plusieurs niveaux de brèches intraformationelles, localement séparés par des placages ferrugineux, constituent des éventails de sédimentation. La paléopente sédimentaire déduite de ces principales structures était orientée vers le NE à ENE.

2. Le toit de cette barre est constitué par un banc massif qui présente un réseau de petites flexures et de failles normales hydroplastiques de rejet centimétrique à décimétrique (Pl. I, figs C-D). Les failles principales (F1, Pl. I, fig. D) sont orientées N30° et associées à des failles conjuguées orientées N105° (F2, Pl. I, fig. D) qui le plus souvent s’amortissent latéralement (Pl. I, fig. C). Un réseau plus discret de diaclases de direction N5° recoupe l’ensemble et paraît plus récent.

3. La série de marnes rouges sus-jacente (niveau chao-

tique 2, Pl. I, fig. B) qui fossilise ces structures tectoniques comprend des blocs carbonatés et gréseux, décimétriques à métriques, disposés de façon chaotique dans la matrice marno-gréseuse.

4. La barre Ca2 (niveau chaotique 3, Pl. II, figs A-B) débute avec des calcaires micritiques, bien stratifiés, à charophytes et ostracodes, surmontés de calcaires en plaquettes formés d'alternances de laminites plus ou moins riches en miliolites et ostracodes. Ces laminites présentent des ondulations d'échelle centimétrique qui sont vraisemblablement liées à un écoulement synsédimentaire de matériaux fins, bien calibrés, sur une pente.

Au-dessus s'observent plusieurs bancs calcaires (Pl. II, fig. A) affectés d'ondulations d'échelle décimétrique à métrique qui correspondent à des amorces de slumps, puis, au-dessus, sur plusieurs mètres, se développent des brèches chaotiques monogéniques issues de la désagrégation de bancs calcaires (Pl. II, fig. A).

Les calcaires de la partie sommitale, à texture packstone et grainstone, parfois riches en oolithes, ne sont pas déformés et fossilisent l'ensemble (Pl. II, fig. B), ce qui confirme le caractère synsédimentaire de la désagrégation des bancs sous-jacents. La paléopente sédimentaire déduite des marqueurs de glissement ou d'écoulement des matériaux était également inclinée vers le NE à ENE.

5. Dans les niveaux plus élevés de la série, des microfaciès de haute énergie sont parfois représentés (calcaires rubanés ou laminés en partie inférieure de Ca4, calcaires grainstones en Ca5), mais nous n'avons pas observé d'accumulations bréchiques chaotiques. A l'est de Bouarfa, l'un de ces niveaux supérieurs a fourni un fragment de mâchoire probablement inférieure de pycnodonte (Pl. II, fig. E).

Les déformations synsédimentaires les plus importantes paraissent ainsi limitées aux dépôts les plus anciens (jusqu'à la barre Ca2 incluse).

3.2. Membre supérieur (250 à 350 m)

Par convention ce membre débute au-dessus de la dernière barre calcaire, avec les premières barres gréseuses intercalées de niveaux silteux. Ce terme basal est surmonté par une série relativement homogène qui affleure largement au centre et au nord du Chott Tigri et dont l'épaisseur atteint plusieurs centaines de mètres (500 m selon Médioni, 1970). Sur le rebord nord de la dépression, cette dernière est ravinée et recouverte en double discordance d'abord par un ensemble de bancs de grès rose à calcédoine et accidents siliceux (Formation d'El-Anaguer, Médioni, 1970), attribué à l'Aquitaniens, puis par les ankaratrites de Garet Zerga (Fig. 3A-B; Pl. III, figs A-B) attribuées au Pliocène (Gautier, 1914) ou au Pontico-Pliocène (Médioni, 1970). Deux phases d'érosion sont ainsi enregistrées entre les différentes unités.

Le membre supérieur de la Formation du Tigri n'avait jamais fourni de fossiles. Sa partie supérieure s'est révé-

lée fossilifère dans le secteur de Garet Zerga (Figs 1B et 3A; Pl. III, fig. A-B) où une coupe d'environ 70 m d'épaisseur a été levée au-dessous des ankaratrites.

Celle-ci (Fig. 3B) débute au niveau de l'épaisse barre gréseuse qui constitue le repère topographique majeur du secteur, surmontée de marnes rouge brique. Elle se poursuit par une série strato-décroissante de séquences également constituées de barres gréseuses alternant avec des niveaux argilo-pélitiques.

Les barres de grès rouge (Fig. 3B; Pl. III et IV), à rares passées conglomératiques, sont d'épaisseur décimétrique à plurimétrique. Elles montrent des chenalisations (Pl. IV, figs A, B, D), des stratifications obliques (Pl. IV, fig. C) et parfois des rides de courants et/ou des terriers (Pl. VI, figs E-F). Elles sont séparées par des niveaux silteux plus ou moins argileux ou par des niveaux pélitiques rouges ou jaunes (Pl. IV, fig. A), souvent bioturbés, contenant parfois du gypse ou des débris de bois fossiles; on y rencontre également des mouchetures ou des sphéroïdes millimétriques de minéralisations ferrugineuses. Des kerkoubs (sphérules gréseuses) sont parfois dégagés par l'érosion des faciès silto-gréseux.

Repères paléontologiques

Une quarantaine de niveaux marneux ou argilo-pélitiques ont été échantillonnés le long de cette coupe et latéralement. Seuls deux niveaux GZ7 et GZ10 (Fig. 3A-B; Pl. III, figs B-C) séparés verticalement par une quinzaine de mètres ont fourni des associations floristiques et fauniques significatives.

Niveaux GZ7

La barre de grès la plus épaisse (10 à 15 m) de la série est suivie par 5 m de marnes dont la partie supérieure est riche en microfossiles (gisements GZ7). Sur deux coupes détaillées (Pl. III, figs D-E) dans le niveau GZ7 (échantillons GZ7a-j), on note de bas en haut la succession suivante: i) ostracodes mal conservés, un fragment de coquille d'œuf de dinosaurien (GZ7g); ii) ostracodes et oogones de charophytes mal conservés, gypse; iii) ostracodes, oogones de charophytes et radioles d'oursins localement très abondants (éch. GZ7d), associés à de rares gastéropodes et du gypse.

La séquence sus-jacente débute avec des grès à rides de courant, rides linguoïdes (Pl. III, fig. E) et fentes de dessiccation.

Niveaux GZ10

La troisième séquence surmontant GZ7 se termine par des marnes rouges affleurant sur environ 3 m. Situés dans le tiers supérieur de ces marnes et séparés d'une quarantaine de centimètres, deux échantillons superposés GZ10a et GZ10b se sont révélés riches en charophytes.

4. SYSTÉMATIQUE

Les microfaunes d'ostracodes marins (Pl. V) ont été récoltées dans le membre inférieur (éch. OM18, OMB55 et OMB66) de la Formation du Tigris (Figs 2, 3 et 4). Elles sont médiocrement conservées, usées et fragmentées, parfois recristallisées, relativement riches en individus mais pauvres en espèces. Les ostracodes non marins récoltés dans le membre supérieur (éch. GZ7) font l'objet d'une publication distincte (Andreu *et al.*, soumis). Les charophytes apparaissent dans le membre supérieur (éch. GZ7, GZ10a-b).

Un fragment de coquille de dinosaure attribué à *Pseudomegaloolithus atlasi* a été découvert en GZ7g (Pl. VII).

4.1. Les ostracodes de la Formation du Tigris (BA)

4.1.1. Membre inférieur de la Formation

L'échantillon OM18 a livré deux espèces, *Dolococytheridea* (*Parastenberbella*) cf. *transatlantica* Andreu, 1996 (130 individus environ) et *Haplocytheridea* sp. (4 ind.); OMB55, l'espèce *Haplocytheridea* sp. (220 ind. environ); et OMB66, les espèces *Xestoleberis* cf. *santonien-*

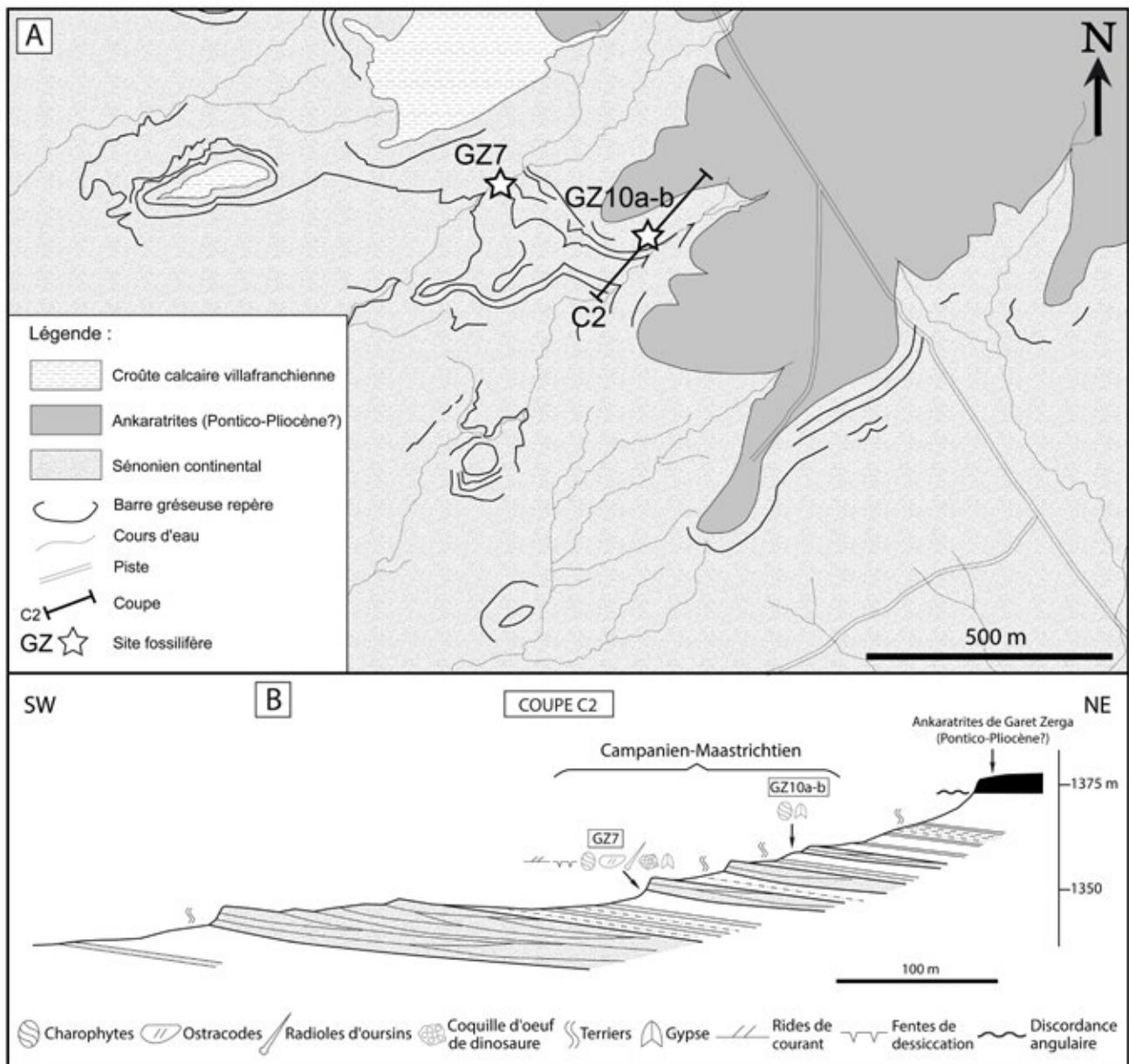


Fig. 3: A: Carte géologique du secteur de Tigris et situation de la coupe C2 étudiée. B: Coupe C2 et position des échantillons fossilifères dans l'unité supérieure de la Formation de Tigris.

Fig. 3: A: Geological map of the Tigris area and position of the studied section C2. B: Section C2 and position of the fossiliferous samples in the upper unit of the Tigris Formation.

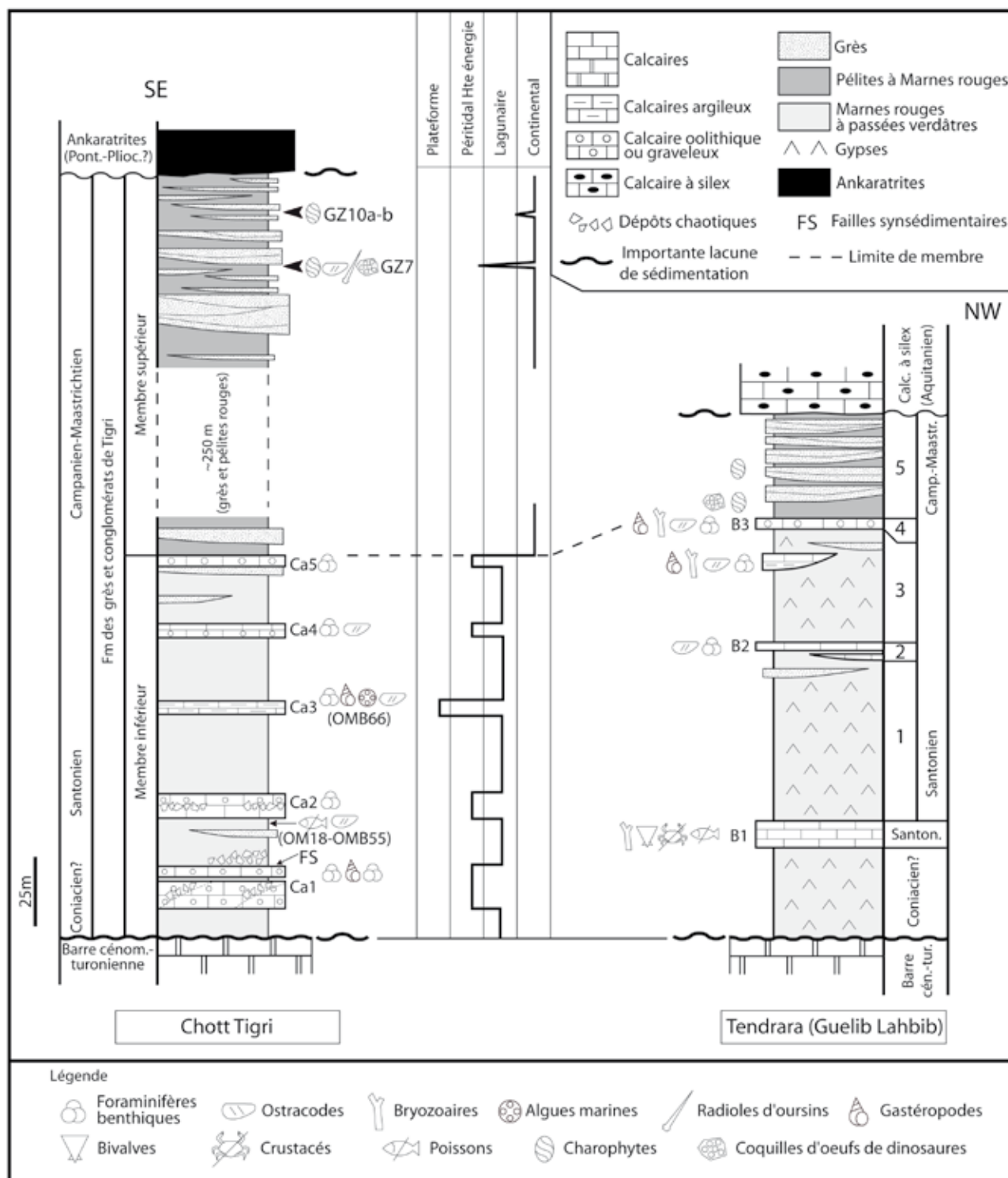


Fig. 4: Corrélation stratigraphique des «Couches rouges» sénoniennes du Chott Tigri et de Tendrara. Attribution stratigraphique et subdivisions (termes 1 à 5) des «Couches rouges» de Tendrara d'après Médioni (1960).

Fig. 4: Stratigraphical correlation of the senonian «Redbeds» of the Chott Tigri and Tendrara sites. Stratigraphic attributions and subdivisions (terms 1 to 5) of the Tendrara «Redbeds», after Médioni (1960).

sis Andreu *et al.*, 1998 (4 ind.), *Cythereis* sp. (24 ind.), *Isocythereis* sp. (1 ind.), *Paracypris* indet. (1 ind.) et autres indéterminées (une vingtaine d'individus). Toutes les espèces sont marines.

4.1.2. Membre supérieur de la Formation

Dans les échantillons GZ7, GZ7b, GZ7c, GZ7d, GZ7f1, GZ7f2, GZ7g, GZ7i, et GZ7lat, les ostracodes sont seuls ou associés à des oogones de charophytes et parfois à d'abondants radioles d'oursins (éch. GZ7d) (Pl. III. fig. D-E). Ils sont nombreux et diversifiés, mais lisses, recristallisés et encroûtés, déformés et très difficilement identifiables.

Vingt-trois espèces ont été reconnues, appartenant à 12 genres nommés et deux genres indéterminés. Les déterminations sont réalisées sur la base des ressemblances morphologiques au niveau générique surtout; pour cette raison, la plupart des espèces sont laissées en nomenclature ouverte. Les 12 genres reconnus sont les suivants: GZ7 (90 Carapaces): *Candoniella*?, *Cypridea*?, *Damonella*, *Lycocypris*?; GZ7b (20 C): *Damonella*, *Eucypris*; GZ7c (90 C): *Damonella*, *Eucypris*, *Harbinia*, *Vecticypris*; GZ7d (15 C): *Damonella*, *Eucypris*, *Ilyocypris*, *Paracypris*; GZ7f1 (110 C): *Candoniella*?, *Damonella*, *Mantelliana*?, *Neocyprideis*; GZ7f2 (50 C): *Eucypris*; GZ7g (70 C): *Candona*, *Cypris*, *Damonella*, *Perissocytheridea*; GZ7i (30 C): *Candoniella*?, *Cypris*, *Harbinia*, *Vecticypris*; GZ7lat (10 C): *Damonella*.

Les associations de ces ostracodes non marins sont étudiées en détail dans une publication en cours (Andreu *et al.*, soumis).

4.1.3. Systématique des ostracodes marins

Sous-classe Ostracoda Latreille, 1806
Super-ordre Podocopomorpha Kozur, 1972
Ordre Podocopida Sars, 1866
Sous-ordre Cytherocopina Baird, 1850
Super-famille Cytheroidea Baird, 1850
Famille Cytherideidae Sars, 1925
Sous-famille Cytherideinae Sars, 1925
Genre *Dolocytheridea* Triebel, 1938

Dolocytheridea (Parastenberbella) cf. transatlantica
Andreu, 1996
Pl. V, figs 9-14

1996. *Dolocytheridea (Parastenberbella) transatlantica* n. sp.
– Andreu, p. 491, pl. 2, figs 20 à 24.

Matériel: 130 individus environ.

Dimensions (en mm): L = 0,6-0,65; h = 0,36-0,43; l = 0,25.

Répartition locale: Coniacien (?)–Santonien du membre

inférieur de la Formation du Tigri (éch. OM18), Hauts Plateaux méridionaux, Maroc.

Paléoécologie: Genre marin, de plateforme.

Répartition régionale: Cénomanien–Santonien du Maroc (Andreu, 1996; ce travail).

Genre *Haplocytheridea* Stephenson, 1936

***Haplocytheridea* sp.**

Pl. V, figs 1-8

Matériel: 220 individus environ.

Dimensions (en mm): mâles L = 0,74-0,79; h = 0,34-0,38; femelles L = 0,57-0,67; h = 0,34-0,36.

Description sommaire: Carapace ovale en vue latérale externe, plus allongée chez les mâles que chez les femelles; bord dorsal légèrement arrondi, dissymétrique, dont l'angle dorsal, situé à l'avant, est net, proche de 180 degrés; bord ventral très légèrement concave; extrémité antérieure régulièrement arrondie, située au-dessous de la mi-hauteur, tournée vers le bas et aplatie latéralement; extrémité postérieure triangulaire, plus basse que l'antérieure, tournée vers l'arrière; présence d'un sulcus, situé en avant de l'angle dorsal, qui descend sur le tiers environ du flanc; valve gauche plus grande que la droite, avec un recouvrement périphérique; surface des flancs ponctuée.

Affinités: *Haplocytheridea* sp. ressemble à *Haplocytheridea tinensis* Andreu, 1998, in Andreu *et al.*, 1998, du Coniacien–Santonien du Bassin d'Essaouira, mais présente des dimensions plus importantes, un sulcus, et un contour latéral externe différent.

Paléoécologie: Genre marin, de plateforme.

Répartition locale: Coniacien (?)–Santonien du membre inférieur de la Formation du Tigri (éch. OMB55, OM18), Hauts Plateaux méridionaux, Maroc.

Famille Trachyleberididae Sylvester-Bradley, 1948
Sous-famille Trachyleberidinae Sylvester-Bradley, 1948
Genre *Cythereis* Jones, 1849

***Cythereis* sp.**

Pl. V, figs 15-18

Matériel: 24 individus, usés et déformés.

Dimensions (en mm): L = 0,64-0,70; h = 0,41-0,43; l = 0,37.

Description sommaire: Carapace massive, rectangulaire en vue latérale externe; bord dorsal peu convexe, bord ventral plutôt rectiligne à convexité médiane; extrémité antérieure régulièrement arrondie, bordée par un bourrelet latéral, extrémité postérieure triangulaire; côte dorsale en arc de cercle, indépendante; côte ventrale rectiligne, en forme d'aile; tubercule musculaire subcentral apparent; flancs bombés latéralement; boutons oculaires nets, dans l'angle antéro-dorsal; valve gauche plus grande que la droite; surface des flancs probablement réticulée; vue dorsale triangulaire; face ventrale plate et large au niveau des côtes ventrales.

Paléoécologie : Genre marin, plutôt de plateforme.

Répartition locale : Coniacien (?)–Santonien du membre inférieur de la Formation du Tigri (éch. OMB55, OM18), Hauts Plateaux méridionaux, Maroc.

Genre *Isocythereis* Triebel, 1940

***Isocythereis* sp.**

Pl. V, fig. 19

Matériel : 1 carapace, usée.

Dimensions (en mm) : L = 0,63 ; h = 0,28.

Description sommaire : Carapace très allongée, triangulaire en vue latérale externe ; bords dorsal et ventral quasi rectilignes ; extrémité antérieure régulièrement arrondie, tournée vers le bas ; extrémité postérieure triangulaire, aplatie latéralement (?) ; côtes dorsale et ventrale en arcs de cercle, indépendantes ; côte médiane convexe (?) ; bourrelet antérieur présent, de l'angle antéro-dorsal à l'angle antéro-ventral.

Paléoécologie : Genre marin, plutôt de plateforme.

Répartition locale : Coniacien (?)–Santonien du membre inférieur de la Formation du Tigri (éch. OMB66), Hauts Plateaux méridionaux, Maroc.

Famille Xestoleberididae Sars, 1928

Genre *Xestoleberis* Sars, 1866

***Xestoleberis* cf. *santoniensis* Andreu, 1998,
in Andreu et al., 1998**

Pl. V, figs 20-21

1998. *Xestoleberis santoniensis* n. sp. - Andreu in Andreu, Boutchich & Chbani, p. 99-100, pl. 2, figs 1 à 7.

Matériel : 5 carapaces.

Dimensions (en mm) : L = 0,41 ; h = 0,27.

Paléoécologie : Genre marin, de plateforme.

Répartition locale : Coniacien (?)–Santonien du membre inférieur de la Formation du Tigri (éch. OMB66), Hauts Plateaux méridionaux (ce travail).

Répartition régionale : Coniacien–Santonien du Maroc (Andreu et al., 1998 ; ce travail).

4.2. Les charophytes du membre supérieur de la Formation du Tigri (FM)

Les deux niveaux fossilifères de Tigri ont livré plusieurs centaines d'individus de charophytes ; trois espèces sont ici reconnues : *Mesochara ameghinoi* et *Stephanochara* sp. au niveau supérieur GZ10a-b ; *Mesochara* sp. et une forme indéterminée au niveau inférieur GZ7 (a-g).

Phyllum Charophyta Migula, 1897

Classe Charophyceae Smith, 1938

Ordre Charales Lindley, 1836

Sous Ordre Charineae Feist & Grambast-Fessard, 1991

Famille Characeae (Richard ex C. Agardh, 1824)

emend, Martin-Closas & Schudack, 1991

Genre *Mesochara* Grambast, 1952

Diagnose : Sommet conique ou arrondi ; extrémités apicales des cellules non dilatées ou faiblement dilatées à leurs extrémités ; entonnoir basal fréquemment présent ; gyrogonites ovoïdes à ellipsoïdes ; taille petite à moyenne.

Répartition du genre : Crétacé d'après Grambast (1952).

Espèce type : *Mesochara symmetrica* (Peck, 1957) Grambast, 1962.

***Mesochara ameghinoi* Musacchio, 1973**

Pl. VI, figs 1-5

1973. *Mesochara ameghinoi* Musacchio, p. 5, pl. I, figs 5, 6, 8, 9, 13-15.

Localité : Niveau **GZ10a-b**, Tigri (Maroc oriental).

Description : Gyrogonite de forme ellipsoïde large à ovoïde. Apex conique se terminant par une pointe ; base généralement effilée, parfois tronquée. Dimensions : 400-450 µm de long sur 250-350 µm de large. ISI variant de 130-160.

9-10 tours de spires, visibles latéralement, hauts de 50 à 65 µm. Cellules spiralées lisses, 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 et 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 ; parfois présence d'un petit canal basal.

Matériel : 70 gyrogonites.

Affinités : Par les caractères du sommet et de la forme générale de la gyrogonite, cette espèce se rattache au genre *Mesochara*. Par l'ensemble de ses caractères, elle se rapproche des espèces *M. obventicia*, *M. biacuta* et *M. ameghinoi*. Une observation et une comparaison plus détaillée montre que l'espèce de Tigri est très proche de *M. ameghinoi* par la forme générale, les dimensions de la taille, le nombre de tours de spires et l'épaisseur des spires. Elle s'en éloigne par ISI, légèrement plus important.

Extension connue de l'espèce : L'espèce *M. ameghinoi* est connue dans le Crétacé supérieur de la Formation Néuquen d'Argentine (Musacchio, 1973).

***Mesochara* sp.**

Pl. VI, figs 6-8

Localité : Niveau **GZ7** (a-g), Tigri, (Maroc oriental).

Description : Gyrogonite ellipsoïde longue le plus souvent, parfois ellipsoïde large à ovoïde, sommet arrondi conique se terminant par une pointe. La base est effilée,

montrant parfois une ébauche de colonne basale. Longueur 500-620 μm ; largeur 420-500 μm . Rapport L/l variant de 1,19 à 1,24 avec ISI: 119-124.

7-9 le plus souvent 8 tours de spires visibles latéralement de 70-85 μm de large, convexes, non ornés, séparés par des sutures simples et fines. Sommet conique, la base présente une petite colonne.

Matériel: 100 gyrogonites.

Affinités: Par les caractères de la forme générale, du sommet et de la base, cette forme se rattacherait au genre *Mesochara* Grambast. D'autre part, la présente forme se rattacherait à l'espèce *M. symmetrica* (Peck) Grambast par le caractère du rapport L/l et la présence de la colonne basale. Elle s'en éloigne, en revanche, par les dimensions plus élevées de sa longueur et sa largeur.

Stratigraphie: Le genre *Mesochara* est d'âge Crétacé (Grambast, 1962).

Genre *Stephanochara* Grambast, 1959

Diagnose (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: Crétacé supérieur-Miocène (Feist *et al.*, 2005).

Espèce type: *Stephanochara compta* Grambast 1959. Couches inférieures de Hamstead (Ile de Wight), base de l'Oligocène moyen.

Stephanochara sp.

Pl. VI, figs 9-12

Localité: Niveau GZ10a-b, Tigri (Maroc oriental)

Description: Gyrogonite ellipsoïde large à ovoïde, rarement ellipsoïde long. La région apicale est bombée et la région basale tronquée, parfois légèrement effilée. Dimensions: Longueur: 430-520 μm ; largeur: 320-430 μm . ISI: 120-134.

5-7 tours de spires; parfois 8-9, haut de 60 à 90 μm . Les cellules spiralées, généralement planes, lisses ou ornées de tubercules disposés en séries hélicoïdales et séparés par une distance égale à leur largeur. Ces derniers sont aussi larges que hauts. La zone apicale est souvent large, présentant une couronne de nodules apicaux développés, bien individualisés et parfois saillants.

Matériel: Plusieurs dizaines de gyrogonites.

Affinités: Par les caractères de la forme générale, des tours de spires et de l'ornementation, cette espèce se rattache au genre *Stephanochara* (Feist *et al.*, 2005).

Extension connue du Genre: Le genre *Stephanochara* est connu dans le Crétacé supérieur-Miocène.

Discussion sur les charophytes

Les associations floristiques rencontrées dans les deux gisements GZ7 et GZ10 sont nettement différentes. Ces dépôts limniques étant stratigraphiquement superposés, les différences floristiques pourraient être liées à une évolution des flores. Les gisements sont séparés verticalement par une quinzaine de mètres de dépôts détritiques, mais qui correspondent à seulement 3-4 séquences fluviales successives, type de dépôts dont la durée relativement brève ne s'accompagne pas forcément d'une évolution significative des flores. Les différences floristiques peuvent également provenir des caractères physico-chimiques des paléoenvironnements. Ainsi, le niveau inférieur (GZ7) présente un caractère laguno-marin affirmé, alors que le niveau supérieur (GZ10) est dulçaquicole. Cette interprétation d'un renouvellement floristique en relation avec des modifications paléoenvironnementales nous paraît la plus probable.

4.3. Fragment de coquille d'œuf de dinosaurien du membre supérieur de la Formation du Tigri (M V-L)

Un seul petit fragment (environ 10 mm²) provient du niveau GZ7g, associé à *Mesochara* sp. et à plusieurs genres d'ostracodes.

Oofamille Megaloolithidae Zhao, 1975

Oogène *Pseudomegaoolithus* Vianey-Liaud & Garcia, 2003

Pseudomegaloolithus atlas Vianey-Liaud & Garcia, 2003

Holotype: ACH2-206; fragment de coquille (Coll. Université Montpellier 2) d'Achlouj2, argiles grises, niveaux 18-19 (Moyen Atlas, Maroc).

Extension stratigraphique: Maastrichtien.

Autres localités: Tendrara DLG20 et Tigri GZ7g, Hauts Plateaux, Maroc.

Description: Ce fragment montre des caractères très voisins de ceux de l'espèce-type d'Achlouj2. La surface externe (Pl. VII, fig. 1), moins altérée que celle des spécimens de Tendrara, montre des nodes (diamètres entre 0,32 et 0,62 mm) séparés ou coalescents, avec entre eux de larges vallées irrégulières. Les mamilles sont plus petites et plus nombreuses sur la face interne (Pl. VII, fig. 2), ainsi chaque node correspond à plusieurs mamilles. L'épaisseur de la coquille varie entre 0,65 et 0,80 mm, tandis que les deux pores mesurés ont un diamètre de 156 et 180 μm . Malgré la recristallisation qui affecte le fragment de coquille, on devine les lignes de croissance, arquées sous les plus gros nodes et plus plates dans les zones internodales.

Les surfaces de ce fragment sont nettement moins altérées que celles des fragments de Tendrara, ce qui pourrait témoigner d'un transport moins long, ou d'un environnement de sédimentation moins agressif.

4.4. Implications stratigraphiques

Les ostracodes et les foraminifères du membre inférieur de la Formation du Tigri n'apportent que peu de précisions stratigraphiques. Les ostracodes marins représentés ici sont connus dans l'intervalle Cénomaniens-Santonien. Les associations d'ostracodes identifiées dans le membre supérieur présentent peu d'intérêt stratigraphique dans l'état actuel des connaissances au Maroc ; elles caractériseraient le Crétacé supérieur.

Les espèces de gyrogonites de charophytes récoltées dans le membre supérieur présentent les extensions stratigraphiques suivantes :

- Le genre *Mesochara* est d'âge Crétacé (Grambast, 1962).
- L'espèce *M. ameghinoi* est connue dans le Crétacé supérieur (Musacchio, 1973).
- Le genre *Stephanochara* est connu dans le Crétacé supérieur-Miocène (Feist *et al.*, 2005).

L'ootaxon *Pseudomegaloolithus atlasi* est défini dans le Maastrichtien supérieur marocain d'Achlou2 (Moyen Atlas) et se trouve associé à des charophytes du Campanien-Maastrichtien à Tendrara (Hauts Plateaux). En conséquence, au moins le niveau GZ7 peut être considéré comme Maastrichtien. L'extension du genre *Stephanochara* ne permet pas une datation précise du niveau GZ10. Cependant, ce genre y est associé avec une espèce du genre *Mesochara*, genre connu seulement du Crétacé. Il en ressort qu'un âge Crétacé supérieur peut être proposé pour la partie supérieure de la Formation de Tigri.

5. PALÉOENVIRONNEMENTS

5.1. Membre inférieur

L'enchaînement des lithofaciès et les associations des microfossiles suggèrent des oscillations entre des milieux de plaine alluviale côtière, des milieux lagunaires et des milieux marins peu profonds de plate-forme restreinte. On note cinq alternances d'épisodes transgressifs-régressifs correspondant à des incursions marines.

Les niveaux calcaires Ca1, Ca2, Ca4, Ca5 correspondent à des environnements de haute énergie associés à des faunes abondantes mais peu diversifiées dénotant des conditions restreintes avec salinité anormale et/ou fluctuante. Les miliolites sont les microfossiles les plus fréquents dans ces calcaires ; elles devaient pulluler, comme dans la nature actuelle, dans les lagunes de faible salinité, en étant souvent épiphytes et associées à un substrat végétal macrobenthique de type algair.

Les différentes associations d'ostracodes représentées dans le membre inférieur sont des associations marines, de plateforme interne, sur l'étagé infralittoral interne.

Durant les deux premiers épisodes s'est manifestée, en outre, une notable mobilité du bassin avec d'importants

phénomènes de résédimentations le long de paléopentes. Cette instabilité découle du fonctionnement de failles normales synsédimentaires associées à la différenciation du bassin sénonien.

5.2. Membre supérieur

Les barres gréseuses, abondantes sur l'ensemble de la série, constituaient les remplissages de chenaux anastomosés divaguant dans une plaine d'inondation à faciès silteux ou argilo-pélimitique. Ces dépôts terrigènes de plaine alluviale dominant sur l'ensemble de la série.

Le développement d'épisodes marneux dans la partie supérieure de la série traduit l'installation dans la plaine d'inondation d'une sédimentation limnique temporaire à charophytes et à ostracodes.

La plupart des genres d'ostracodes récoltés sont caractéristiques de milieu dulçaquicole, avec une salinité comprise entre 0 à 0,5 ‰, voire oligohalin, salinité de 0,5 à 5 ‰. La présence d'un petit fragment de coquille d'œuf de dinosaure peu roulé témoigne d'apports fluviaux de faible énergie.

Toutefois, charophytes et ostracodes peuvent être localement associés à d'abondants radioles d'oursins (échantillon GZ7d), ce qui dénote l'existence de communications épisodiques avec une mer avoisinante.

Les dépôts du membre supérieur traduisent donc une évolution fluviale de plaine côtière avec ponctuellement un cachet côtier.

A la bordure sud du Chott Tigri (Garet ez Zerba) et latéralement (Jbel Lakhdar) (Fig. 1B), la série se charge d'épais dépôts conglomératiques polygéniques très grossiers. La localisation de ces décharges au front de la Faille Nord Atlasique (Fig. 6B) montre que le comblement de la partie sud du bassin sénonien des Hauts Plateaux se trouve associé à la surrection du domaine haut atlasique qui le bordait au sud.

6. ESSAI DE CORRÉLATIONS DES UNITÉS SÉNONIENNES

6.1. Avec la région voisine de Tendrara

Dans la région de Tendrara (Fig. 4), la série post-cénomano-turonienne débute avec un membre inférieur d'épaisseur légèrement supérieure à celle de Oued Mouloudah. Des marnes rouges à gypse y sont largement développées dans les parties inférieure et moyenne dénotant des conditions de lagunes sursalées. La série comporte trois intercalations carbonatées principales repérées par Médioni (1968a; 1969): B1, B2 et B3 (Fig. 4). Audessous de B3, nos observations à Guelib Lahbib ont permis de mettre en évidence une quatrième barre calcaire lenticulaire chenalisée. Les faciès calcaires paraissent avoir un cachet marin plus prononcé que dans le membre

inférieur de la Formation du Tigri, comme l'indique l'abondance de bryozoaires dans certaines barres et peut-être la présence de globotruncanidés, qui sont signalés (sans plus de détail) par Médioni, (1969), mais que nous n'avons pas retrouvés.

Au-dessus des derniers calcaires marins, la série détritico-rouge (terme 5 de la subdivision de Médioni, Fig. 4 et membre supérieur de la Formation du Tigri) est d'épaisseur limitée à une quarantaine de mètres à Tendirra en raison de la troncature d'érosion des calcaires à silex attribués à l'Aquitainien. Elle est formée de marnes rouge vif, de silts et de grès très fins toujours bien classés. De par leur maturité, ces dépôts dénotent un environnement plus éloigné des reliefs nourriciers que ceux du membre supérieur de la Formation du Tigri. La partie inférieure de cette série rouge détritico-rouge a récemment livré des charophytes d'âge Campanien–Maastrichtien (Chassagne-Manoukian *et al.*, 2013) et l'ootaxon associé (*Pseudomegalolithus atlas*) défini dans les niveaux Maastrichtien supérieur du Moyen Atlas (Garcia *et al.*, 2003; Vianey-Liaud & Garcia, 2003). La composition floristique (*Feistiella anluensis* Schudack, 1986, *Lamprothamnium stipitatum* Lu, 1978, *Peckisphaera portezueloensis* Musacchio, 1973, *Platychara caudata* Grambast, 1971) du gisement de Tendirra est tout à fait différente des 2

gisements à charophytes du Tigri. Ceci peut donner lieu à plusieurs interprétations: i) flore associée à 2 niveaux stratigraphiques distincts, respectivement situés dans les parties inférieure et supérieure du Membre supérieur de la Formation du Tigri; ii) flore liée à des paléoenvironnements différents; iii) les deux interprétations peuvent aussi se conjuguer.

6.2. Avec d'autres secteurs du Maroc oriental

Pour le Maroc oriental (Plis marginaux, Moyenne Moulouya, Rekkame, Hauts Plateaux méridionaux), Choubert & Salvan (1949) avaient pris pour type la série sénonienne de la zone des Plis marginaux (Fig. 5) du flanc nord du Haut Atlas oriental. Quatre unités lithologiques ont été distinguées: Marnes et grès rouges de base (Coniacien), Calcaire corniche jaune (première transgression marine attribuée au Santonien), Marnes à huîtres et Calcaire terminal ou Calcaire roux (Santonien–Campanien?). Entre les Plis marginaux et les régions de Tendirra et du Chott Tigri, les faciès des terrains sénoniens varient rapidement et les corrélations entre les différentes zones d'affleurements sont rendues assez délicates du fait de la pauvreté et de la médiocre conservation des faunes. Dans

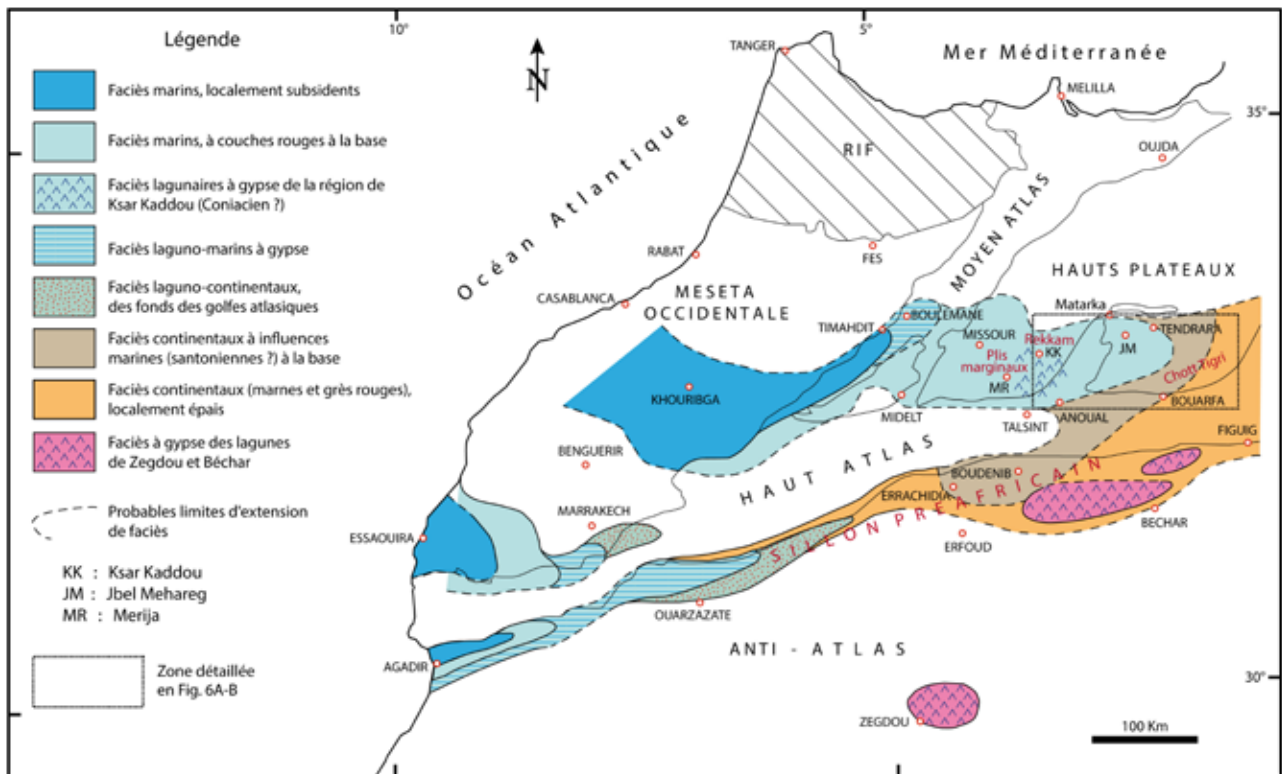


Fig. 5: Schéma paléogéographique du Maroc septentrional (à l'exception du Rif) au Sénonien (modifié d'après Choubert & Faure-Muret, 1960-62).
 Fig. 5: Paleogeographic schematical reconstruction of the Northern Morocco (except Rif area) during the Senonian (modified after Choubert & Faure-Muret, 1960-62).

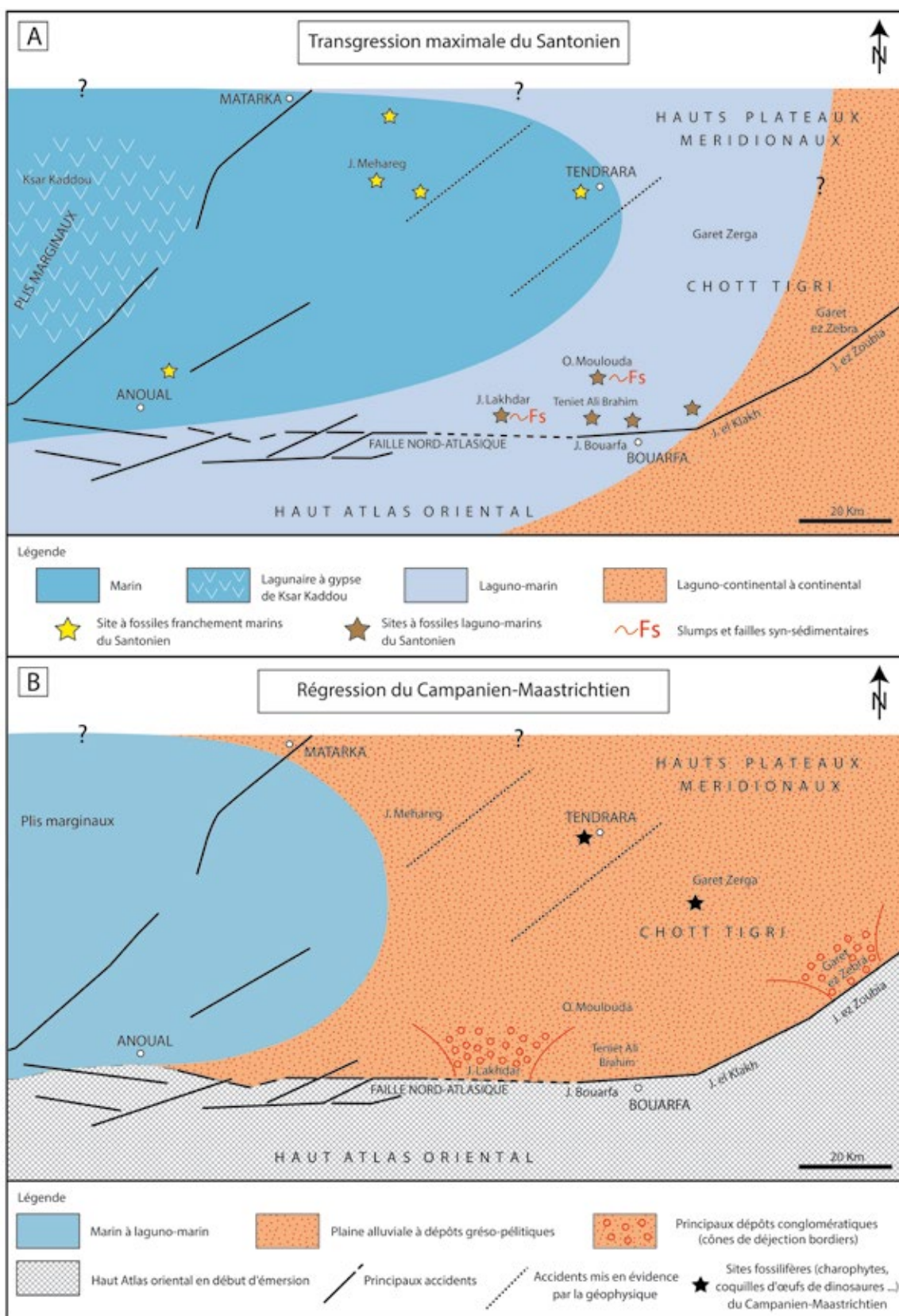


Fig. 6: Deux reconstitutions paléogéographiques des Hauts Plateaux méridionaux lors de la transgression du «Santonien supérieur probable» (A) et de la régression du «Campanien-Maastrichtien» (B).
 Fig. 6: Two paleogeographic reconstructions of the Southern High Plateaus during the probable Upper Santonian transgression (A) and the Campanian-Maastrichtian regression (B).

la Moyenne Moulouya, le Campanien a été récemment mis en évidence par datation radiométrique sur le strontium des carapaces de crabes, dans des calcaires à slumps de la Fm de Taghit (Ossó-Morales *et al.*, 2010 et 2011). En l'absence d'études micropaléontologiques systématiques révélant de bons marqueurs biostratigraphiques, les attributions stratigraphiques des différentes unités et à fortiori leurs corrélations demeurent toujours hypothétiques.

6.3. Avec le Moyen Atlas

Les dépôts marins atlantiques du Maroc occidental atteignant le Moyen Atlas (Fig. 5), des corrélations doivent être recherchées avec ce dernier secteur.

Les dépôts postérieurs au Cénomano-Turonien y sont généralement très épais (environ un millier de mètres) et diversifiés selon les bassins (Ensslin, 1992). Ils ont fait l'objet d'un découpage en différentes formations (Andreu & Charrière, 1986) jalonnées de repères paléontologiques (Charrière, 1996). Les dépôts lagunaires ou lagunomarin sont d'abord dominants (Coniacien ?–Santonien *pro parte*) (Andreu, 1996). Un épisode transgressif, marqué par une diversification du benthos (foraminifères, ostracodes) et l'apparition significative de plancton, se produit au Santonien supérieur (zone à *Asymetrica*) (Andreu *et al.*, 1995). On pourrait envisager une corrélation de cet épisode avec le niveau le plus marin (barre Ca3) enregistré dans la succession du Tigri.

Dans le Moyen Atlas, les dépôts de mer franche se poursuivent au Campanien (Rahhali, 1981 ; Andreu & Tronchetti, 1996). Ils sont suivis de dépôts bitumineux confinés, au Maastrichtien, puis de dépôts continentaux, au passage Maastrichtien-Paléocène (Tabuce, 2002 ; Colin & Tabuce, 2004 ; Mebrouk *et al.*, 2009) et enfin de la dernière récurrence marine atlantique du Thanétien-Lutétien (Herbig & Trappe, 1994).

Si la présence de l'ootaxon (*Pseudomegaloolithus atlasi*) constitue un lien commun entre le Moyen Atlas et les Haut Plateaux orientaux marocains, les associations floristiques à charophytes sont différentes dans chacune des régions. Dans le Moyen Atlas, Achlouj 2 contient

(Mebrouk *et al.*, 2009) une microflore (*Feistiella oblonga*, *F. globosa*, *Strobilochara apiculata*, *S. diademata*) distincte à la fois de celle de Tendrara et de celles du Tigri. Les associations floristiques à charophytes paraissent ainsi très diversifiées dans les différents paléomilieus du domaine atlasique marocain à la fin du Crétacé-début du Paléogène.

7. CADRE PALÉOGÉOGRAPHIQUE DE LA PÉRIODE SÉNONIENNE

Choubert & Salvan (1949) et Choubert & Faure-Muret (1960-1962) distinguent à l'échelle du Maroc différentes zones isopiques sénoniennes, allant d'un Sénonien atlantique entièrement marin à l'ouest à un Sénonien continental à l'est (Fig. 5). Le Maroc oriental occupe alors la partie est d'un golfe marin, fermé vers la frontière maroco-algérienne et caractérisé par des faciès sénoniens essentiellement continentaux.

Nos travaux dans les Hauts Plateaux méridionaux apportent des précisions paléoenvironnementales à cette esquisse paléogéographique. Ils mettent surtout en évidence le caractère marin plus affirmé du Sénonien de cette région. Au Coniacien ?–Santonien, des récurrences marines cycliques ont affecté la région. Ultérieurement, au Campanien–Maastrichtien, malgré l'installation de faciès continentaux, une proximité de rivage marin a pu se manifester ponctuellement à l'ouest.

Les nouvelles données permettent de proposer une évolution paléogéographique régionale en deux étapes.

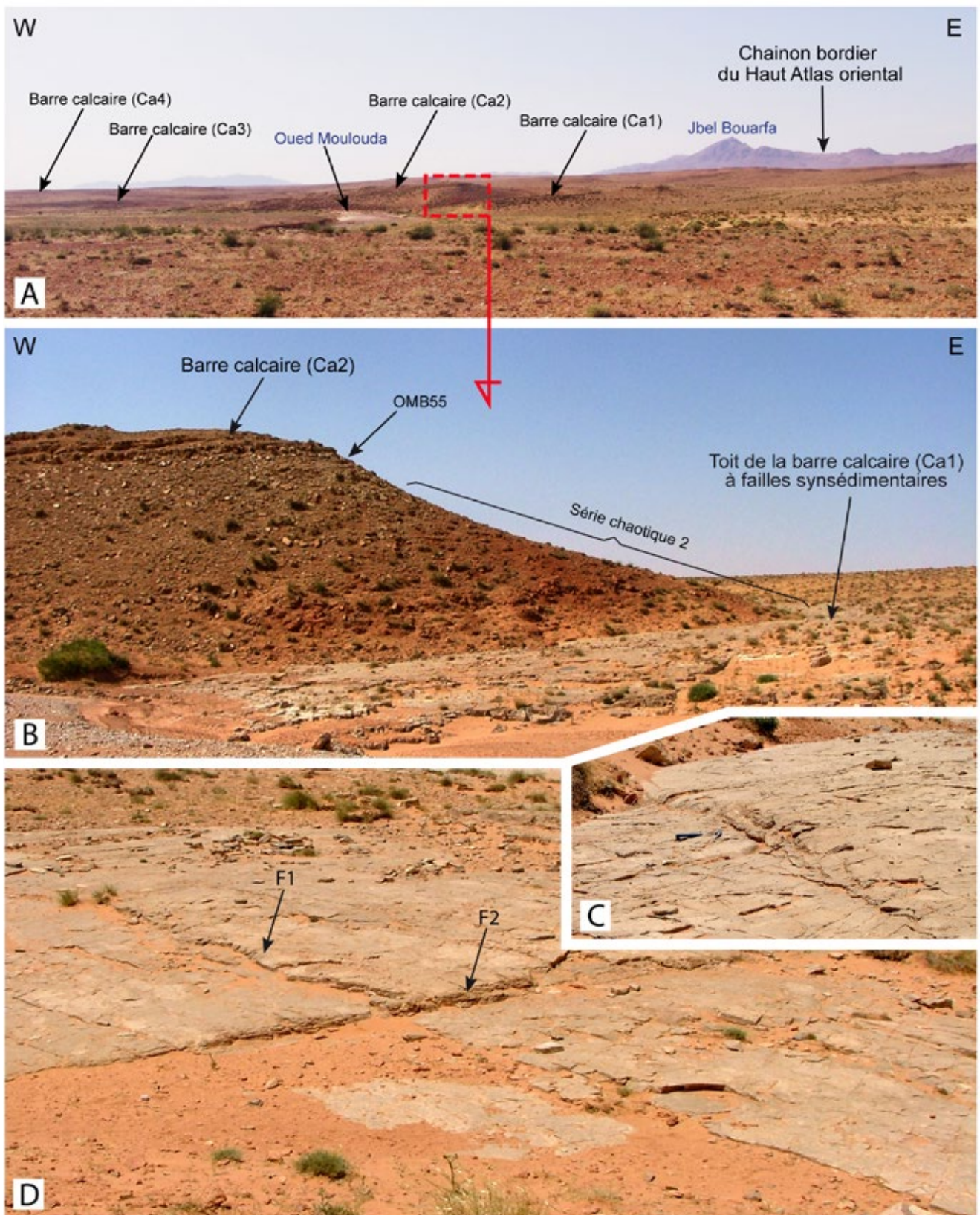
- i) Au Coniacien ?–Santonien, plusieurs épisodes transgressifs-régressifs se manifestent dans les Hauts Plateaux méridionaux. Trois principaux épisodes sont enregistrés dans la région de Tendrara et au moins cinq épisodes distincts se manifestent dans les régions de Chott Tigri et du Jbel Lakhdar. La transgression maximale atteint l'est de la région de Bouarfâ (Fig. 6A). Dans la partie méridionale, à l'approche de la Faille Nord-Atlasique, une tectonique extensive a entraîné une forte instabilité sédimentaire lors des premiers stades de différenciation du bassin.

Planche I

Fig. A: Vue d'ensemble du membre inférieur de la Formation de Tigri dans le secteur de l'Oued Mouloudah. Ca1 à Ca4: barres calcaires superposées. Fig. B: Passage entre les barres calcaires Ca1 et Ca2. Fig. C: Détail du toit de la barre Ca1 montrant une flexure amortie et fossilisée. Fig. D: Surface de la barre Ca1 montrant un système de failles synsédimentaires principales (F1) et conjuguées (F2).

Plate I

Fig. A: Panoramic view of the lower unit of the Tigri Formation in the Oued Mouloudah area. Ca1 to Ca4: limestone superposed strata. Fig. B: Transition between limestone levels Ca1 and Ca2. Fig. C: fossilized small flexure located in the top of the Ca1 level. Fig. D: Surface of the Ca1 level showing a synsedimentary main faults (F1) and conjugate faults (F2).



ii) Au Campanien-Maastrichtien (Fig. 6B), les dépôts alluviaux prédominent. La ligne de rivage à l'ouest doit se situer vers le Jbel Mehareg, mais des influences marines peuvent exceptionnellement atteindre le Chott Tigrî. Les dépôts détritiques deviennent plus grossiers près de la bordure nord du Haut Atlas oriental (Jbel Lakhdar et Garet ez Zebra), ce qui témoigne de l'érosion du Haut Atlas oriental naissant lors de l'inversion tectonique (Frizon de Lamotte *et al.*, 2008) qui débiterait, ici, vers la fin du Crétacé.

8. CONCLUSIONS

Des études stratigraphiques et sédimentologiques de la Formation du Tigrî permettent de préciser l'histoire sénonienne des Hauts Plateaux méridionaux sous différents aspects paléontologiques, environnementaux et tectoniques.

1. Sur le plan paléontologique et stratigraphique

Le membre inférieur de la formation contient plusieurs niveaux d'ostracodes marins qui plaident en faveur d'un âge Cénomaniens–Santonien. Ce membre étant superposé au Cénomano–Turonien marin, nous retiendrons un âge Coniacien ?–Santonien.

Le membre supérieur continental avait fourni, près de sa base, dans la région de Tendrara, des charophytes d'âge Campanien–Maastrichtien (Chassagne-Manoukian *et al.*, 2013) et un ootaxon associé (*Pseudomegaloolithus atlasii*) défini auparavant dans les niveaux du Maastrichtien supérieur du Moyen Atlas (Garcia *et al.*, 2003; Vianey-Liaud & Garcia, 2003). Ce membre supérieur a livré dans sa partie supérieure, à Chott Tigrî, deux nouveaux gisements fossilifères superposés.

- Le gisement du niveau inférieur renferme une seule espèce identifiable de charophytes attribuée au genre *Mesochara* sp., genre connu au Crétacé sans plus de précision, ainsi que des ostracodes non marins (en cours d'étude); seul, le fragment de coquille de *Pseu-*

domegaloolithus atlasii donne une indication stratigraphique puisque cette espèce est actuellement définie dans le Maastrichtien du Moyen Atlas et retrouvée dans le Crétacé supérieur de la région de Tendrara .

- Le gisement du niveau supérieur a livré deux taxons de charophytes, *Mesochara ameghinoi* défini par Musachio dans le Crétacé supérieur de Patagonie (Rio Negro y Neuquén, Argentine) et *Stephanochara* sp., genre débutant au Crétacé supérieur, abondant au Paléogène et atteignant le Miocène. Ainsi ce niveau supérieur pourrait représenter au moins la fin du Crétacé.

2. Sur le plan paléoenvironnemental et paléogéographique

Nos études montrent que la nature et l'ampleur des incursions marines furent sous-estimées dans les anciens travaux et doivent être précisées. Les différents lithofaciès et biofaciès du membre inférieur dénotent des fluctuations d'environnements lagunaires, laguno-marins à marins peu profonds. Cinq fluctuations transgressives et régressives se sont ainsi manifestées au cours du Coniacien ?–Santonien.

Les dépôts du membre supérieur traduisent une évolution vers la continentalisation avec l'installation d'environnements de plaines alluviales au Crétacé terminal. Toutefois, à la partie haute de la série réapparaissent des indices de communications avec le milieu marin, prouvant que des influences atlantiques ont pu continuer à se manifester épisodiquement jusque vers la fin du Crétacé.

3. Sur le plan tectonique

Le contexte tectono-sédimentaire de la formation et de l'évolution du bassin sénonien des Hauts Plateaux méridionaux peut également être évoqué. Au début de la période sénonienne, la différenciation, en contexte extensif, de la partie sud du bassin (Oued Mouloudah, Jbel Lakhdar) s'est accompagnée d'une forte instabilité tectono-sédimentaire entraînant de fréquents phénomènes de resédimentations. Ultérieurement, vers la fin de la période sénonienne, la continentalisation du domaine,

Planche II

Remaniements et déformations synsédimentaires associés à la création des premiers bassins (Coniacien ?–Santonien)

Fig. A: Déformations synsédimentaires au sein de la barre calcaire Ca2 (br: brèches; s: slumps). Fig. B: Bréchification à la partie supérieure de la barre Ca2. Fig. C: Brèches intraformationnelles au sein de la barre Ca1. Fig. D: Epaisissements sédimentaires et bréchification localisée (Br) dans la barre Ca1. Fig. E: Héli-mandibule de Pycnodonte rencontrée latéralement dans une barre carbonatée Ca1 ou Ca2.

Plate II

Synsedimentary deformations occurred during the individualization of the first Coniacian ?–Santonian basins

Fig. A: Synsedimentary deformations in the limestone Ca2 level. Fig. B: Brecciation in the upper part of the Ca2 level. Fig. C: Intraformational breccias in the Ca1 level. Fig. D: Thickening and located brecciation (Br) in the Ca1 level. E: Pycnodonte hemi-mandible from Ca1 or Ca2 carbonate level.



associée à d'épaisses décharges conglomératiques localisées au front de la Faille nord atlasique, s'est produite dans le contexte compressif des premières surrections atlasiques.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient †G. Tronchetti (Université Aix-Marseille I) pour l'étude des Foraminifères, Mmes Chantal Cazevieille et Cécile Sanchez, du Centre de Ressources en Imagerie Cellulaire (CRIC) de Montpellier, pour la réalisation des clichés de charophytes, M. Thierry Aigouy, CNRS, et Mme Sophie Gouy, GET, Toulouse, pour celle des ostracodes; H. Haddoumi remercie également MM. Mamoun Sidi-Mohamed et Hijazi Mohamed pour leur accompagnement sur le terrain.

REFERENCES

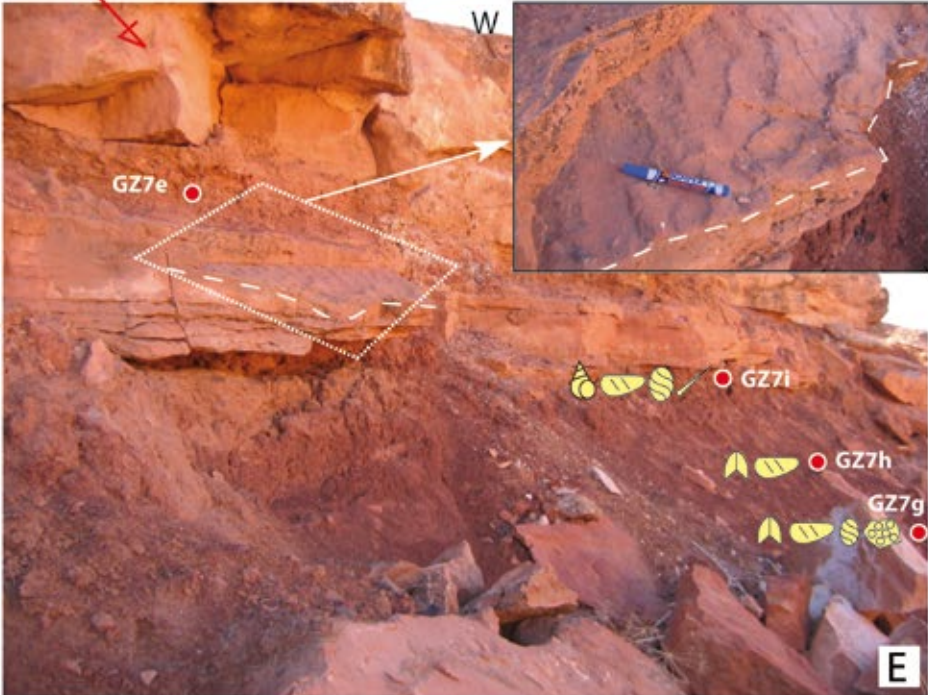
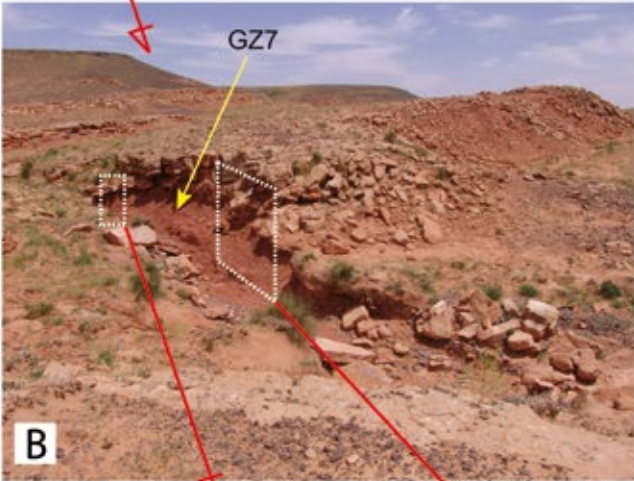
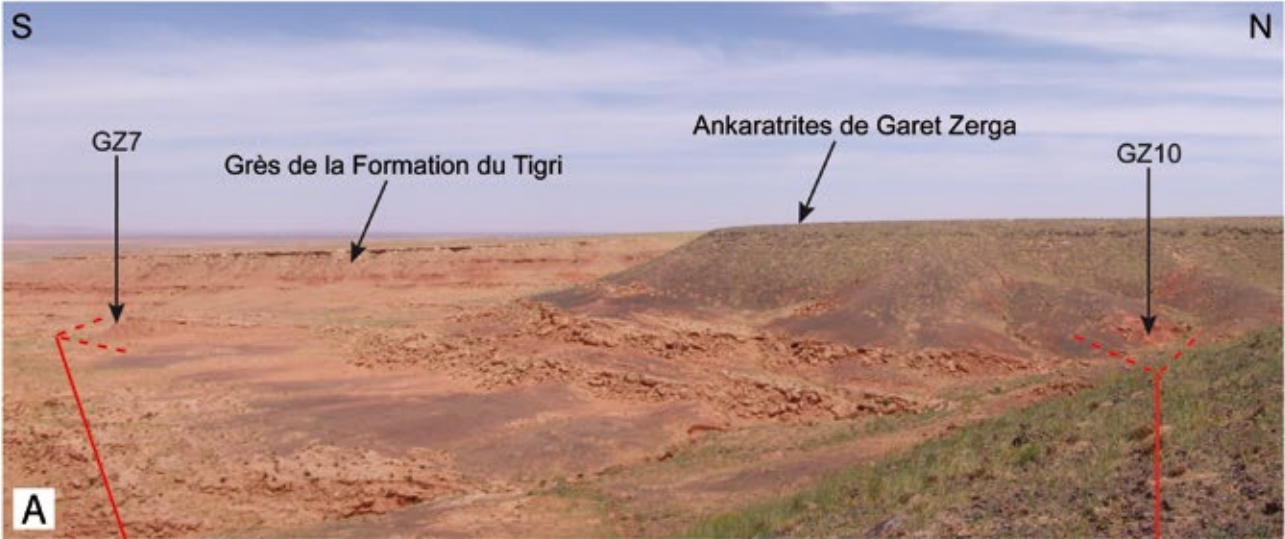
- Agardh C.A. 1824. *Systema Algarum*. Lund (*Characeae*, pp. XXVII-XXVIII et 123-130).
- Andreu B. 1996. Nouvelles espèces d'ostracodes du Coniacien (?) - Santonien de la région de Boulmane, Moyen Atlas, Maroc: systématique, biostratigraphie et paléoécologie, paléobiogéographie. *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud: Actes Colloque Angers 1994*, Pau, 483-509.
- Andreu B. & Charrière A. 1986. Données stratigraphiques et sédimentologiques nouvelles sur le Crétacé du synclinal de Tighboula (Moyen Atlas, Maroc). *Revue de la Faculté des Sciences de Marrakech*, PICG – UNESCO n° 183 Marrakech 1985, n° sp. 2: 5-29.
- Andreu B., Charrière A., Magné J., Tronchetti G. & Vila J.-M. 1995. Etude micropaléontologique du Sénonien du synclinal de Tighboula, Moyen Atlas, Maroc; biostratigraphie et paléoenvironnements. *Geobios*, 28 (3): 281-291.
- Andreu B. & Tronchetti G. 1996. Ostracodes et foraminifères du Crétacé supérieur du synclinal d'El Koubbat. Moyen Atlas. Maroc. *Geobios*, 39 (1): 45-71.
- Andreu B., Boutchich K. & Chbani B. 1998. Nouvelles espèces d'ostracodes du Coniacien-Santonien et Maastrichtien du Bassin d'Essaouira (Atlas Atlantique, Maroc). *Revue de Micropaléontologie*, 41 (2): 91-106.
- Andreu B., Haddoumi H. & Charrière A. (soumis). Ostracodes non marins du Crétacé supérieur des Hauts Plateaux méridionaux, Maroc oriental. *Carnets de Géologie*, Brest.
- Charrière A. 1996. Contexte paléogéographique et paléotectonique de la formation des bassins crétacés du Moyen-Atlas (Maroc), à la lumière des données stratigraphiques récentes. *Bulletin de la Société géologique de France*, 167: 617-626.
- Chassagne-Manoukian M., Haddoumi H., Cappetta H., Charrière A., Feist M., Tabuce R. & Vianey-Liaud M. 2013. Dating the "red beds" of the Eastern Moroccan High Plateaus: evidence from Late Cretaceous charophytes and dinosaur eggshells. *Geobios*, 46: 371-379.
- Choubert G. 1939. Sur le Crétacé du Maroc oriental. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 208: 209-211.
- Choubert G. & Salvan H. 1949. Essai sur la paléogéographie du Sénonien au Maroc. *Notes du Service Géologique du Maroc*, 74 (2): 13-50.
- Choubert G. 1956. Lexique stratigraphique du Maroc (en collaboration avec A. Faure-Muret). *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 134: 164 p.
- Choubert G. & Faure-Muret A. 1960-1962. Evolution du domaine atlasique marocain depuis les temps paléozoïques. *Mémoire hors-série de la Société Géologique de France* (Livre Mémoire Prof. P. Fallot), 1: 447-527.
- Colin J. P. & Tabuce R. 2004. Ostracodes limniques de la Formation d'Irbzer, Crétacé terminal du Moyen Atlas, Maroc: taxonomie, biostratigraphie, paléoécologie, paléobiogéographie. *Revue de Micropaléontologie*, 47: 103-109.
- Dresnay du R. 1964. Carte géologique du Haut Atlas oriental: feuilles de Bou Arfa, Iche (p.p.), Talzaza (p.p.), Figuig (p.p.) au 1/200000. *Notes et Mémoire du Service géologique du Maroc*, 158.
- Ensslin R. 1992. Cretaceous synsedimentary tectonics in the Atlas system of Central Morocco. *Geologische Rundschau*, 81 (1): 91-104.
- Ettachfini E.M. 2008. La transgression au passage du Cénomani en Turonien sur le domaine atlasique marocain. Stratigraphie intégrée et relations avec l'évènement océanique global. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Chouaïd Doukkali, El Jadida, Maroc, édition 2008. *Strata*, série 2, 45: 1-300.
- 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., Mc Court R.-M., Qifei W. & Shenzen Z. 2005. Treatise On Invertebrate Paleontology, Part B, Protoctista 1, vol. 1: *Charophyta*. *The Geological Society of America*, Inc. and The University of Kansas, Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas: 170 p.

Planche III

Fig. A: Vue d'ensemble du membre supérieur de la Formation de Tigri dans le secteur éponyme avec localisation des deux sites à charophytes et dinosaurien étudiés. Fig. B: Vue du site fossilifère GZ7. Fig. C: Vue du site à charophytes GZ10. Fig. D et E: Deux coupes détaillées du site GZ7 avec composition des échantillons fossilifères (la taille des microfossiles est fonction de leur abondance).

Plate III

Fig. A: Panoramic view of the upper unit of the Tigri Formation in the eponymous area and location of the two studied charophyte and dinosaurian sites. Fig. B: View of the GZ7 fossiliferous outcrops. Fig. C: View of the GZ10 charophyte outcrops. Fig. D and E: Two detailed sections of the GZ7 area with composition of the samples (the size of the microfossils depends on their abundance).



- Ostracodes
- Charophytes
- Radioles d'Echinides
- Gastéropodes
- Fragment de coquille de dinosaure
- Gypse

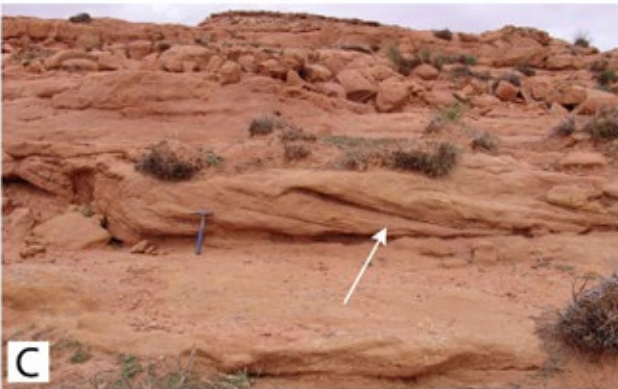
- Flamand G. B. M. 1911. Recherches géologiques et géographiques sur le Haut-Pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et territoires du Sud). Thèse Lyon, Rey et Cie éd., Lyon: 1003 p.
- Frizon de Lamotte D., Zizi M., Missenard Y., Hafid M., El Azzouzi M., Maury R.C., Charrière A., Taki Z., Benammi M. & Michard A. 2008. The Atlas system. In: Michard A., Saddiqi O., Chalouan A., Frizon de Lamotte D. (Eds.), The Geology of Morocco. Structure, stratigraphy, and Tectonics of the Africa–Atlantic–Mediterranean Triple Junction. *Lecture Notes in Earth Sciences*, 116: 133-202.
- Gautier E.-F. 1914. Un volcan pliocène au chott Tigri. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 159 (15): 580-582.
- Grambast L. 1959. Extension chronologique des genres chez les Charoideae. *Société des Editions Technip*: 12 p.
- Grambast L. 1962. Classification de l'embranchement des Charophytes. *Naturalia Mnspehliensia* (Série botanique) 14: 63-86.
- Haddoumi H., Charrière A., Andreu B. & Mojon P.O. 2008. Les dépôts continentaux du Jurassique moyen au Crétacé inférieur dans le Haut Atlas oriental (Maroc): paléoenvironnements successifs et signification paléogéographique. *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology* - Article 2008/06 (CG2008_A06): 1-29.
- Haddoumi H., Charrière A. & Mojon P.O. 2010. Stratigraphie et sédimentologie des «Couches rouges» continentales du Jurassique-Crétacé du Haut Atlas central (Maroc): implications paléogéographiques et géodynamiques. *Geobios*, 43 (4): 433-451.
- Herbig H.G. & Trappe J. 1994. Stratigraphy of the Subatlas Group (Maastrichtian-Middle Eocene, Morocco). *Newsletters on Stratigraphy*, 30: 125-165.
- Martin-Closas C. & Schudack M. E. 1991. "Phylogenetic analysis and systematisation of post-palaeozoic charophytes". *Revue de la Société Botanique de France*, num. 138. (Actualités Botaniques; 1): 521-525.
- Mebrouk F., Tabuce R., Cappetta H. & Feist M. 2009. Charophytes du Crétacé/Paléocène du Moyen-Atlas (Maroc): systématique et implications biochronologique. *Revue de Micropaléontologie*, 52: 131-139.
- Médioni R. 1959. Sur la structure des Hauts Plateaux méridionaux marocains. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 248 (15): 429-432.
- Médioni R. 1960. Contribution à l'étude géologique des Hauts Plateaux méridionaux marocains. *Notes du Service Géologique du Maroc*, 149 (19): 7-53.
- Médioni R. 1968a. Carte géologique du Maroc au 1/100 000, feuille de Tandrara Ouest. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 192.
- Médioni R. 1968b. Carte géologique du Maroc au 1/100 000, feuille de Tandrara Est. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 193.
- Médioni R. 1969. Notice explicative de la Carte géologique du Maroc au 1/100 000, feuilles de Tandrara Ouest et Tandrara Est (Meseta orientale marocaine). *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 192bis & 193bis: 1-30.
- Médioni R. 1970. Le Chott Tigri (Hauts-Plateaux du Maroc oriental): stratigraphie, tectonique et évolution morphogénique à la lumière d'observations nouvelles. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, (t. 30), 225: 11-20.
- Mígula W. 1897. Die Characeen Deutschlands. Österreichs und der Schweiz. In: Rabenhorst, X. (Ed.). *Kryptogamic Flor.* E. Kummer, Leipzig, 5: 765 p.
- Mojon P.-O., Haddoumi H. & Charrière A. 2009. Nouvelles données sur les charophytes et Ostracodes du Jurassique moyen-supérieur-Crétacé inférieur de l'Atlas marocain. *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, Brest, Mémoire 2009/03CG2009_MO3*: 1-39.
- Musacchio E. A. 1973. Charophytas y ostracodos no marinos del Grupo Neuquen (Cretacico superior) en algunas afloramientos de las Provincias de Rio Negro y Neuquen, Republica Argentina. *Revista del Museo de la Plata* (N.S.) sec. Paleontologia 8: 1-32, 3 figs. (1 map), 7 pl. (Paleobotany) (Spanish, English summary).
- Ossó-Morales A., Artal P. & Vega F. J. 2010. New crabs (Crustacea, Decapoda) from the Upper Cretaceous (Campanian) of the Moyenne Moulouya, northeast Morocco. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 27 (2): 213-224.
- Ossó-Morales A., Garassino A., Vega F. J. & Artal P. 2011. *Pleuronassa timerchidouensis* n. gen., n. sp. (Axiidea, Callianassidae) from the Calcaires à slumps de Taghit Fm., Late Campanian of the Moyenne Moulouya, NE Morocco. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, 152 (II): 165-175.
- Peck R. E. 1957. North American Mesozoic Charophyta. *Geological Survey Professional Paper* 294-A, 44 p., 8 pl.
- Rahhali I. 1970. Foraminifères benthiques et pélagiques du Crétacé supérieur du synclinal d'EL Koubbat (Moyen Atlas). *Notes et Mémoire du Service Géologique du Maroc*, 30 (225): 51-97
- Russo P. 1927. Recherches géologiques sur le territoire des

 Planche IV

Fig. A: Séquence grésopélitique du membre supérieur de la Formation de Tigri; la flèche indique le terme pélitique de la séquence inférieure. Fig. B: Barre gréseuse chenalisée (flèche). Fig. C: Barre gréseuse à stratifications obliques tabulaires (flèche). Fig. D: Barre gréseuse métrique montrant des chenaux ravinants et une base irrégulière (flèches). Fig. E: Rides de courant à la surface d'un niveau gréseux. Fig. F: Terriers et bioturbation à la base d'un niveau gréseux.

Plate IV

Fig. A: Pelite/sandstone sequence of the upper unit of the Tigri Formation; the arrow indicates the pelitic term of the lower sequence. Fig. B: Channelized (arrow) cross bedded sandstones. Fig. C: Sandstone bar with tabular cross stratification (arrow). Fig. D: Metric bar sandstone showing ravinant channels and an irregular basis. Fig. E: Ripples marks on the top of a sandstone level. Fig. F: Burrows and bioturbation on the lower part of a sandstone level.



Hauts Plateaux (Maroc oriental). *Annales Université de Lyon, nouv. Série*, I, fasc. 46. 198 p.

Smith G. M. 1938. Botany, Vol. I, Algae and Fungi. Charophyceae. New York, ed. McGraw Hill, 127 p.

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 p. (inédit).

Planche V

Ostracodes marins du membre inférieur

Les photographies ont été prises par T. Aigouy et S. Gouy, GET, Toulouse, avec le JEOL 6360 LV de l'Université Paul Sabatier, Toulouse III. Les grossissements sont fournis à 5% près. Abréviations : C = Carapace, VD = Valve Droite, VG = Valve Gauche, éch. = échantillon.

- Fig. 1 à 8: *Haplocytheridea* sp. 1. VG vue latérale, mâle, éch. OMB55, x70; 2. C vue de gauche, mâle, éch. OMB55, x70; 3. VD vue latérale, femelle, éch. OMB55, x70; 4. C vue de droite, femelle, éch. OMB55, x70; 5. C vue de droite, femelle, éch. OMB55, x70; 6. VG vue latérale, femelle, éch. OMB55, x70; 7. VD vue latérale, femelle, éch. OMB55, x70; 8. C vue de droite, femelle, éch. OM18, x70.
- Fig. 9 à 14: *Doloccytheridea (Parasterbergella)* cf. *transatlantica* Andreu, 1996. 9. C vue de droite, éch. OM18, x70; 10. C vue de droite, éch. OM18, x70; 11. C vue de droite, éch. OM18, x70; 12. VD vue latérale, éch. OM18, x70; 13. VD vue latérale, éch. OM18, x70; 14. C, moule interne probable, vue dorsale, éch. OM18, x70.
- Fig. 15 à 18: *Cythereis* sp. 15. C vue dorsale, éch. OMB66, x70; 16. C vue de droite, éch. OMB66, x70; 17. C vue de gauche, éch. OMB66, x70; 18. C vue de droite, éch. OMB66, x70;
- Fig. 19: *Isocythereis* sp. C vue de droite, éch. OMB66, x100.
- Figs 20 à 21: *Xestoleberis* cf. *santoniensis* Andreu, 1998 in Andreu *et al.*, 1998. 20. C vue de droite, éch. OMB66, x100; 21. C vue de gauche, éch. OMB66, x100.

Plate V

Marine ostracods from the lower member

The photographs were taken by T. Aigouy, CNRS, and S. Gouy, GET, Toulouse, with the JEOL 6360 LV of the Paul-Sabatier University, Toulouse III, France. The enlargements are carried out with a factor of about 5%. Abbreviations : C = Carapace, VD = Right Valve, VG = Left Valve, éch. = sample.

- Fig. 1-8: *Haplocytheridea* sp. 1. LV lateral view, male, sample OMB55, x70; 2. C left view, male, sample OMB55, x70; 3. RV lateral view, female, sample OMB55, x70; 4. C right view, female, sample OMB55, x70; 5. C right view, female, sample OMB55, x70; 6. LV lateral view, female, sample OMB55, x70; 7. RV lateral view, female, sample OMB55, x70; 8. C right view, female, sample OM18, x70.
- Fig. 9-14: *Doloccytheridea (Parasterbergella)* cf. *transatlantica* Andreu, 1996. 9. C right view, sample OM18, x70; 10. C right view, sample OM18, x70; 11. C right view, sample OM18, x70; 12. RV lateral view, sample OM18, x70; 13. RV lateral view, sample OM18, x70; 14. C, probably internal mold, dorsal view, sample OM18, x70.
- Fig. 15-18: *Cythereis* sp. 15. C dorsal view, sample OMB66, x70; 16. C right view, sample OMB66, x70; 17. C left view, sample OMB66, x70; 18. C right view, sample OMB66, x70;
- Fig. 19: *Isocythereis* sp. C right view, sample OMB66, x100.
- Figs 20-21: *Xestoleberis* cf. *santoniensis* Andreu, 1998 in Andreu *et al.*, 1998. 20. C right view, sample OMB66, x100; 21. C left view, sample OMB66, x100.

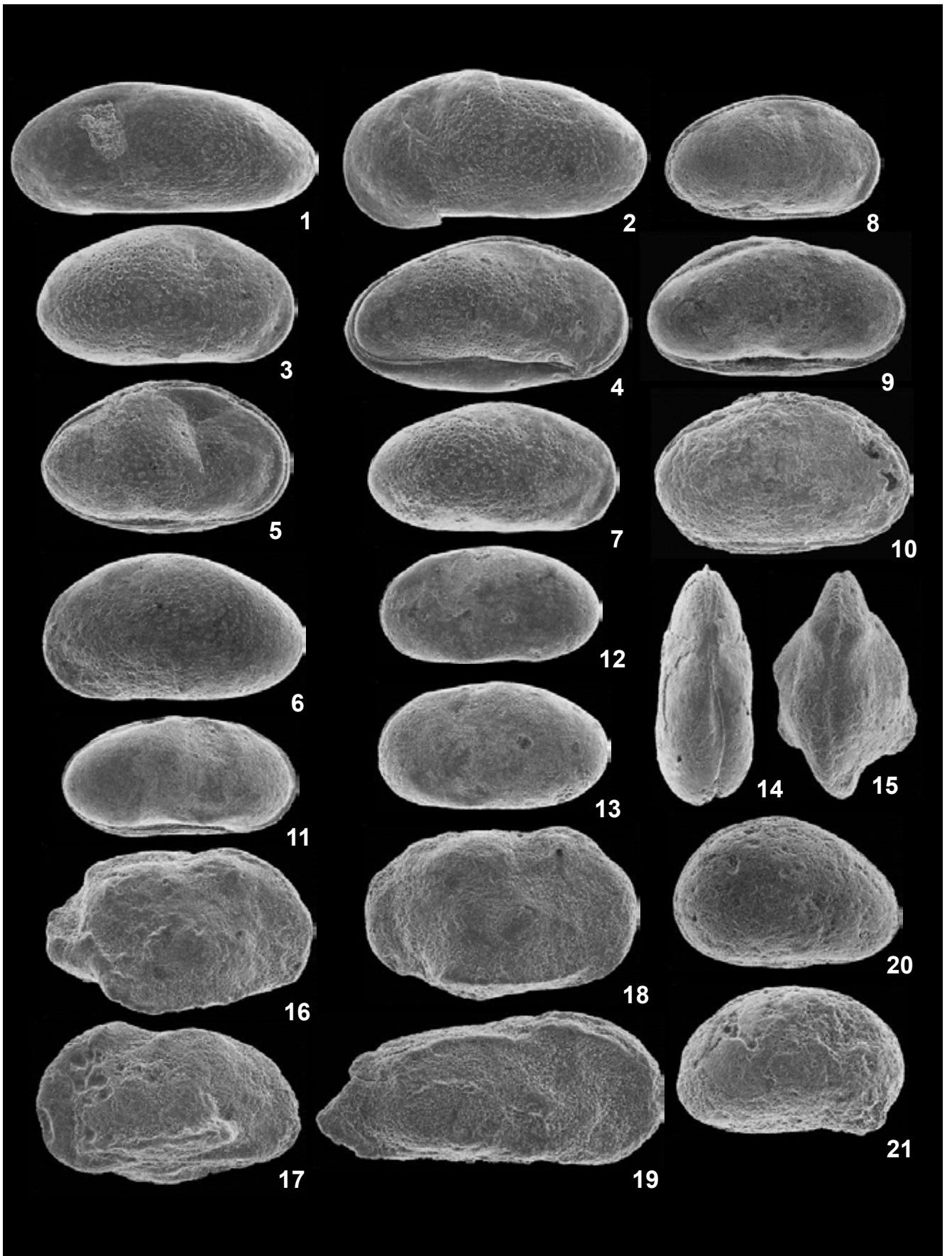


Planche VI

Charophytes du membre supérieur

Figs 1-5: *Mesochara ameghinoi* 1-3 profils; 4 sommet; 5 base.

Figs 6-8: *Mesochara* sp. 6-7 profils; 8 sommet.

Figs 9-12: *Stephanochara* sp. 9-10 profils; 11-12 sommets.

Plate VI

Charophytes from the upper member

Figs 1-5: *Mesochara ameghinoi* 1-3 lateral view; 4 apical view; 5 basal view.

Figs 6-8: *Mesochara* sp. 6-7 lateral views; 8 apical view.

Figs 9-12: *Stephanochara* sp. 9-10 lateral views; 11-12 apical views.

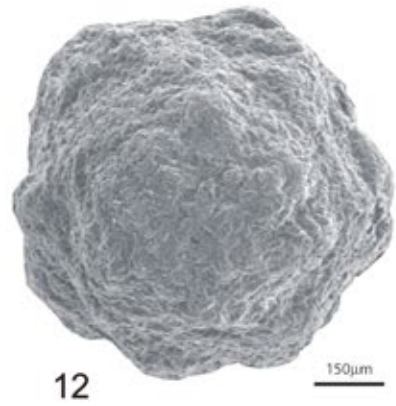
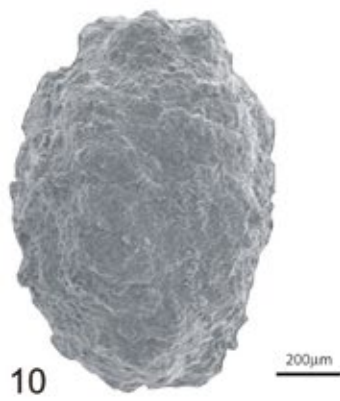
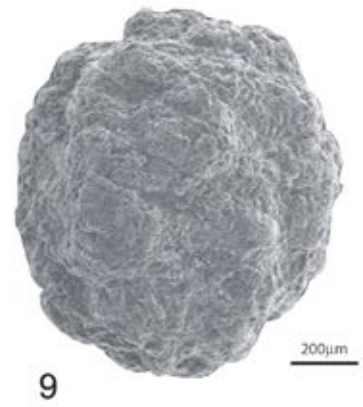
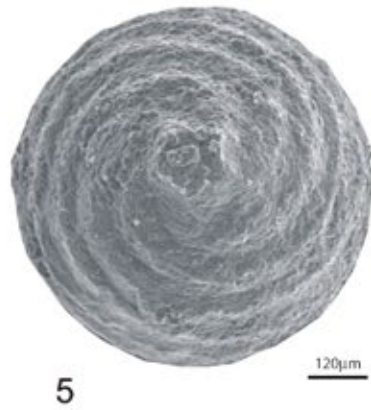
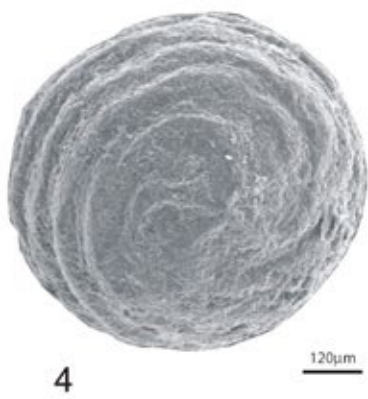


Planche VII

Fragment de coquille d'œuf de dinosaure (*Pseudomegaloolithus atlasi*); 1 vue externe; 2 vue interne; 3 vue radiale.

Plate VIII

Fragment of dinosaur eggshell (*Pseudomegaloolithus atlasi*); 1 external view; 2 internal view; 3 radial view.

