

**N° d'ordre**

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed  
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers  
Département des Sciences de la Terre

**Mémoire**

Présenté pour l'obtention du Grade  
De Master en Sciences de la Terre

Option : **Géologie des Bassins Sédimentaires**

**Thème**

**ETUDE LITHOSTRATIGRAPHIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE DU  
CENOMANO-TURONIEN DE LA REGION DE TIMIMOUN**

Présenté par :

**MAKSENE NAIMA**

Soutenu le: 11/07/2021 devant la commission d'examen :

Mr. Atif Khireddine F.T.	Maître de Conférences A	Président
Mr. Bendella Mohamed	Professeur	Rapporteur
Mr. Boualem Noureddine	Maître de Conférences B	Examineur

**2020-2021**

## AVANT PROPOS

A la fin de ce travail j'adresse mes sincères remerciements au Dieu le tout puissant qui m'a guidé et donné la puissance pour arriver à terme de mes études.

Il est temps pour exprimer mes remerciements à tous ceux qui m'ont apporté de l'aide et de conseils durant la réalisation de ce travail en particulier.

Il est cher à mon cœur d'exprimer toute ma gratitude à Monsieur **BENDELLA Mohamed**, professeur à l'université d'Oran2 qui a su me faire confiance. Je le remercie vivement pour toutes les connaissances et les enseignements qu'il a su m'apporter, bien au-delà du domaine de la géologie je n'oublierai jamais sa rigueur scientifique et son enthousiasme sur le terrain.

J'adresse mes vifs remerciements à monsieur **ATIF Khireddine F.T.** Maître de Conférences **A** à l'université d'Oran2 d'avoir accepté de présider ce jury.

Je suis agréablement honoré de voir, parmi les membres du jury, Monsieur **BOUALEM Noureddine** Maître de Conférences **B** à Université d'Oran2. Je le remercie énormément d'avoir accepté de présider le jury.

Un hommage particulier à **Mme ZAOUI Djamila** de l'université de Tlemcen pour la détermination des Ammonites.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur **ADAN PEREZ García** du National Distance Education University, Espagne pour la détermination des vertébrés.

**Asma Ghenim** je n'oublierai jamais sa patience et sa collaboration pour la détermination de la riche faune de bivalves (Université de Tlemcen).

Une reconnaissance particulière à Monsieur **r Gamal El QOT** de l'Université de Benha, Egypte, pour la détermination des Oursins.

Mes vifs remerciements vont également à Monsieur **André PIUZ** du Musée d'histoire naturelle de Genève, Suisse pour la détermination des ostracodes

J'adresse mes sincères remerciements à **Mr. BOUCHEMLA Imad** et **Mr. Walid REZKALLAH** qui m'ont accompagnée durant mes missions de terrain.

Je n'oublie pas de présenter nos chaleureux remerciements à tous mes Enseignants du Département de la Faculté des Sciences de la Terre : Université d'Oran2, auxquels je dois beaucoup pour ma formation.

Enfin, je réserve mes plus profonds remerciements à mon père, **MAKSENE Mohamed pour son soutien moral et financier**, de m'avoir épaulé pour que je puisse atteindre mes objectifs. Mes chaleureux remerciements à ma chère Maman, pour sa confiance aveugle et son soutien sans limite pour tout ce que je fais. Je remercie, également, ma sœur **Louiza**. Et en fin, à mon petit frère **Ismail**.

**A tous Merci**

*Naima*

## Résumé

La région d'étude fait partie du bassin de Timimoun qui correspond à la partie centre-ouest de la Plateforme Saharienne. Le travail réalisé est focalisé sur l'axe Meguidène-Ménéa (ex El Goléa) où les affleurements sont principalement d'âge crétacé. La lithostratigraphie de ces secteurs montre l'empilement de cinq formations où l'âge s'étale du Cénomaniens/Turonien/Sénonien. Ces unités sont de bas en haut : la Formation de Samani, est faite de trois membres bien distincts d'âge Cénomaniens inférieur (restes d'invertébrés) et reflétant des conditions fluviales (Association A); la Formation d'El Goléa, est représentée par un ensemble argilo-gypsifère verdâtre avec des bancs minces de calcaires dolomitiques sous l'influence des marées. Elle est attribuée à un milieu littoral (Association B); La Formation des Gour Louzouza, divisée en trois membres bien distincts, elle est caractérisée par des dépôts évaporitiques attribués d'un milieu sebkhaïque (Association C). Elle est attribuée au Cénomaniens inférieur à moyen par encadrement lithologique; La Formation d'Ain Mezzar, est représentée par des calcaires bioturbés épais, riche en faune bivalves et d'échinides brisée. Sur le plan ichnologique, elle est dominée par la présence des *Thalassinoides* qui reflète un milieu margino-littoral bien oxygéné (Association D); La Formation d'Ain El Hadjadj, est formée par des dépôts carbonatés attribués à un milieu de plateforme subtidale (Association E), d'âge Cénomaniens supérieur Turonien, grâce à l'abondance et la diversité de la faune benthique (gastéropodes, bivalves, huîtres et échinides) et pélagique (ammonites, des nautilus). La Formation est caractérisée par la présence des *Neolobites vibrayanus*.

**Mots clés :** Crétacé (Cénomaniens, Turonien), Meguidène/Ménéa, lithostratigraphie, vertébrés, sédimentologie, paléontologie.

# **Chapitre 1 : Généralités**

## **INTRODUCTION**

L'Algérie est représentée par trois grands domaines géographiques par rapport au littoral méditerranéen : l'Atlas tellien au nord ; l'Atlas saharien et le Sahara au sud. Le bassin de Timimoun se situe dans la partie centre-ouest de la Plateforme Saharienne et couvre plus de 200000 km<sup>2</sup>. Le travail réalisé se situe dans sa globalité et selon un axe W-E depuis Timimoun et plus exactement du village de Méguidène (Cénomaniens) jusqu'à la ville de Ménée (Ex : El Goléa) (Turonien/Sénonien).

L'objectif de ce travail vise une étude stratigraphique, paléontologique, sédimentologique et ichnologique de plusieurs coupes d'âge Crétacé et selon cet axe Méguidène- Ménée.

Les résultats attendus de ce travail consistent surtout à donner :

Aspect lithostratigraphique des différentes formations crétacées ;

Aspect et révision biostratigraphique à base d'ammonites et de reste d'invertébrés ;

Contexte paléoenvironnemental des différentes unités étudiées.

### **I) CADRE GEOGRAPHIQUE :**

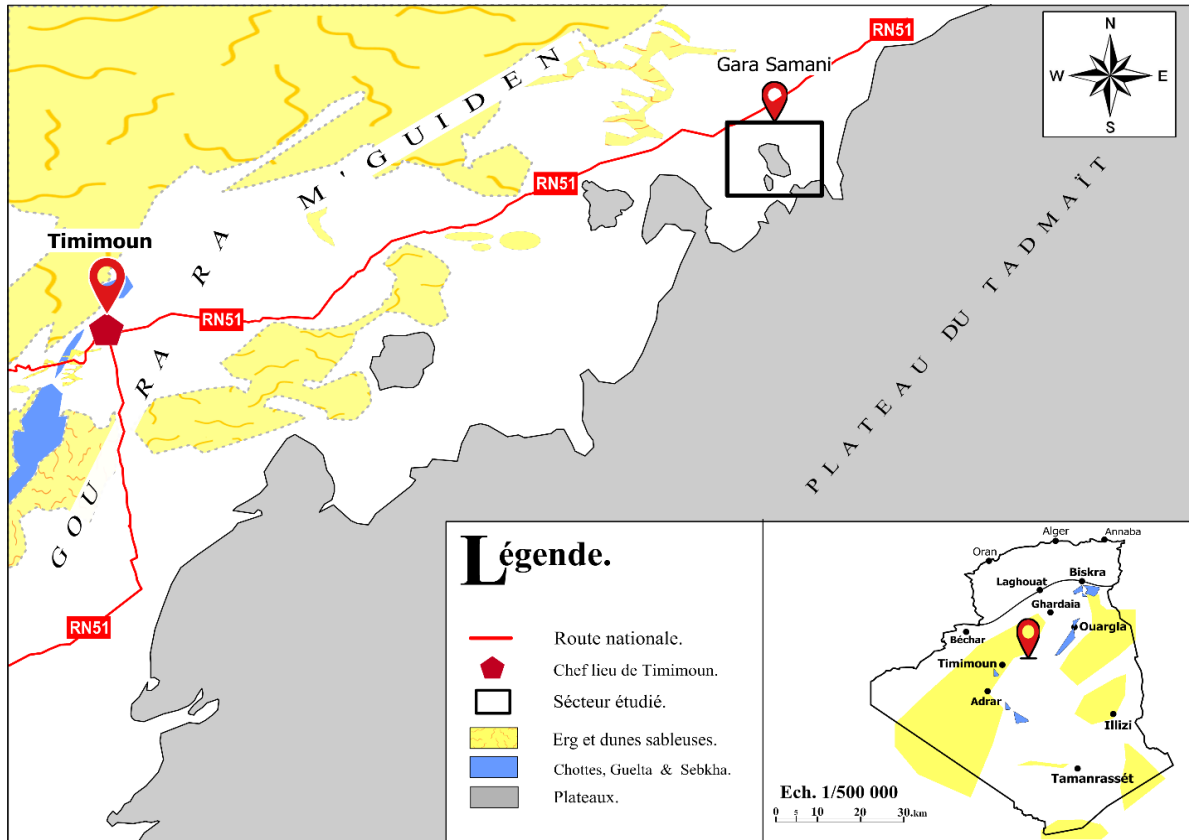
La région d'étude s'intègre dans le bassin de Timimoun qui correspond à la partie centre-ouest de la Plate-forme Saharienne. Il couvre plus de 200000 km<sup>2</sup>, ayant comme limite occidentale la voûte d'Azzène, le mole d'Idjerane-M'zab à l'E, vers le sud apparait le bassin de l'Ahnet dont il est séparé par une remontée structurale correspondant à l'ensellement du Tidikelt-Djoua. Elle s'évase par la suite vers le N, pour se raccorder, au-delà de la voûte d'Allal et d'Oued Namous, au bassin de Béchar.

#### **A) Cadre géographique général : (Fig. 1.1)**

Les coupes réalisées se situent dans la région de Timimoun connu également sous le nom de la Gourara, elle est au sud d'Oran, distante de 927km et 200km de la ville d'Adrar. Elle est limitée au nord par le Grand Erg Occidental, et le plateau de Tademaït, au sud (Fig. 1.1).

#### **B) Cadre géographique local :**

Le travail réalisé se focalise spécialement suivant un axe W-E mais il est connu par le secteur de Meguidene. Ce secteur se situe environ à 140 km au nord de Timimoun, et à 230 km au nord-est de la ville d'El Menée et 483 km au NNE de la ville de Ghardaïa.



**Figure.1.** Situation géographique de Timimoun (Dressé, 1964 et publié par l’Institut Géographique Nationale, Modifié).

**II) CADRE GEOLOGIQUE :**

La géologie du bassin de Timimoun, doit beaucoup à Meyendroff (1938), Lefranc (1964, 1983,1990), Conrad (1966, 1969,1971, 1984), Fabre (1971, 1976) mais aussi aux pétroliers (*in* Beghoul, 1991; Goucem *et al.* 1995).

**A) Cadre géologique général :**

Le Bassin de Timimoun est un bassin de type intracratonique situé approximativement au centre ouest de la plate-forme saharienne. Il est caractérisé par une couverture sédimentaire épaisse s’étalant du Carbonifère au quaternaire.

D’après les anciens travaux il montre la succession suivante :

## 1. Paléozoïque

a) **Cambro-ordovicien** : son épaisseur dépasse les 580m. ce données stratigraphiques concerne surtout les travaux de la SONATRACH où plusieurs ensembles ont été distingués :

- L'unité 1: équivalente à la Formation de merchimine, est constituée de quartzites et grés quartzitiques avec fines passées d'argile.

- L'unité 2 : équivalente à la Formation de Ariche el-Megta est représentée par des grés quartzitiques et quartzites à stratifications obliques. Selon (Beuf *et al.* 1968), ces deux unités correspondraient à des dépôts fluviatiles. Grés d'El-Goléa : à ciment siliceux-argileux à passées d'argiles. Argiles micro-conglomératiques : silteuses à galets de quartz et traces de pyrites.

### b) Silurien :

Le Silurien s'étale sur plus de 385 m dans le bassin de Timimoun. Il est constitué d'argiles gris foncées, carbonatées et d'argiles grises indurées silteuses à presque micacées, de fines passées de grés noirs, moyens, durs, argileux et de quelques passées de calcaires avec des nodules de pyrite.

### c) Dévonien

Il est Largement répandu, représenté de bas en haut par trois séries dites : inférieure, moyenne et supérieure.

- **Dévonien inférieur** : Cet ensemble s'épaissit globalement vers le Nord et Nord-Ouest du bassin de Timimoun. Sa puissance maximale est localisée au centre de celui-ci. Vers l'Est et Sud-Est, le Dévonien inférieur est subdivisé en trois ensembles dénommés de bas en haut : La "série des alternances" gédinnienne-siegénienne ; La barre siegénienne ou "barre quartzitique"; et l'argilo-gréseux de l'Emsien.

#### - Dévonien moyen :

L'épaisseur du Dévonien moyen varie de 36 à 115 m, il est caractérisé par des dépôts marins de haute énergie. Il est subdivisé en deux étages de bas en haut :

\***Eifelien** appelé autrefois le Gouvinien : il est marqué par une alternance de marnes grises plastiques, d'argiles feuilletées, et de bancs calcaires noirs, très argileux.



\***Givétien** : il est représenté par des calcaires noirs très argileux et fossilifères.

### - Dévonien supérieur

On y distingue les étages suivants :

\***Frasnien** (102 à 244 m d'épaisseur) : représenté par des argiles avec à la base de nombreuses passées de calcaires bioclastiques, déposées dans un milieu marin.

\***Famennien** (435 à 724 m d'épaisseur) : argiles fossilifères franchement marines avec de fines passées de grès et de calcaires.

\***Strunien** (276 m d'épaisseur) : complexe argilo-gréseux déposé dans un milieu marin peu profond.

Dans le Dévonien supérieur du bassin de Timimoun, deux formations sont rangées (Conrad 1984): Les Argiles de Kahla et Les Grès Inférieurs de Kahla. Les Argiles de Kahla sont une formation argileuse et silteuses à nombreuses intercalations carbonatées. Elles sont attribuées au Famennien par analogie avec ce qui est daté dans cette partie du Sahara et correspondent aux sous zones palynologiques L7 et L8, équivalents de la zone paléontologique V (zone à *Gonioclymenia*). Les Grès Inférieurs de Kahla, pour les raisons précédentes, sont attribués au 'Strunien' zones L9 et L10 (Lanzoni et Magloire, 1969). Cette attribution est en accord avec celle de Legrand-Blain (1974) ; la partie basale des Grès inférieurs de Kahla, est riche en brachiopodes à affinités dévoniennes, avec une association de *Whidbornella*, *Mesoplica*, *Cyrtospirifer*, *Rhynchonellide*.

### d) Carbonifère :

Ces terrains paléozoïques affleurent sur les marges méridionales, au centre et au nord du bassin, la couverture méso-cénozoïque masque le passage vers le sillon de Saoura et le bassin de Béchar. C'est d'abord sur les affleurements de la bordure méridionale que Menchikoff (1935, 1949), Meyendroff (1938, 1939), et Follot (1952), ont décrit ces séries. Lanzoni & Megloire (1968), en établirent une stratigraphie, fondée sur la lithologie et les micro-organismes dans le «Core drill de Bahmer» au Nord d'Adrar. Conrad *et al.* (1984), ont complété ces données par l'étude des affleurements et Legrand-Blain (1983, 1985), dans ses synthèses du carbonifère saharien, en compare la stratigraphie et les faunes à celles des autres bassins sahariens.

**- Tournaisien :**

Le Tournaisien est caractérisé par une seule formation : Les Grés Supérieurs de Kahla. Sa limite inférieure est identifiée grâce à l'apparition de la goniatite *Gattendorfia* cf. *Crassa* et *Acutimitoceras subbilobatum*, au toit des Grès Inférieurs de Kahla et l'apparition des *Syringothyridacea*: *Eobrachythyris strunianus* (Legrand-Blain 1974, 2002), juste sous les niveaux à *Gattendorfia* et *Imitoceras* (Conrad, 1984). Au Tournaisien supérieur, de nouvelles formes de brachiopodes apparaissent : *Syringothyris folloti* nov. sp. La limite supérieure correspond à une période de transgression majeure marquée par un niveau conglomératique à bioclastes variés et galets gréseux (Debaghi, 2007). Elle est caractérisée par la généralisation des faciès argilo-silteux à nombreuses intercalations carbonatées. Cette transgression dépose des argiles noires qui ont livré une association à Acrocanites, Protocanites et goniatites, du Tournaisien supérieur.

**- Viséen :**

Sa base est fixée avec l'apparition de la Goniatite *Merocanites* (Conrad, 1984). Au Viséen, une nouvelle transgression envahit tout le Sahara. Dans son sillage, la sédimentation argileuse, ponctuée par des arrivées de sable fin, se généralise. Il comprend 5 formations, qui sont de bas en haut :

- La Formation des Argiles inférieures de Timimoun, datée Visée inférieur.
- La Formation des Grés de Ahnet, attribuée au Viséen supérieur.
- La Formation des Argiles supérieures de Timimoune, d'âge Viséen supérieur.
- La Formation des Grés d'Arhlad, elle a un âge Viséen supérieur.
- La Formation des Calcaires de Tala, elle est attribuée au Viséen supérieur-Serpukhovien probable.

**2) Mésozoïques :****a) Crétacé :**

La série du Crétacé, comporte des faciès grés-argileux à la base (Crétacé inférieur) qui évoluent vers un pôle essentiellement carbonaté (Crétacé supérieur).

**- Continentale intercalaire :**

Au nord-Ouest du bouclier Touareg, au crétacé inférieur, la région de Timimoun est à la limite du bassin subsident du Bas Sahara et du domaine stable du craton Ouest-africain. Elles forment la base du plateau du Tademaït où apparaissent la quasi-totalité des formations du Continentale intercalaire.

**- Crétacé supérieur marin****\*Cénomaniens :**

Busson et Cornée (1991), remarquent que du gypse, de l'anhydrite et des argiles se déposent dans le Bas-Sahara juste avant la transgression marine cénomanienne. L'apport détritique a donc presque cessé. Le pays se couvre de lagunes. Les argiles sont rouges au Sud, Vertes au Nord. Dans le Sud-Tunisien, les couches contiennent des ammonites (*Neolobites*), des Rudistes et des huitres. Cette faune est caractéristique de la transgression cénomanienne. Ces dépôts argileux et carbonatés marin passent vers le sud à des dépôts argileux et salifères que l'on peut mettre en parallèle avec les argiles rouges du sommet de la coupe de Gara Samani.

**\*Cénomaniens supérieurs/Turonien :**

Cénomaniens supérieurs et le Turonien sont, comme dans le Tademaït représentés surtout par les calcaires et des dolomies riches en faune benthique (huitres, gastéropodes) et pélagique (ammonites et nautes).

**\*Sénonien :**

Au Nord-Est du Tademaït, apparaît une formation argileuse, salifère à anhydrite, sel gemme, quelques lits de lignite mais aussi de marnes dolomitiques, de dolomies ou de calcaires oolithiques y sont interstratifiés. Ces derniers ont livré des poissons et des ostracodes, et au nord des foraminifères, des algues calcaires, des rudistes, des polypiers et divers mollusques. Le Nord du Bassin de Sahara montre des sédiments qui se sont déposés en milieu marin, dans le reste du bassin ils indiquent tantôt un golfe à demi fermé et des lagunes où se déposent des évaporites, tantôt un milieu continental de lacs d'eau douce ou de marais à lignites.

### 3) Cénozoïques :

#### a) Paléogène :

Des terrains d'âge paléogène affleurent dans les plateaux du Tihert (carte géologique Temassinine, Fort Flatters, Busson, 1964) et du Tademaït (carte géologique Hassi Inifel, Amard, 1977).

#### -Paléocène et Eocène :

En bordure du Grand Erg Oriental, le Paléocène est représenté par des calcaires et des dolomies à *Linthia sudanensis*, surmontés par des grès, marnes et calcaires à *Globorotalia* (Busson, 1964). La mer du Paléogène s'étend largement sur le Sahara central, en Algérie, en Libye et au Tchad vers l'Ouest, dans le Tademaït.

#### -Eocène supérieur et Oligocène :

L'éocène marin du Tademaït est surmonté par des calcaires saumâtres ou lacustres à charophytes, ostracodes, attribués encore à l'Eocène. Le passage de la sédimentation terrigène continentale est progressif. Des horizons conglomératiques ou bréchiques suggèrent des cordons de plage. A la base de l'Oligocène, Amard (1977), nota des argiles vertes, des lits dolomitiques, des conglomérats calcaro-gréseux à stratifications obliques et des paléosols à racines.

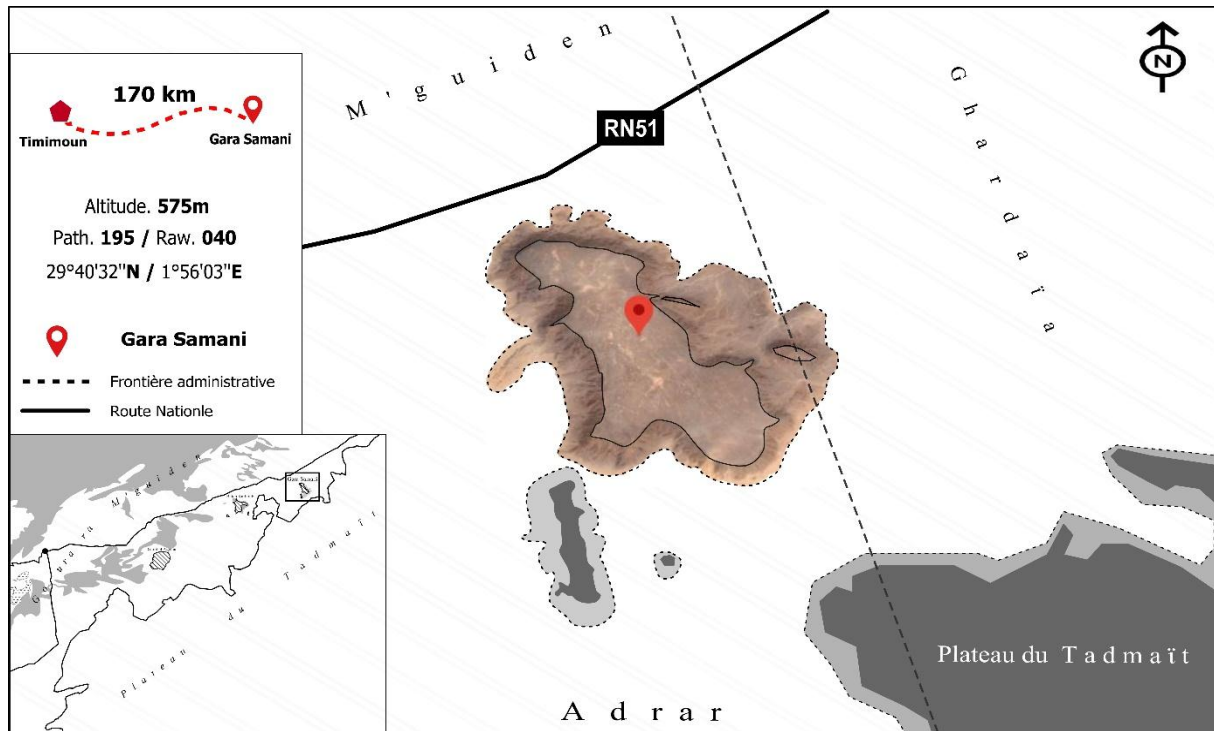
Les grès rouges et les croûtes qui leur succèdent sont couronnés par des grès grossiers à bois. A l'Ouest ces couches passent sous le Néogène qui forme le plancher du Grand Erg Oriental.

#### b) Néogène :

Le Néogène est représenté au Sahara central par le Continental Terminal. Celui-ci n'a pu faire l'objet d'une étude exhaustive. Les données recueillies à l'occasion de recherches d'eau par Cornet (1952), ainsi que des cartes géologiques de Busson (1964), d'Amard (1977), et de publications sur le Tademaït (Amard *et al.*, 1992). Cet ensemble sableux ou gréseux peut atteindre 150 m d'épaisseur. De petits bancs calcaires s'intercalent dans les grès à stratifications obliques et les conglomérats fluviatiles. Les couches ont livré des bois silicifiés. Selon Louvet (1968), la flore présenterait des affinités avec la flore actuelle de côte d'Ivoire.

### C) Quaternaire

Le quaternaire correspond spécialement au grand Erg oriental. Ces accumulations de sables élaborées au cours de l'Holocène constituent de grandes étendues souvent hautes et reposent parfois sur les hamadas.



**Figure. 2.** Cadre géologique de secteur d'étude (extrait des feuilles au 1/500 000 de Timimoun d'après Jean Philippe Lefranc, 1972) (modifiée).

### III) CADRE STRUCTURAL :

La structuration de ce bassin est inégale d'une zone à une autre ; au nord et à l'est, il y'a une intense structuration et une tectonique importante qui est due à la proximité de cette zone à la suture panafricaine, ou ont eu lieu d'importants mouvements de coulissages et de rejeux verticaux. Les structures sont affectées par des failles inverses parallèles à leurs axes.

#### A) Les plis :

Le Bassin de Timimoun est représenté par un ensemble anticlinal mais les principaux sont : l'anticlinal de la Gara Kahla et l'anticlinal de Timimoun. Ces anticlinaux sont orienté E-W et d'autres structures marquées par les dunes et le Continental Intercalaire à peine décelables, découpées par un faisceau de failles et séparées par un grand accident.

**1) L'anticlinal de Timimoun :**

Cet anticlinal est orienté EW, il est long de 10 km, large de 6 km. Il est affecté par deux directions principales d'accidents NW-SE et NNW-SSE, induisant des replis attestant des accidents senestres.

La structure de Timimoun montre les asymétries suivantes :

Le flanc nord présente des pendages compris entre N 12° à N 30°. Le flanc sud, qui longe un grand accident Est-Ouest, est fortement redressé N 78° à N 84°

La fermeture périclinale orientale est plus pincée, contrairement à la fermeture ouest qui est plus ouverte.

Le flanc de l'anticlinal de Timimoun est tronqué par un grand accident Est-Ouest. Le flanc sud, est directement plaqué contre un autre accident d'orientation NW-SE.

**2) L'anticlinal de la Gara Kahla**

Cet anticlinal est situé au Sud, il est orienté NE-SW, est associé à des structures secondaires NW-SE.

**B) Les Failles :**

La plus importante faille est orientée NW- SW : elle affecte l'anticlinal de Timimoun et l'anticlinal de Gara Kahla.

Une deuxième grande faille est orientée EW **qui** affecte l'anticlinal de Timimoun tant au nord qu'au sud, recoupée par une autre de direction NE-SW. L'accident E-W, affectant la structure de Timimoun dans son flanc sud, se prolongerait, vers l'Est, pour disparaître sous les recouvrements du continental Intercalaire.

**IV) Historique des Recherches :**

Le bassin de Timimoun (Gourara) est la première région du Sahara algérien qui fait l'objet d'une exploration et découverte des hydrocarbures pendant plusieurs périodes.

Les premiers travaux dans la région de Gourara et Meguidene remontent aux premières initiations d'Almand, 1890 (in Busson, 1970), ou il s'intéressa à l'étude du Crétacé inférieur de la région.

Flamand 1911, s'intéressa à la géologie de la Gourara et il s'étale ses recherches jusqu'au plateau de Tidikelt. Il donna également une description des formations géologique de l'Eocrétacé

En 1905, Foureau, effectue une grande mission de terrain, il a traversé le Sahara du Nord au Sud. Il signala pour la première fois des dinosauriens dans la formation des grés albiens de la vallée de Djoua.

En 1908 Gautier, présenta la première esquisse géologique de l'Ahnet-Gourara par simple observation et collecte de quelques indices. Plusieurs études sur les fossiles ont été réalisées également par Flamand et Haug dont les résultats furent illustrés dans la thèse de Flamand 1911, sur la géologie saharienne.

En 1931, les travaux de Boucart & Monod illustrent la monographie de la région. Ils réalisent le premier levé topographique.

Le terme « **Continental Intercalaire** », fut créer pour la première fois par Kilian (1931), désignant les terrains continentaux secondaires du Sahara central ou le Bas-Sahara (les plateaux de Tinhert et du Tademaït).

Une année plus tard, il a complété ses données géologiques en illustrant ces nouvelles appellations dans « Esquisse géologique du Sahara.

En 1946 Lelubre & Kilian, ont fait une étude assez détaillée des couches du continental Intercalaire dans la région de Fezzan.

Lapparent 1947, a signalé la répartition des grands gisements de dinosaures dans le Sahara. Il a donné un âge Crétacé inférieur au « continentale intercalaire » dans le Gourara, Touat et Tidikelt. Ils ont proposé quatre horizons constants qui sont les équivalents latéraux de la « Série du Djoua ».

Puis en 1949, le même auteur collabore avec Lelubre, ils vont actualiser une subdivision plus élaborée en incluant les résultats des déterminations des vertèbres.

Lapparent 1954, a proposé une carte de répartition géographique des vertébrés et des invertébrés du continental intercalaire du Sahara. - En 1958, Lefranc reprend ce découpage et il a fait des tentatives de l'appliquée sur tous les affleurements du Crétacé inférieur.

Conrad 1969, étudia le continental intercalaire dans la région de Reggane et donna des coupes lithostratigraphiques bien détaillé en se basant sur les données de sondages

De Broin *et al.*, 1971, proposent un nouveau découpage pour le continental intercalaire de la Gara Samani. Ils mettent en évidence quatre unités lithologiques correspondant à des âges différents.

Lefranc (1979, 1983), proposa des attributions stratigraphiques pour certaines unités lithologiques du continental intercalaire du Gourara, Touat et de Meguidene

Lefranc & Guiraud 1990, ils ont défini le stratotype des séries continentales en se basant sur des approches paléontologiques, paléoclimatiques et l'évolution géodynamique. Ces deux dernières approches ont été complétées par une analyse diagraphique du bassin de Timimoune, la route d'Azzéne et la cuvette de Sbaà.

Beghouel 1991, effectua une étude géophysique, basée sur l'analyse des diagraphies et les sections sismiques dans la moitié sud du bassin de Timimoune.

Fabre 2005, dans un second ouvrage compléta la synthèse géologique récente du Sahara occidental et central. Pour lui le Crétacé inférieur est essentiellement représenté par des épandages détritiques correspondant à des affleurements de bords de bassin pauvres en fossiles et en horizons repères.

Nadjari *et al.*, (2006), étudient le Crétacé inférieur des régions de Timimoune, El Goléa, Aoulef et Reggane. Ils concluent que les accumulations de faune et de la flore dans la sédimentation continentale de milieu désertique, constituent les seuls repères biostratigraphiques qui ont permis des datations relatives fiables.

Messameri 2012, effectua une étude biostratigraphiques du complexe sédimentaire du continental intercalaire. Il a également abouti à une reconstitution paléoenvironnementale et paléogéographique et paléoclimatologique des dépôts crétacés.

## **V) But et Méthodologie de travail :**

### **A) But d'étude :**

Le but de cette présente étude est de réaliser une étude détaillée des terrains crétacés de la région de Timimoune. Les coupes choisies suivent une orientation S-N de la région de Meguidène jusqu'au Goléa. L'objectif espéré est de réaliser une biostratigraphie assez détaillée des niveaux à vertébrés, d'analyser le processus sédimentaire de mise en place et de reconstituer les environnements de dépôt.



**B) Méthodologie :**

Deux missions de terrain ont été réalisées dans le secteur de Meguidène et de Ménéa.

**1) Terrain**

Le travail de terrain a été axé principalement sur le levé des coupes selon la région et l'âge. Elle a été faite du banc par banc, avec un échantillonnage serré pour des lavages (35), pour la confection de lames minces, et pour la récolte du macrofaune de vertébrés et d'invertébrés.

**2) au laboratoire**

Au laboratoire, le travail consiste :

Réalisation des lames mince (analyses des microfaciès) ;

Lavage des marnes et argiles pour le tri de la microfaune (ostracodes) et vertébrés (micorestes) ;

Détermination des fossiles (ammonites) ;

Illustrations photographiques des échantillons.

# **Chapitre 2 : Litho- biostratigraphie**

## INTRODUCTION

Morphologiquement, la région étudiée se présente comme un plateau à cuestas successives regardant vers le S et plongeant à faible pendage vers le N ou le NNE. Les différents étages du Crétacé supérieur y dessinent des auréoles depuis le Cénomanien jusqu'au Paléocène supérieur. La dalle calcaire formant le plateau du Tademaït a livré depuis plus d'un siècle la faune classique du Cénomanien supérieur. Dans le cadre du présent travail, l'étude stratigraphique et sédimentologique a été réalisée grâce à une série de coupes géologiques, selon un axe W-E, depuis le village de Méguidène jusqu'à la ville d'El Goléa, donnant un profil géologique continu recoupant les terrains du Crétacé supérieur depuis le Cénomanien jusqu'au Sénonien (Fig. 2.1). Ces coupes ont été levées autour des lieux suivants :

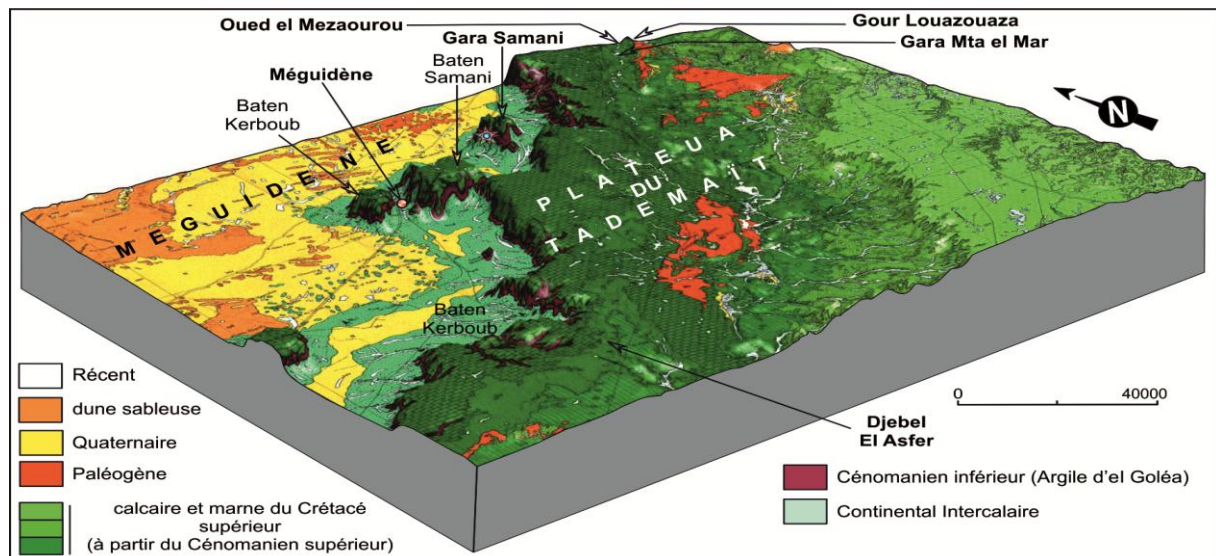
Méguidène (29°33'4.54"N ; 1°36'26.92"E) ;

Gara Samani (29°42'22.99"N ; 1°54'12.21"E) ;

Oued el Mezaourou (29°57'39.70"N ; 2°33'21.40"E) ;

Gour Louazouaza (29°54'48.04"N ; 2°35'43.71"E) ;

El Menia (ex. El Goléa) (30°35'54.55"N ; 2°57'35.34"E).



**Figure. 2.1.** Carte géologique de Timimoune montrant les principaux plateaux et formations crétacées du Tademaït nord.

Selon, nos prédécesseurs (e.g., Kilian, 1931), le Crétacé du Tademaït nord a été subdivisé en deux séries :

Une série dite « **Continental Intercalaire** » ;

Une série dite « **marine et lagunaire** » constituée de trois corniches calcaires ou dolomitiques séparées par des talus de marnes et d'argiles (Fig. 2.2 et 2.8).

## I. SERIE DU CONTINENTAL INTERCALAIRE

Au cours des premières décennies du 19<sup>ème</sup> siècle, lorsque les géologues ont commencé à explorer l'Afrique du Nord, ils ont découvert de vastes formations argilo-gréseuses continentales. Elles forment la pente et le pied de la falaise en ceinturant les plateaux du Tademaït et du Tinrhert. Pour la description de ces formations plusieurs termes ont été utilisé tel que : « argiles bariolées, grès à sphéroïdes, terrains des gours, grès à dragées, etc. ». Tous ces critères sont purement lithologiques et fréquemment représentés dans de nombreuses formations, différentes dans le temps et discontinues dans l'espace.

Dans une courte note intitulée "Des principaux complexes continentaux du Sahara", Kilian (1931), a publié un schéma stratigraphique de la succession des séries continentales du Sahara. Il y a distingué deux grands complexes continentaux, encadrés par des séries marines fossilifères : (1) le "Continental intercalaire", généralement compris entre les dernières couches marines du Paléozoïque (*Namurien*) et le premier niveau marin du Crétacé supérieur transgressif (= *Neolobites bio-event sensu* Cavin *et al.*, 2010 ; Benyoucef *et al.*, 2016, 2017, 2019); (2) le "Continental terminal " succédant au Crétacé marin et correspondant à l'ère tertiaire. En outre, il a introduit et précisera plus tard (Kilian et Langlois, 1938) la notion d'un " Continental post-tassilien ", représenté par un faciès non marin de la partie supérieure du Paléozoïque.

Le "Continental intercalaire" peut être en partie comparé au « Tegama series » dans le bassin d'Ilullemmeden (cf. Chudeau, 1909), au « Bima series » dans le nord-est du Nigéria, au Karoo de l'Afrique du Sud, au Karoo de Tanzanie, du Zaïre et du Malgache, à la partie médiane du Grès de Nubie dans le sud de l'Egypte et le Nord du Soudan (Lefranc & Guiraud, 1990), et à d'autres complexes continentaux d'Afrique et d'Amérique du Sud et du Nord.

D'après Lapparent (1960), le Continental intercalaire proprement dit, que l'on distingue aisément désormais du Continental post-tassilien, se présente de deux manières différentes au Sahara central. Dans un premier cas, le plus fréquent, la série argilo-gréseuse repose en nette discordance sur le Paléozoïque, et jusqu'au cœur des vieux massifs comme à Sérounout dans

le Tassili du Hoggar (Bordet, 1954). Elle contient dès la base et à divers niveaux une faune et une flore, un peu délicates à interpréter, mais indiquant tout de même et assez nettement le Crétacé inférieur. Dans ce cas, le Continental intercalaire est un équivalent agrandi du Wealdien d'Europe, qui correspond à un faciès fluvio-lacustre couvrant totalement ou partiellement le Crétacé inférieur dans lequel il serait difficile de distinguer des étages. Dans le Sahara central, il englobe également et à l'unanimité le Cénomaniens inférieur au-dessus duquel la transgression marine est généralisée, au Nord comme au Sud, avec un Cénomaniens supérieur à *Neolobites vibrayanus*, comme ammonite caractéristique. Lapparent (1947, 1954 et 1960) a signalé la répartition des grands gisements de dinosaures dans le Sahara. Il a donné un âge Crétacé inférieur au 'CI' dans le Gourara, Touat et Tidikelt et l'a divisé en quatre horizons constants qui sont les équivalents de la série du Djoua (ou aux confins algéro-libyens).

Lefranc & Guiraud (1990), utilisent le terme du "Continental intercalaire" *sensu* Kilian (1931), qui inclut toutes les formations non marines entre les transgressions marines du Carbonifère et du Cénomaniens supérieur. Les couches du "Continental intercalaire" du Tademaït nord seraient équivalentes aux affleurements de la série du Djoua aux confins Algéro-libyens (Haug, 1904; Lapparent & Lelubre, 1948; Lefranc, 1983; Gabani *et al.*, 2016), de la Formation de Tiout dans les Monts des Ksour (Bassoullet & Iliou, 1967), et de la Formation des Grès rouges dans le bassin du Guir (Benyoucef *et al.*, 2015, 2016).

En Afrique, en dehors de l'Algérie, ces dépôts peuvent être corrélés avec la Formation d'Ifezouane (Dubar, 1948) dans le bassin d'Errachidia-Boudnib-Erfoud et dans la région de Kem Kem au Maroc (Serenio *et al.*, 1996; Cavin *et al.*, 2010), la Formation de Draa Ubari au Lybie (Rage & Cappeta, 2002), la Formation d'El Rhaz au Niger, la Formation de Bahariya en Egypte, et la Formation de Wadi Milk au Sudan (Le Loeuff *et al.*, 2012).

Selon la définition de Kilian (1931), et Lefranc & Guiraud (1990), le "Continental intercalaire" dans le Tademaït nord peut être divisé en deux formations lithostratigraphiques bien distinctes :

#### **A. Formation de Samani** (nouvelle formation)

La coupe type de cette formation se situe sur le revers nord de la Gara Samani. Elle est limitée à la base par une dalle de grès quartzitique qui forme le plateau de Méguidène, et au sommet

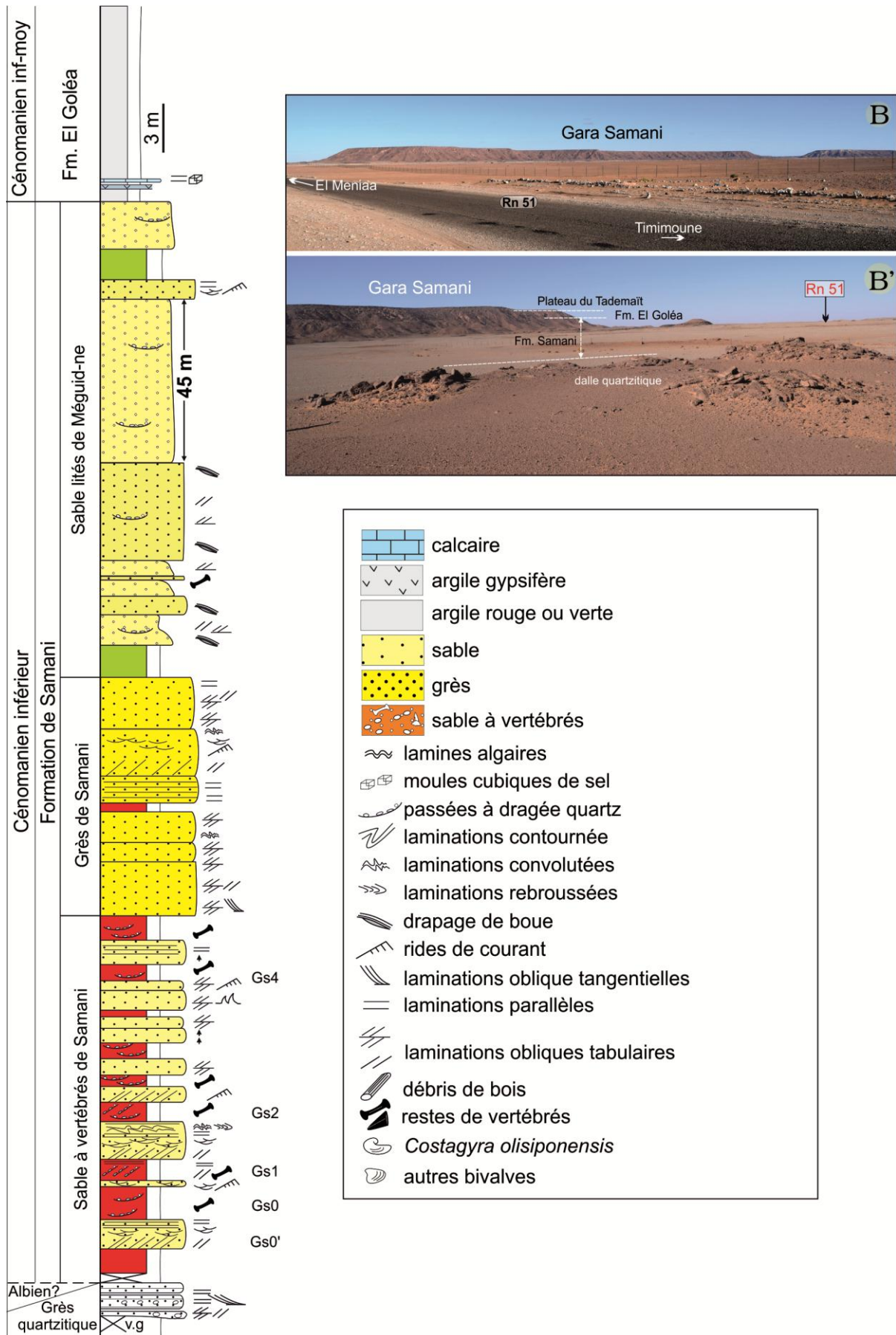
par la Formation des Argiles d'El Goléa. Dans sa localité type, la Formation de Samani peut être divisée en trois membres distincts (Fig. 2.2) :

### 1) Membre des Sables à vertébrés de Samani

Ce membre dont l'épaisseur est estimée entre 20 et 22 m n'affleure plus au-delà de la Gara Samani. Il est dominé par des sables à grain fin à grossier, à lentilles remaniant des dragées de quartz et reste de vertébrés (*Spinosaurus aegyptiacus*, dents de théropodes indéterminés, *Onchopristis numidus* (PL.1C), *Ceratodus africanus*, cf. *Bawitius*, *Lepidotes* sp., dents et plaques dermiques de crocodiliens (PL.1J,K), et plaques et os de chéloniens (PL.1G), écailles d'un poisson holostien, épine à tubercules d'Hybodontoides, (Fig. 2.3A, Pl. 1, 2, 3), à stratifications planes ou obliques angulaires (Fig. 2.3B), et chenaux à stratifications en auge ("trough cross stratification) et à stratifications horizontales soulignées par une alternance de lamines de 1 à 4 cm d'épaisseur de matériel sableux grossier et de matériel plus fin, engendrant un granoclassement répétitif (Fig. 2.3C-D). Les grains de quartz ( $\varnothing$  500 et 180  $\mu$ m) sont ronds, parfois émoussés-lustrés.

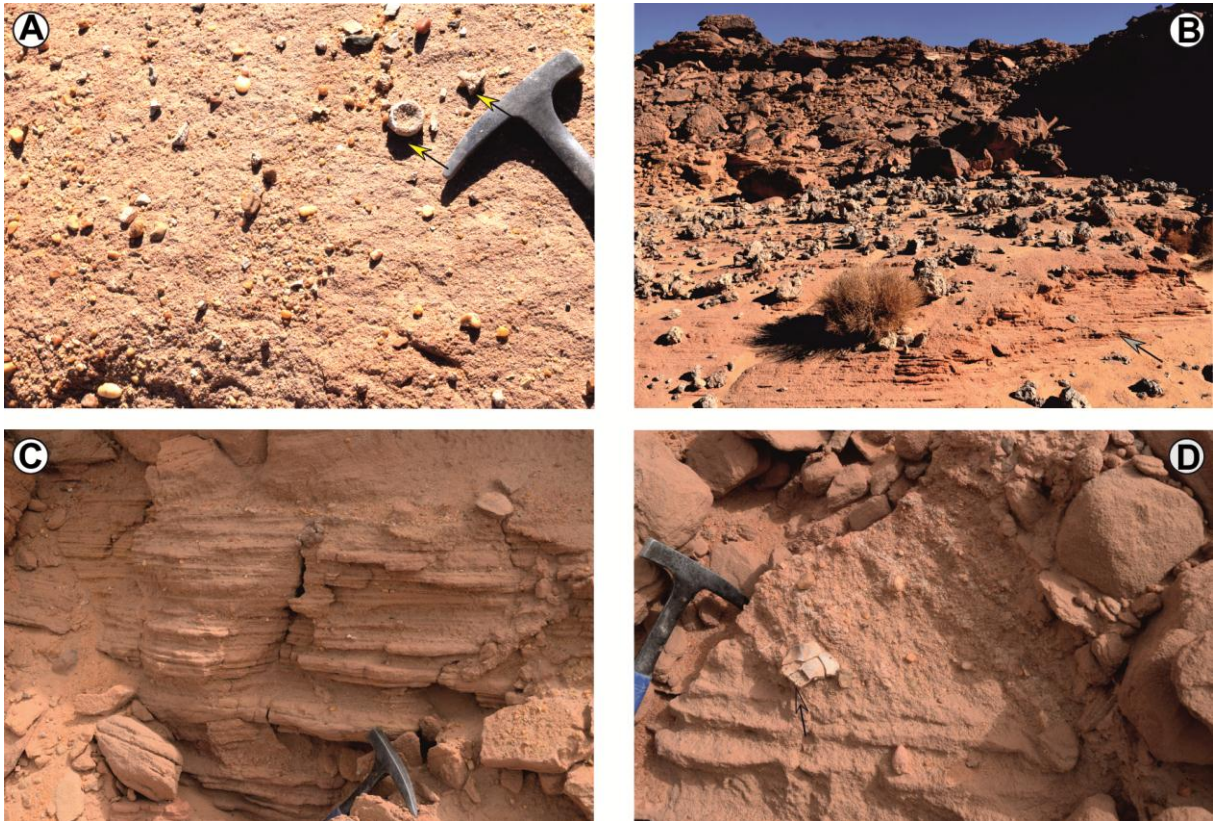
Le faciès sableux à vertébrés peut être intercalé par des lits conglomératiques, d'épaisseur qui varie entre 0.05 et 0.2 mètres, dépourvus de structures physiques internes. Les fragments constituant la fabrique sont sub- à bien arrondis avec des dimensions entre 3 et 5 cm. Ils ne montrent aucune orientation particulière ou un granoclassement.

Ce premier membre est intercalé aussi de bancs gréseux métriques, brunâtres à jaunâtres, dépourvus de faune, à stratifications obliques angulaires ou tangentielles, stratifications en auge de grande ampleur, stratifications obliques tabulaires, stratifications rebroussées et convolutées (Fig. 2.4. A-F). La surface sommitale des bancs montre des rides de courant asymétriques.



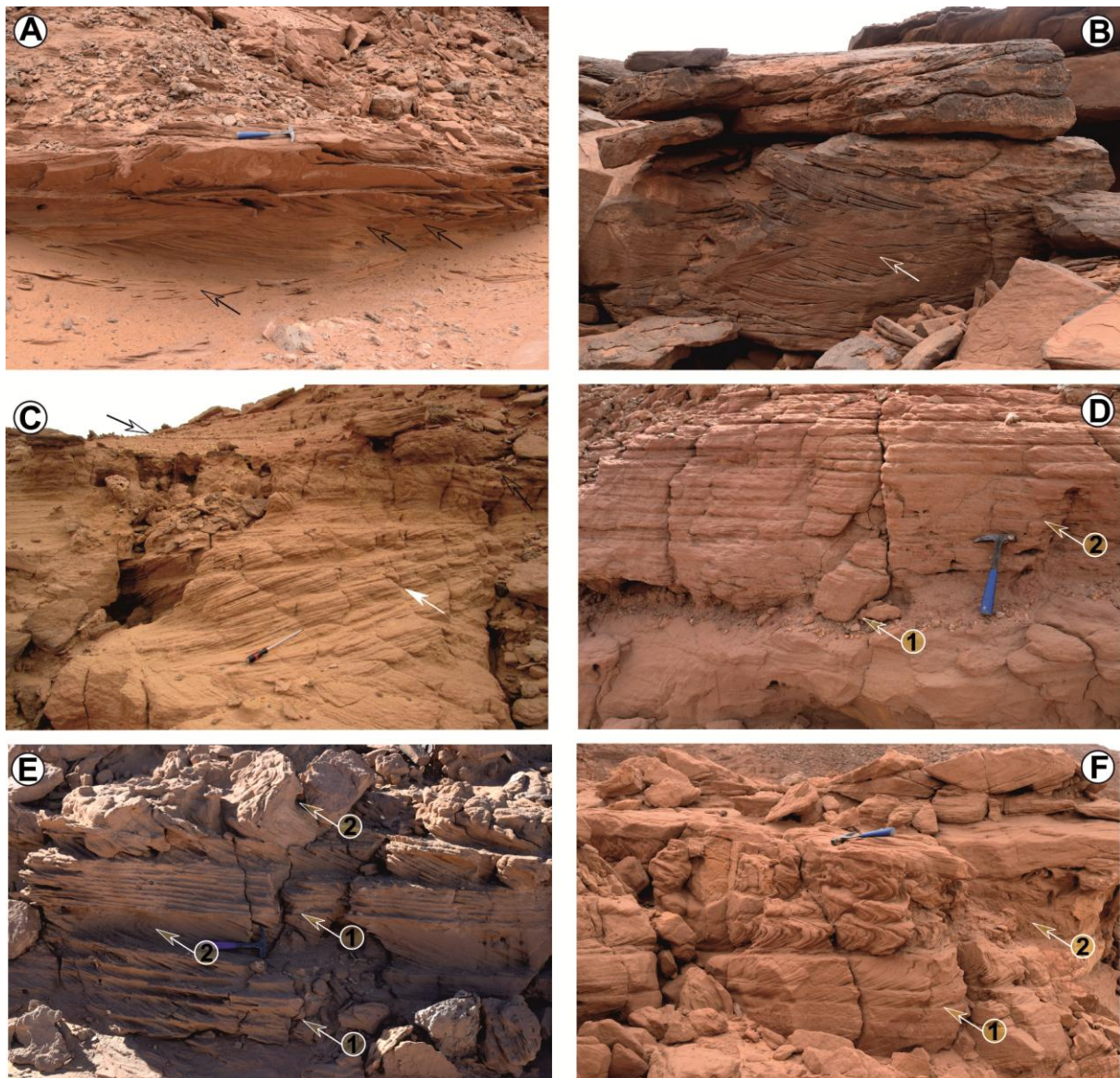
**Figure. 2.2.** A, Succession lithostratigraphique de la Formation de Samani dans sa localité type. B-B', Vues panoramiques présentant : le flanc ouest de Gara Samani (B), le flanc est de Gara Samani (B').





**Figure. 2.3.** A, Sable grossier remaniant des dragées de quartz et des restes de vertébrés (e.g., *Onchopristis numidus*, flèches) ; B, Sables à grains moyens présentant des stratifications planes et parallèles ; C-D, Grès sablonneux à laminations planes et granoclassement positif.

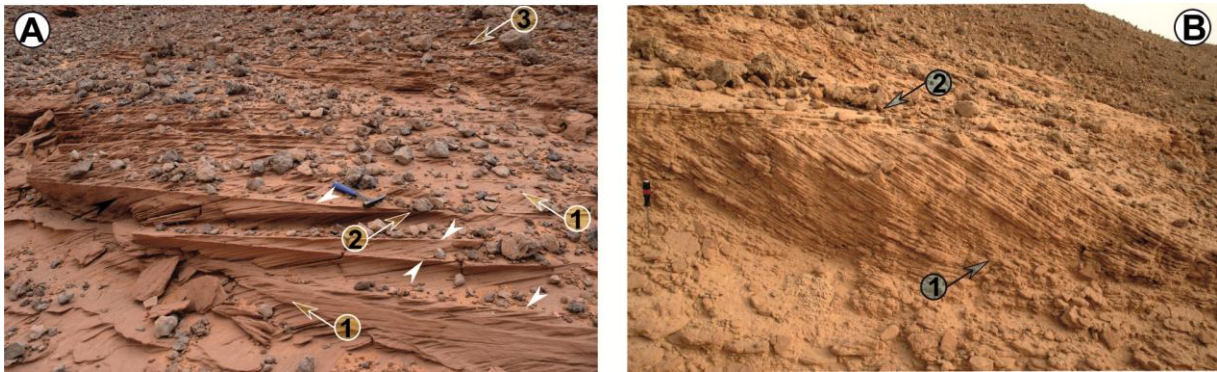




**Figure. 2.4.** A, Grès à stratifications obliques en auge surmontées par des stratifications planes et parallèles ; B, Grès à stratifications obliques en auge (flèches) ; C, Grès à stratifications obliques angulaires (flèches) ; D, chenal conglomératique (1) surmonté par un grès à stratifications obliques angulaires (2) ; E-F, Grès à laminations obliques angulaires (1) surmontées par des laminations rebroussées ou convolutées (2).

## 2) Membre des Grès de Samani

Ce membre constitue une barre gréseuse de couleur rougeâtre à jaune orangée d'environ 15 m d'épaisseur et s'étend sur plusieurs kilomètres, le long des bordures nord de la Gara Samani. L'interface des bancs montre des stratifications horizontales, obliques angulaires et des mégarides (**Fig. 2.5A-B**). L'analyse granulométrique de ce faciès montre qu'il est beaucoup plus fin que les autres sables et beaucoup mieux trié. La surface supérieure de certains bancs montre des grésifications en boules ou « Kerboub ».



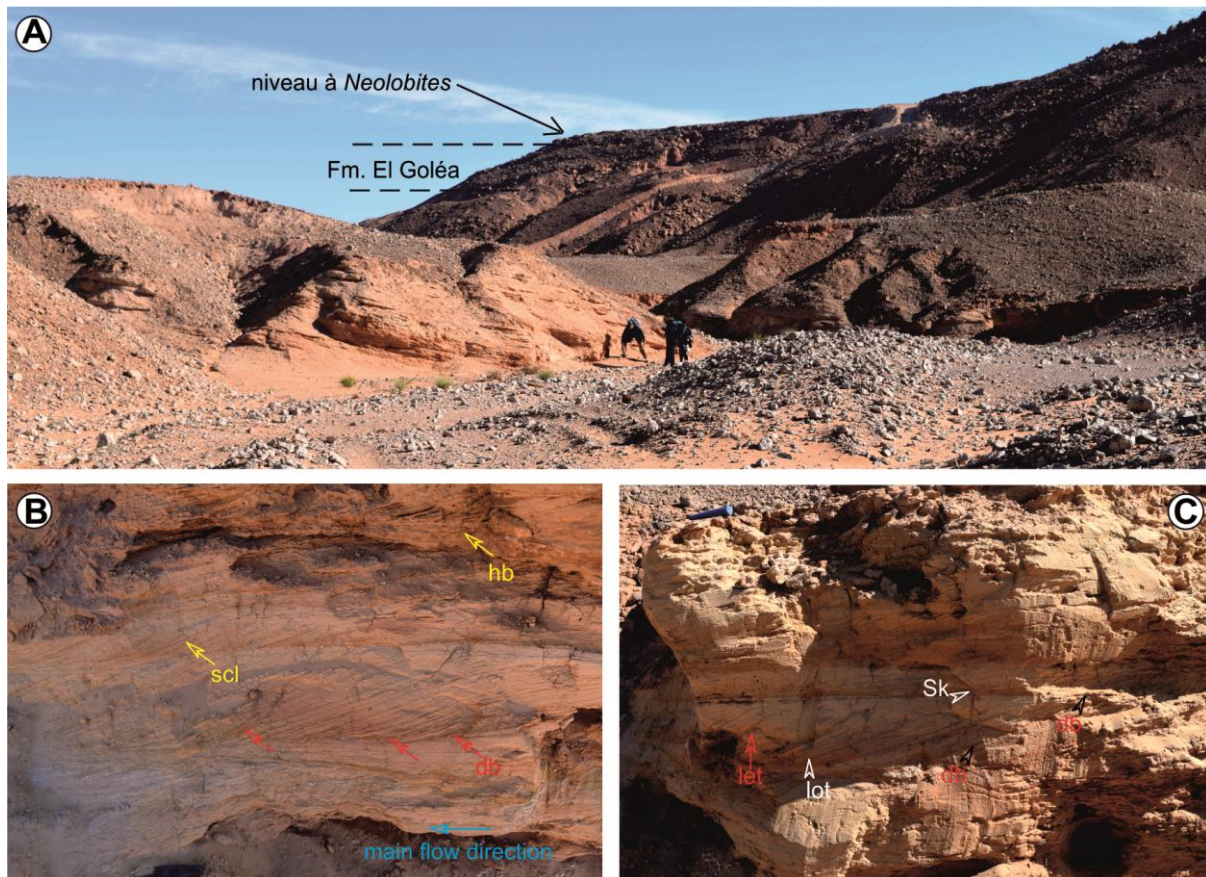
**Figure. 2.5.** **A**, Grès à laminations obliques angulaires (1) interrompues par des surfaces de réactivations ; **B**, Grès beige jaunâtre à mégarides (1) surmontés par des stratifications obliques angulaires (2).

### 3) Membre des Sables lités de Méguidène

Ce membre est formé de sable quartzeux fins à moyens, bien classés, beiges à jaunâtres, intercalés avec des lamines argileuses verdâtres dépourvu de galets ou de graviers. Ces sables (60 m) présentent des laminations obliques angulaires ou tangentielles, des surfaces de réactivation, des drapages argileux d'épaisseur millimétrique, continus ou lenticulaires, correspondant à des litages de type « *flaser bedding* » ou « *wavy bedding* » (**Fig. 2.6**).

Ce membre est intercalé par des niveaux d'argiles verdâtres, parfois gypsifères. Des structures chenalisées minces sont décrites aussi avec un remplissage de sables à cailloutis et restes de vertébrés de petite taille (cf. *Bawitius*, *Onchopristis numidus*, et d'autres fragments indéterminables). Aucun granoclassement n'a été observé. Le tiers inférieur du membre montre à son sommet un niveau mince de grès rougeâtre à dents et vertèbres de crocodilien, de poissons (*Onchopristis numidus* (PL.1F), *Neoceratodus africanus* (PL.1E) et de théropodes (*Spinosaurus aegyptiacus*(PL.1B), théropodes indéterminés (PL.1A).





**Figure. 2.6.** A, Vues panoramiques montrant le membre des Sables lités de M'eguidène (A) ; B-C, Sables à laminations obliques angulaires (let), laminations obliques sigmoïdales (scl), drapages de boue (db) et laminations en arête de poisson (hb).

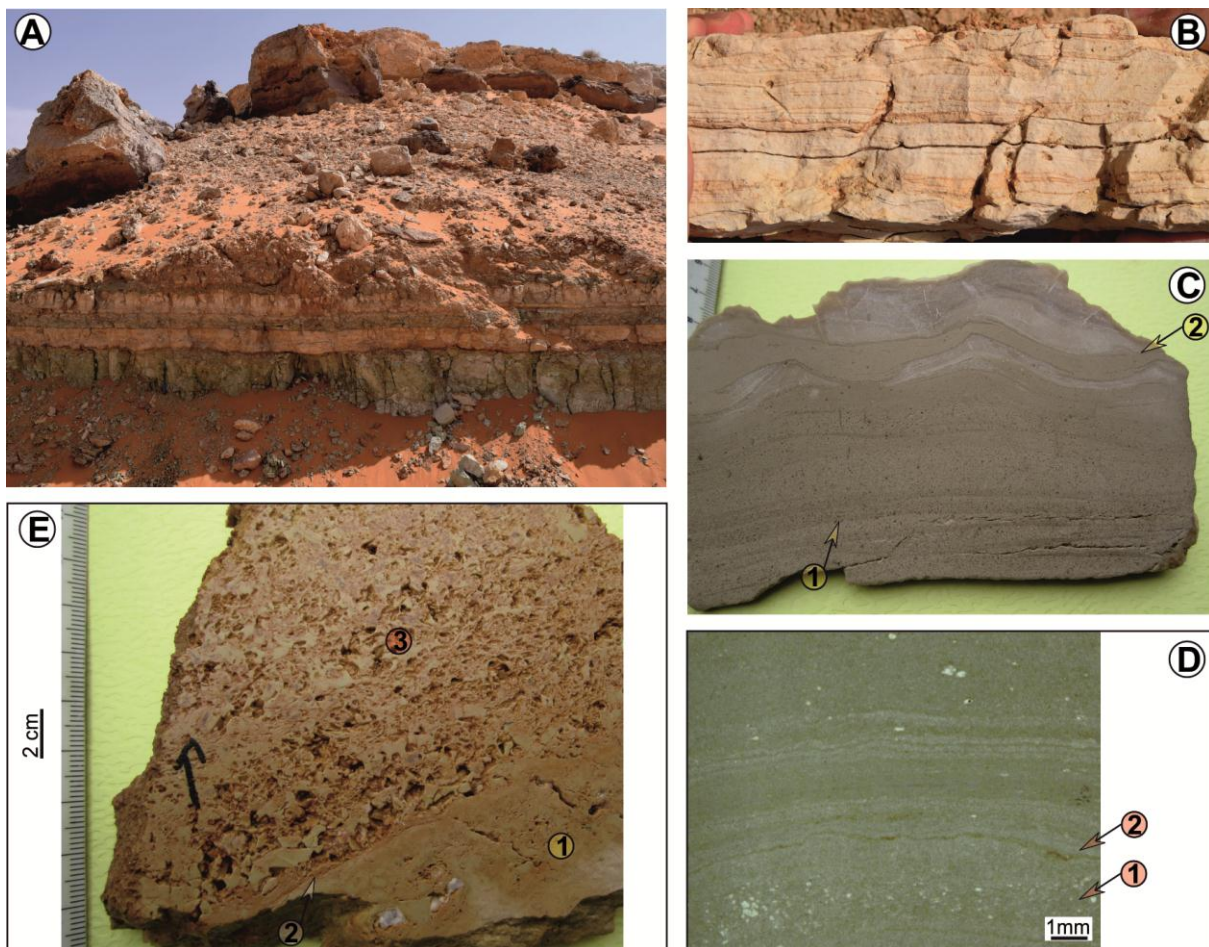
### B. Formation d'El Goléa (Lefranc, 1974)

Cette formation a été définie par Lefranc (1974), elle a été étudiée dans le secteur de M'eguidène-Samani et dans sa localité type (El Ménée, ex El Goléa). Elle correspond un ensemble argilo-gypsifère verdâtre avec des bancs minces (0.05-0.15 m) de calcaires dolomitiques et de calcaires à lamines algaires (**Fig. 2.7A-B**). L'examen microscopique montre que ces derniers sont chargés d'abondants grains de quartz anguleux à sub-arrondis et à contours irréguliers (**Fig. 2.7C-D**). Ce faciès est représenté par une alternance fine de lamines algaires stromatholitiques ondulées piégeant des sédiments détritiques de forme anguleuse à arrondie, ils sont orientés parallèlement à la stratification. Ces structures sont considérées comme faisant partie du « *tidal bedding* » et du « *microbially-induced sedimentary structures* », ou « *MISS* » de Noffke *et al.* (2001, 2003, 2009).

La Formation d'El Goléa (**Fig. 8**) est intercalée également par de rares bancs de calcaires bioclastiques (0.10-0.20 m), de texture wackestone-packstones. Du point de vue faunique, elle renferme des gastéropodes (*Gyroides* sp.) et des bivalves marins (**Fig. 2.7E**), ce qui l'exclut

du « Continental intercalaire » au sens de Kilian. En allant vers le Tinrhert, l'équivalent latéral de cette formation a livré des pseudo-diadématidés (Busson, 1964). Dans le secteur de Méguidène, la partie sommitale de la Formation d'El Goléa admet l'intercalation d'un banc gréseux rougeâtre à laminations obliques angulaires. Elle s'achève par une dalle calcaire à lamines algaires (0.04 à 0.50m), bien continue latéralement.

Les résidus des lavages effectués dans les niveaux argileux n'ont livré aucun fossile, par contre la morphoscopie révèle des grains de quartz (sable fin) émoussé-luisant (EL) associés à des grains ronds mats (RM).



**Figure. 2.7.** A, Argiles verdâtres intercalés gypse et de bancs calcaires à lamines algaires ; B, Banc calcaire dolomitique à lamines algaires ; C, section polie du banc (B) montrant des lamines algaires planes (1) surmontées par des lamines algaires ondulées ; D, lame mince montrant une passée de silts (1) intercalée avec des lamines algaires ondulées (2) ; E, Section polie montrant un banc calcaire jaunâtre (1) admettant des surfaces d'érosion interne (2) et des passées de calcaire bioclastique (3).



## II. SERIE MARINE ET LAGUNAIRE (des anciens auteurs)

De l'Oued el Mezaourou aux Gour Louazouaza, au nord du plateau du Tademaït, il s'agit d'une coupe remarquable depuis les argiles bariolées d'El Goléa (Cénomaniens moyens) jusqu'aux calcaires d'Aïn El Hadjadj (Campaniens). Cette coupe peut être subdivisée en trois formations bien distinctes (**Fig. 2.8 et 2.9**) :

### A) Formation des Gour Louazouaza (nouvelle formation)

Cette formation affleure en particulier dans les gours qui forment le Tademaït nord. Elle surmonte les dernières dalles calcaires à lamines algaires de la Formation d'El Goléa, au sommet apparaît la Formation d'Aïn El Hadjadj. Elle peut être subdivisée en trois membres formels (**Figs. 2.8 et 2.9**) :

#### 1). Membre des Calcaires de l'Oued Mezaourou

Ce membre constitue la surface de la Hamada du Tademaït. Sa base est une barre calcaire massive bioturbée par un réseau horizontal de *Thalassinoides*, allant jusqu'à 3 m d'épaisseur. Cette barre est surmontée par des bancs calcaires bioclastiques (0.50-0.80 m) à bivalves, à huîtres et à gastéropodes. La partie médiane du membre est une alternance de marnes blanchâtres avec des bancs de calcaires massifs ou pseudo-noduleux à faune abondante d'ammonites (*Neolobites vibrayanus* (PL.2A), D'Orbigny et *Calycocheras naviculare* Mantell), nautiloïdes (*Angulithes* sp. et *Eutrophoceras* sp.), de bivalves (*Neithea aequicostata*, *Pholadomya vignesi*, *Frimba* sp., *Plicatula auressensis*), d'huîtres (*Exogyra lisiponensis* Sharpe, *E. flabellata* Goldfuss, *E. conica* Sowerby, *Arcticaquadrata* D'Orbigny), gastéropodes (*Cerithium tenouklense* (PL.2F-H), Coquand, *Aporrhais dutrugi* (PL.2G), Coquand, *Strombus incertus* D'Orbigny), échinoides [*Coenholectypus exisus* (Desor), *Dorocidaris taouzensis* Lambert, *Heterodiadema libycum* (Agassiz & Desor), *Heterodiadema ouremense* de Loriol, *Mecaster batnensis* (Coquand) et *Tetragramma variolare* (Brongniart)]. Elle s'achève par un niveau calcaire riche en bivalves du genre *Neithea*. Les niveaux marneux ont révélé une microfaune d'ostracodes à carapace lisse et de crinoïdes (ophiuridés et rovéacrinides), ainsi que de rares grains de quartz émoussé luisant (EL) de la taille de silt.

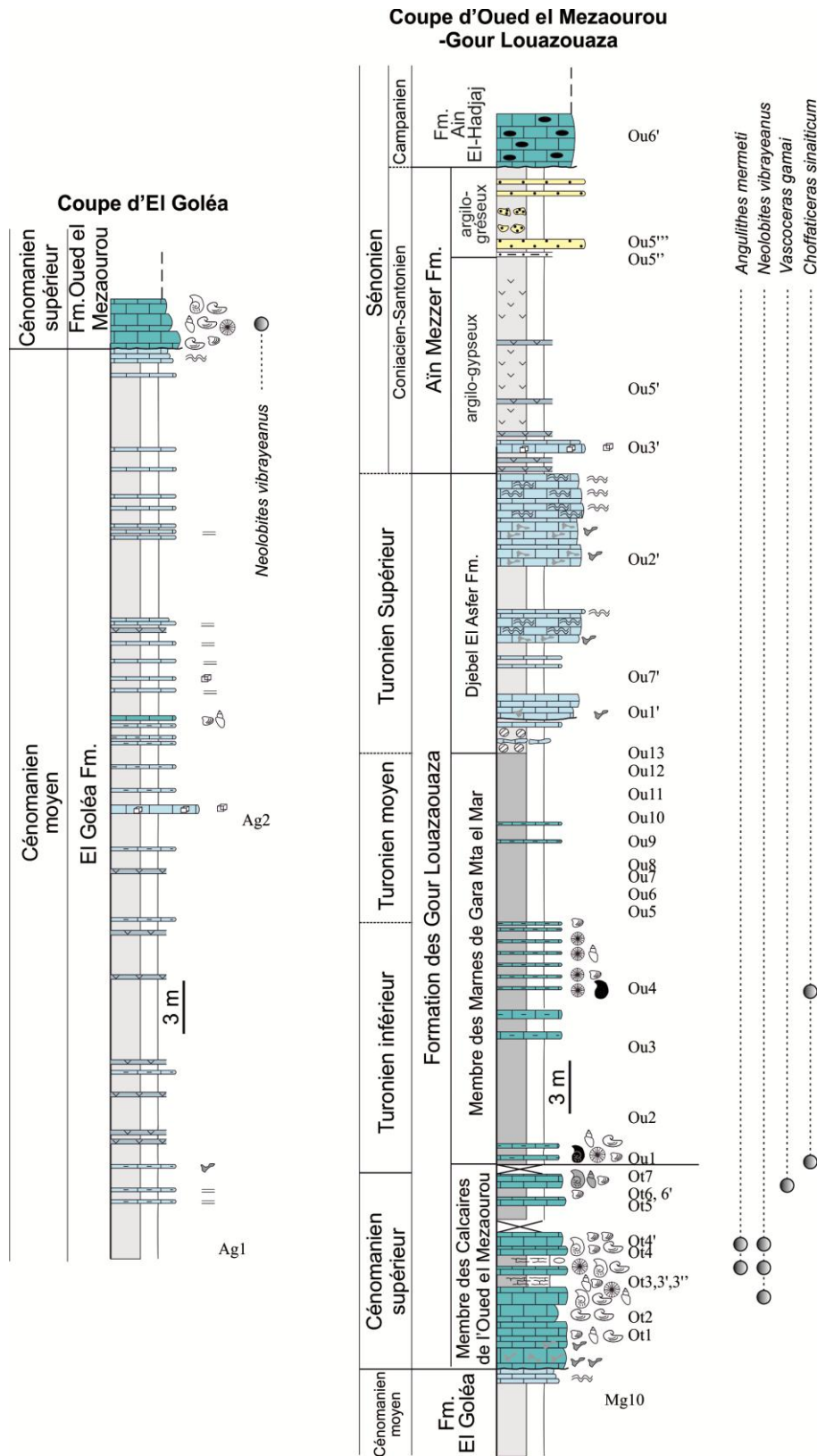
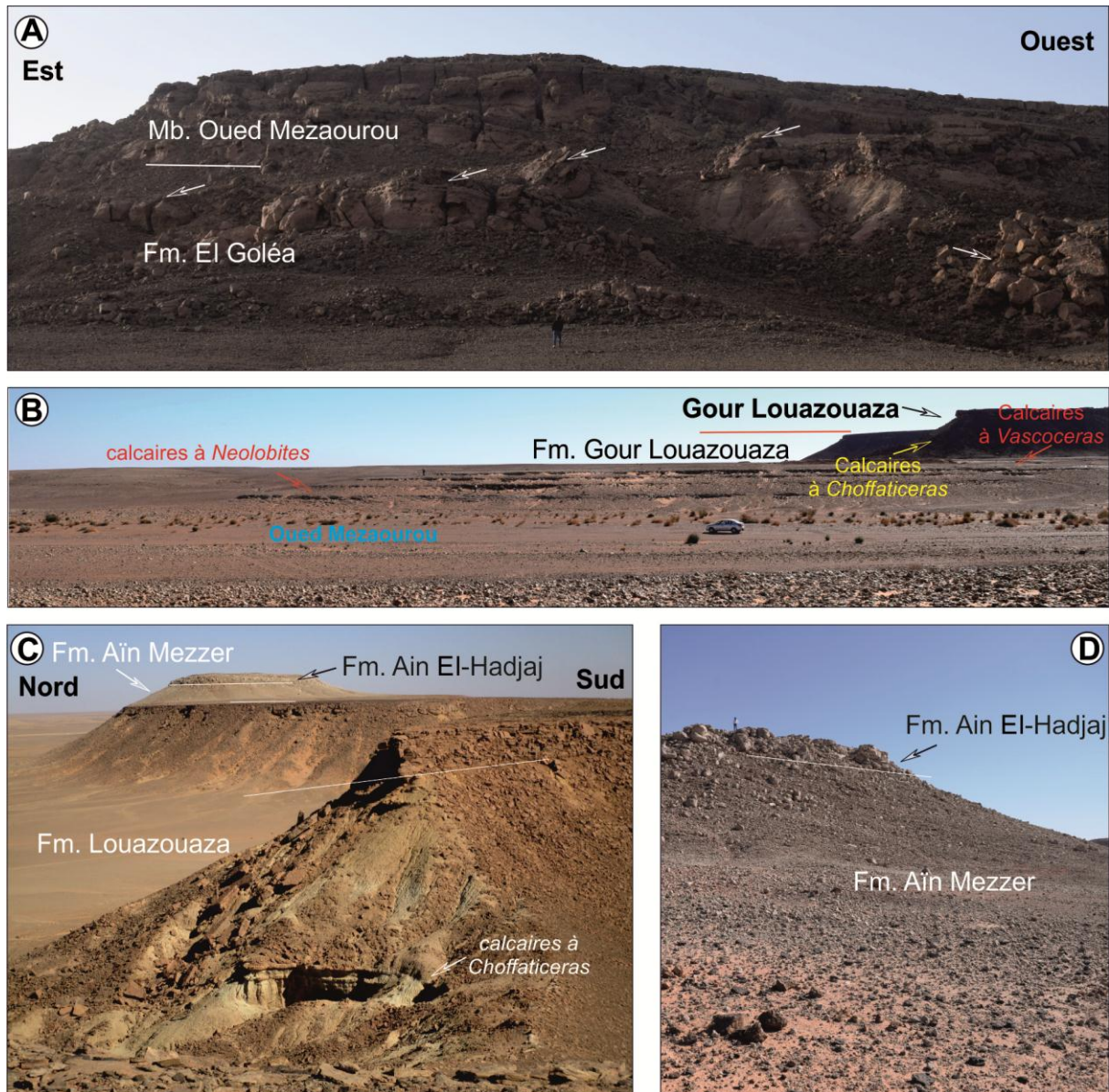


Figure. 2.8. Succession lithostratigraphiques présentant les formations de la série lagunaire et marine du Tademaït nord.



**Figure. 2.9.** Vues de terrain présentant les formations lithostratigraphiques de la série marine et lagunaire. **A**, Panorama à partir de la route nationale RN 51 montrant la Formation d'El Goléa et la base de la Formation des Gour Louazouaza (les flèches indiquent des blocs calcaires en éboulis) ; **B**, Présentation photographique de la Formation des Gours Louazouaza dans sa localité type. Notons la position des niveaux à des ammonites ; **C**, Illustration photographique montrant la partie marneuse de la Formation des Gour Louazouaza, la Formation d'Aïn El-Hadjaj et la Formation d'Aïn Mezzar ; **D**, Vue rapprochée montrant les formations d'Aïn El-Hadjaj et d'Aïn Mezzar.

La partie terminale du membre est formée de calcaires pseudo-noduleux en bancs décimétriques, jaunâtres à la patine, beiges à grisâtres à la cassure, riche en ammonites (*Vascoceras gamai* (PL.2C), et *Vascoceras* sp.) et gastéropodes tylostomidés (*Tylostoma cossoni* (PL.2J), et *T. peroni*), pauvre en bivalves et échinides (*Hemiaster pseudofourneli*). L'examen microscopique montre qu'il s'agit d'un wackestone à foraminifères planctoniques, notamment *Heterohelix* sp., oscilles de rovéacrinides et débris d'ostracodes. Ces calcaires à

*Vascoceras* ont déjà été proposés comme étant le début du Turonien inférieur par Collignon, 1971 et Amard *et al.* (1974).

## 2) Membre des Marnes de Mta El Mar

Ce membre correspond à la moitié inférieure des Gour Louazouaza. Il constitue un escarpement à dominante marneuse jaune beige à verdâtre feuilletée. Il contient des intercalations calcaires centimétriques à décimétriques tendres, beiges jaunâtres. La faune est composée d'ammonite (*Choffaticeras sinaiticum* (PL2D), Douvillé, *Pseudotissotia nigerensis* et *Hoplitoides* sp.), de bivalves (*Granocardium productum* (PL.3A), *Pholadomya pedemalis* (PL.3B), *Curvostrea rouvillei*, *Plicatula auressensis*, *Plicatula batnensis* (PL.3C), d'oursins, avec de nombreux gastéropodes (*Tylostomacossioni*, *T. globosum* (PL.2I), *T. peroni*, *Globiconcha rotundata*). Les marnes renferment des fragments de rovéacrinides et d'ophiuridés, et d'ostracodes à carapace lisse (*Asciocythere* sp., *Bairdia* sp., *Clithrocytheridea* sp., et *Cytheridea*).

Vers le milieu de ce membre, on observe une alternance de marne avec des bancs calcaires décimétriques (0.1 à 0.30 m), assez constants, riches en gastéropodes et oursins. Les derniers niveaux calcaires sont plus minces et montrent des concertations presque monospécifiques à oursins, gastéropodes ou bivalves (*plicatules*). Aucun microfossile n'a été observé dans les 10 derniers mètres de marnes qui précèdent le membre des Calcaires de Djebel Asfar.

D'après Lefranc & Collignon (1974), le gisement de la Garet Louazouaza était le seul à présenter un horizon fossilifère postérieur aux couches à Vascocératidés.

## 3) Membre des Calcaires de Djebel Asfar

Ce membre est bien exposé à Djebel Asfar. A Gour Louazouaza, il est formé de bancs calcaires gris jaunâtre, bien continus latéralement, intercalés de manres beiges. Chaque banc est constitué à la base par des calcaires bioturbés par des terriers ramifiés (*Thalassinoïdes*, (Fig. 2.10B) et une faune de petits mollusques plus ou moins brisés. La partie sommitale du banc est un calcaire rubané à lamines algaires planes ou ondulées (Fig. 2.10C). Les trois bancs calcaires forment une corniche bien continue latéralement (dalle turonienne au sens de Lefranc, 1974) qui repose sur la Formation de Louazouaza par l'intermédiaire d'une vire marneuse beige remaniant des nodules phosphatées (Fig. 2.10A).

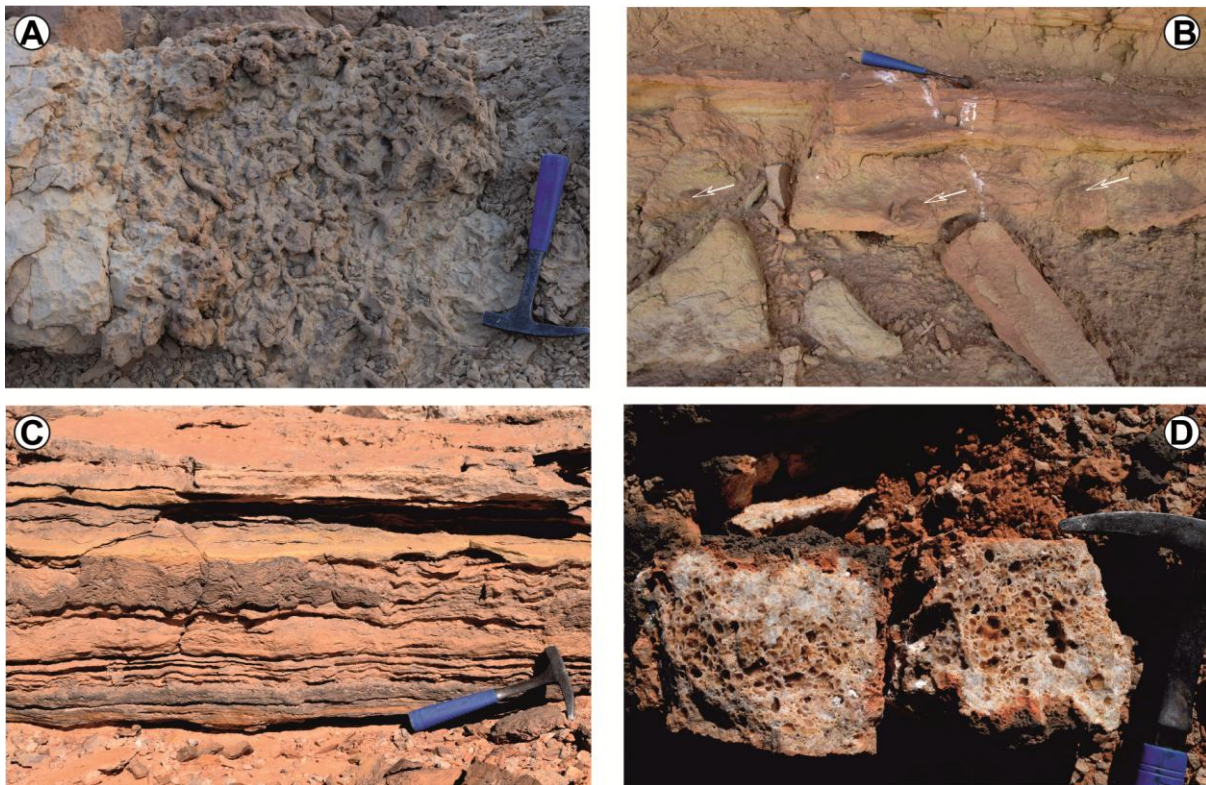


L'examen microscopique a montré que les bancs calcaires bioturbés contenaient des valves ostracodes, des débris d'échinides et d'ophiures, des articles de stellérides.

### B. Formation d'Ain Mezzar (Lefranc, 1974)

Cette formation a été définie par Lefranc (1974), dans le Tademaït sud. Elle s'est déposée en concordance sur les niveaux supérieurs de la corniche turonienne (membre des Calcaires de Djebel Asfar), Elle est faite par des argiles rouges à gypse intercalées à la base par un niveau calcaire dolomitique à trace de moules cubiques de sel (pseudomorphose) (Fig. 2.10D). Au sommet, cette formation est caractérisée par : 1) des argiles sableuses et des bancs gréseux friables de couleur bariolée et à characées ; 2) absence totale de la macro et microfaune ; 3) présence des grains de quartz émoussés luisants (EL), associés avec de rares grains silteux ronds mats (RM).

Dans la bordure méridionale du Tademaït, l'équivalent latéral de ces dépôts argilo-gypsifères peuvent être corrélés avec la formation argilo-gréseuse d'Ain Belbel (Lefranc, 1983b, Adam, 1987). La Formation d'Ain Mezzar serait, en affleurement, l'équivalent, selon Lefranc (1974) et Amard (1977), de l'Anhydrite inférieure de Busson (1970), pour le Sahara septentrional.



**Figure. 2.10.** Photos de terrain. **A**, Calcaire bioturbé par un réseau de terrier horizontal attribués à l'ichnogène *Thalassinoides* (base du Membre des Calcaires de Djebel Asfar) ; **B**, nodule de phosphate (flèches) remaniés dans les marnes qui précèdent le Membre des Calcaires de Djebel Asfar ; **C**,

Calcaire à lamines algaires planes et ondulées (Membre des Calcaires de Djebel Asfar) ; **D**, Calcaire dolomitique à moules cubiques de sel (base de la Formation d'Aïn Mezzer).

Dans la bordure méridionale du Tademaït, l'équivalent latéral de ces dépôts argilo-gypsifères peuvent être corrélés avec la Formation argilo-gréseuse d'Aïn Belbel (Lefranc, 1983b, Adam, 1987). La Formation d'Aïn Mezzer serait, en affleurement, l'équivalent, selon Lefranc (1974) et Amard (1977), de l'Anhydrite inférieure de Busson (1970), pour le Sahara septentrional.

### **C) Formation d'Ain El Hadjadj**

Elle est définie par Lefranc (1974), dans la falaise d'Ain El Hadjadj, au Sud du Plateau du Tademaït, à l'Est de la route d'El Goléa à In Salah. A Gour Louazouza, cette formation forme le sommet de la série crétacée du Tademaït et surmonte la Formation d'Aïn Mezzer. Elle correspond à une corniche (2.80 m) calcaire blanchâtre compacte, à éléments de cherts et grains de quartz détritiques. L'examen microscopique montre qu'il s'agit d'une micritique, parfois dolomitique et à grains de quartz détritiques. Aucune faune n'y est signalée.

Dans sa localité type (Tademaït méridional), cette formation est constituée de deux bancs calcaires à lits de silex. Dans la partie orientale du Tademaït (150 Km à l'est de la localité d'Ain El Hadjadj), elle est formée de quatre bancs calcaires à oursins intercalés d'argiles gypsifères.

Selon Lefranc (1974), la Formation d'Ain El Hadjadj correspond aux dalles calcaires inférieures de l'ensemble carbonaté qui forme les plateaux du Tademaït et du Tinrhert. Il l'attribue au Sénonien supérieur (Campanien présumé). Amard (1977), signale dans la moitié supérieure de la Formation d'Ain El Hadjadj, des lumachelles à cf. *Parapyguscoquandi* (espèce connue dans le Santonien de l'est Algérie (Cotteau, 1866), *Linthia payeni* (Campanien dans le Nord algérien), *Tellina arcotensis*, *Curvostrea delettei*, *Lopha syphax*, Amard met en parallèle cette formation avec les horizons S2a et la moitié inférieure de S2B du Plateau du Tinrhert (la feuille Flatter), que l'auteur (Busson, 1964), compare à la Formation de Mizda (Turonien au Campanien) de la Hamada al Hamra dans la Lybie.

### **III. ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE**

L'âge de la série du Continental intercalaire n'était pas bien précisé : Grès albiens, au sens de Savornin (1934, 1947) ou série compressive englobant un ensemble continu du Permien au Cénomaniens. Cette proposition est totalement réfutée par. Kilian.

La présence de vertébrés à la base de la Formation de Samani, tels que *Spinosaurus aegyptiacus*, *Onchopristis numidus*, *Ceratodus africanus*, cf. *Bawitius*, *Lepidotes* sp., crocodiliens et chéloniens, a permis d'attribuer ces niveaux détritiques au Cénomaniens inférieur (e.g. Benyoucef *et al.*, 2015 ; Gabani *et al.*, 2016).

Faute de marqueurs bio-stratigraphiques, la datation des Argiles d'El Goléa est de nouveau indirecte. Cette formation sus-jacente à la Formation de Samani (Cénomaniens inférieur) et sous-jacente aux calcaires à *Neolobites* (partie basale du Cénomaniens supérieur) serait par calage du Cénomaniens inférieur à moyen.

La présence des ammonites dans la Formation de Louazouaza a permis de préciser l'âge des terrains intercalés entre les Argiles d'El Goléa et la dalle turonienne (*sensu* Lefranc, 1974). Par comparaison avec les travaux effectués dans le plateau du Tinrhert (Amédro, 1996 ; Zaoui *et al.*, 2018), ces ammonites peuvent être réparties en deux zones d'âge Cénomaniens supérieur et une zone du Turonien inférieur :

#### A. Cénomaniens supérieur

**Zone à *Calycoceras guerangeri*:** Cette zone est caractérisée par une association faunique composée de *Neolobites vibrayanus* et *Eucalycoceras pentagonum* (Jukes-Browne). Elle est caractérisée aussi par la présence de nautilus appartenant au groupe *Angulithes mermeti* (PL.2B), (Coquand) et *Eutrophoceras* sp. Cet assemblage marque la base de la zone à *Calycoceras guerangeri*, (sous-zone à *Calycoceras canitaurinum*). Au point de vue lithologique, cette association faunique correspond à la base du Membre des Calcaires de l'Oued el Mezaourou

**Zone à *Neocardioceras juddii* :** Cette zone comporte un assemblage faunique composé de *Vascoceras gamai* Choffat, *Vascoceras* sp. La zone à *Neocardioceras juddii* est bien représentée dans le sommet du Membre des Calcaires de l'Oued el Mezaourou.

#### B. Turonien inférieur

**Zone à *Watinoceras coloradoense*:** Cette zone est représentée par les ammonites *Pseudotissotia nigerensis* (Woods) et *Hoplitoides wohltmannivon* Koenen. Elle correspond à la partie inférieure du Membre des Marnes de Gara Mta el Mar.

Dans la partie supérieure de la Formation de Louazouaza, les ammonites deviennent très rares, voire absentes. Un âge Turonien moyen pour l'extrême partie sommitale de cette formation n'est pas à exclure.

Un âge Turonien supérieur pour la Formation des Calcaires de Djebel Asfar (dalle turonienne de Lefranc, 1974) est probable.

Les dépôts de la Formation d'Ain Mezzar sont considérés depuis Flamand (1911), comme le terme inférieur du Sénonien, mais sans preuves paléontologiques. Dans le cadre du présent travail, l'âge Sénonien inférieur qui a été assigné à la Formation d'Ain Mezzar, n'est en fait suggéré que par sa position stratigraphique, entre un Turonien et un Santonien bien datés (Amard *et al.*, 1981). Il est possible que le Turonien se prolonge plus ou moins dans cette série laguno-continentale. Selon Collignon *et al.* (1970), la Formation d'Ain Mezzar, semble représenter la base du Campanien.

# **Chapitre 3 :**

# **Sédimentologie**

## INTRODUCTION

Ce chapitre est consacré à l'étude sédimentologique des coupes réalisées dans les terrains attribués au Crétacé supérieur de la région de Timimoune-Ménéa. L'objectif principal est de définir la dynamique sédimentaire, le cadre paléoenvironnemental et paléogéographique précis, au sein duquel se mettent en place les nombreuses entités lithostratigraphiques. A cet effet, nous avons utilisé la méthode de définition et d'interprétation des faciès (sédimentologie de faciès). Cette technique est basée essentiellement sur la détermination des faciès (et des sous-faciès) en prenant en considération la lithologie, la granulométrie, le classement des grains, le type de contacts, l'épaisseur et la géométrie des couches, le contenu paléontologique et ichnologique et les structures sédimentaires.

À chaque faciès sédimentaire peut être associé un processus de dépôt. Cependant, un faciès et le processus qui lui est associé ne peuvent pas à eux seuls déterminer le milieu de sédimentation. Puisqu'à un processus sédimentaire donné peuvent correspondre plusieurs milieux de sédimentation, la prise en compte d'un seul faciès conduit à une ambiguïté concernant l'environnement de dépôt. Celle-ci peut être levée en considérant l'ensemble des faciès adjacents et concomitants. La confrontation des scénarios possibles pour chaque faciès conduit généralement à un milieu de sédimentation unique. Considérer un groupe de faciès revient à définir ce qui est couramment appelé un assemblage de faciès sédimentaires. Ce principe de la sédimentologie de faciès conduit à la loi de Gressly, qui établit qu'il existe des relations directes entre le milieu de dépôt et l'ensemble des caractères lithologiques et paléontologiques définissant un faciès sédimentaire (Gressly, 1838; Cross & Homewood, 1997).

## I. DESCRIPTION ET INTERPRETATION DES FACIES

Les observations de terrain (Mars, 2021) et au laboratoire permettent de définir quatre faciès sédimentaires types (conglomérats, grès, argiles et calcaires), notés de FT1 à FT4, que nous avons subdivisé aussi en sous-faciès, puis regroupé en trois assemblages de faciès distincts, appartenant à des environnements différents (fluvial, lagunaire, plate-forme détritique, plate-forme carbonatée,.....).

### A) Faciès « FT 1 » : Conglomérat massif à éléments non jointifs.

Ce faciès est repéré au sein de la partie basale de la Formation de Samani. Il est formé de dépôts de graviers et galets paléozoïques, hétérométriques, mal classés, associés à quelques os

et dents de dinosaurien et crocodilien, dans une matrice de sables moyen (Fig. 2.3. B). Les structures physiques de ce faciès grossier sont le plus souvent frustrées. Les surfaces limites inférieures des bancs sont érosives mais souvent difficiles à établir.

Ces caractères décrivent un écoulement gravitaire de type flot de débris transportant des matériaux autochtones (restes de vertébrés) et allochtones (grès paléozoïques), dans une matrice sableuse.

## **B) Faciès « FT 2 » : Grès**

Ce faciès caractérise en particulier la Formation de Samani. Il correspond à des bancs qui peuvent atteindre des épaisseurs métriques. Selon la nature des structures sédimentaires hydrodynamiques, le faciès gréseux peut être divisé en plusieurs sous-faciès :

### **1) Sous-faciès « FT 2a » : Grès à litages (ou stratifications) parallèles** (Fig. 2.4. A)

Ce sous-faciès est présent le long de la Formation de Samani. Il s'agit d'un grès à grain fins ou moyens, sous forme de bancs décimétriques, de couleur brun rougeâtre, bien continus latéralement, à litages horizontaux planes parallèles ou faiblement inclinés (Fig. 2.4.A), avec, parfois des délits de linéations « *parting lineations ou primary current lineations* ».

Les stratifications planes et parallèles résultent d'un courant unidirectionnel de fond ayant exercé une action de traction et de classement des grains. Le flot est provoqué par un régime d'écoulement rapide (Harms *et al.*, 1982 ; Cojan & Renard, 1997 ; Bouterfa, 1999). Il reflète une influence hydrodynamique sous un régime d'écoulement supérieur (Walker, 1965).

Les bancs de grès à litages horizontaux à légèrement obliques montrant des lits de grains fins ou moyens qui pourraient souligner des dépôts de plage (Short, 1984). Ils ressemblent aussi au faciès Sh ("*horizontally bedded sandstones*") de Miall (2006).

### **2) Sous-faciès « FT 2b » : Grès à granoclassement normal** (Fig. 2.3. C-D)

Ce sous-faciès caractérise le membre inférieur de la Formation de Samani. Il se présente sous forme de lits de grès sablonneux fins à grossiers dont l'épaisseur varie de 5 à 30 cm. Ces lits sont latéralement continus et montrent une alternance de strates de 2 à 8 cm d'épaisseur de matériel sableux grossiers et de matériel plus fin. Des restes de vertébrés et des clastes de 2 à 4 cm flottent à l'intérieur de ce faciès.

Ce sous-faciès peut être interprété comme étant le résultat d'une coulée turbulente de densité modérée qui développe un granoclassement normal par perte de compétence progressive

engendrant un tri hydraulique (faciès R3 de Lowe, 1982; Dickie & Hein, 1995; Falk & Dorsey, 1998). L'alternance de lamines grossières avec d'autres plus fines est le résultat soit du choc entre les particules, soit à des épisodes de crue et d'étiage répétitifs.

### **3) Sous-faciès « FT 2c » : Grès à litages (ou stratifications) obliques angulaires**

(Fig. 2.4. C)

Ce sous faciès se trouve dans la Formation de Samani et dans la partie sommitale de la Formation d'El Goléa (secteur de Samani-Méguidène). Il est représenté par des bancs gréseux d'ordre centimétrique, une teinte rougeâtre, des stratifications obliques angulaires soulignées parfois par des dragées de quartz, et des stratifications entrecroisées accompagnées le plus souvent par des surfaces de réactivation.

La formation des laminations obliques peut être interprétée par la migration des rides (Reineck et Singh, 1973). Selon Chamley (1987), ces structures sédimentaires hydrodynamiques apparaissent dans différents environnements de dépôt continentaux et marins, cependant, elles sont fréquentes dans la plateforme peu profonde (foreshore à shoreface supérieur) soumis à l'action des vagues et des marées.

### **4) Sous-faciès « FT 2d » : Grès à mégarides** (Fig. 2.5. A)

Au sommet du membre des Grès de Méguidène, ce sous-faciès se présente sous forme de bancs gréseux à grain fin, de couleur beige à jaunâtre, à grandes stratifications obliques (mégarides).

Les méga-rides éoliennes sont généralement très grandes et se confondent facilement avec des méga-rides de vagues. Les grès à méga-rides subaquatiques sont de type « *grain-supporting texture* », bien classés, à grains de quartz grossiers de taille presque égale et ne comportent aucune implication de boue. En revanche, les méga-rides éoliennes sont caractérisées par des crêtes à gros grains et des creux à grains fins (Anderson et Bunas, 1993).

### **5) Sous-faciès « FT2e » : Grès à stratifications en auges** (Fig. 2.4. B)

Ce sont des grès à stratifications entrecroisées en auges observées au sein de la partie basale de la Formation de Samani. Ces grès ressemblent typiquement au faciès St de Miall (1978), qui est interprété comme des dépôts de traction de fond ou des dunes. Leurs régimes d'écoulement sont inférieurs (Miall, 1978), liés à des systèmes fluviaux de rivières en tresses (Miall, 1982 (in Benyoucef 2012; 1985)). L'empilement de faisceaux de lamines à stratifications entrecroisées en auges avec des bases érosives ou des faisceaux individuels d'épaisseur



centimétrique à décimétrique dans le sous-faciès « FT2e » correspondrait aux lits de sable « *sandy bedform* » de Miall (1985). Ces faisceaux empilés pourraient également être interprétés comme des vagues de sables ou migration des dunes le long de larges chenaux peu profonds (« *sand-flats* ») sous des conditions équivalentes à la partie supérieure du régime d'écoulement inférieur (Harms, 1975).

**6) Sous-faciès « FT 2f » : Grès à structures de liquéfaction et de charge** (Fig. 2.4F2)

Ce sous-faciès a été repéré dans la partie inférieure de la Formation de Samani, il correspond à des bancs gréseux décimétriques de couleur brun rougeâtre ou jaunâtre, présentant des stratifications déformées, des figures de charge et des structures en flamme.

La présence de nombreuses structures de liquéfaction et de charges indique des taux de sédimentation très importants (Eyles et Eyles, 1992). Elle suggère aussi un glissement syn-sédimentaire qui aurait pu être déclenché par divers mécanismes, entre autres, les tremblements de terre (séismes), ou simplement par surcharge sédimentaire sur une pente.

**7) Sous-faciès « FT 2g » : Grès massifs**

Ce sous-faciès concerne également la partie inférieure de la Formation de Samani. Il correspond à des bancs de grès à grain fin ou moyen, de couleur brun rougeâtre, dépourvus de structures sédimentaires internes.

Les grès massifs sont interprétés comme des dépôts de flux laminaires (« *sheet floods deposits* », Bull, 1972). Ils sont construits par l'accrétion vers le bas de larges chenaux médians peu profonds, de faible sinuosité, de plateaux de sable dans un milieu confiné (Miall, 1985). L'absence de laminations dans les lits de grès massifs suggère l'absence de traction (Blatt *et al*, 1980). Les lits sans laminations sont formés soit à partir de dispersion de sédiments à concentration très élevée, soit par dépôt de suspension très rapide (Blatt *et al*, 1980).

### C) Faciès « FT 3 » : Sables

Ce faciès peut être divisé en quatre sous-faciès, qui sont :

#### 1) Sous-faciès « FT 3a » : Sable graveleux à stratification parallèles (Fig. 2.3. B)

Ce Sous-faciès a été repéré à la base la Formation de Samani. Il est formé de couches de sable graveleux à stratifications horizontales, à dominance de sable, à grains moyens ou grossiers et mal classés.

Il est interprété comme dépôt par traction en régime d'écoulement supérieur (Miall, 1978).

#### 2) Sous-faciès « FT 3b » : Sables massif (Fig. 2.3. A)

C'est le faciès le plus présent dans le premier membre de la Formation de Samani. Il s'agit de sables moyens à grossiers avec une épaisseur des lits variant entre 0.10 et 1.2 m. Les lits sont latéralement continus sur plusieurs mètres. L'analyse granulométrique de ces sables indique un mauvais tri et une granulométrie de sable moyen.

Des plans de stratifications diffuses sont visibles à divers endroits, soulignés par un alignement de fragments de même taille. Ce sous-faciès remanie aussi des restes de vertébrés variés, brisés et ayant vécu dans différents biotopes : animaux semi-aquatiques (spinosauridés (PL.1B), tortues et dipneustes) ou strictement aquatique (polyptères, requin scie).

Différents mécanismes sont invoqués dans la littérature pour expliquer ce genre de faciès : un dépôt rapide d'une coulée hyperconcentrée, coulées de débris (Kim et *al*, 1995) ou le résultat d'une intense bioturbation. Les hypothèses d'une coulée cohésive ou d'une intense bioturbation sont écartées de par l'absence d'une matrice argileuse qui élimine la première hypothèse et l'absence de structures de bioturbation ou de fossiles qui indiqueraient une activité animale. L'hypothèse retenue est donc celle d'une sédimentation rapide d'une coulée hyperconcentrée qui ne permet pas le développement de structures sédimentaires. Les restes de vertébrés indiquent un milieu aquatique d'eau douce.

#### 3) Sous-faciès « FT 3c » : Sables lités à drapages de boues (Fig. 2.6. B-C)

Ce sous-faciès occupe la presque totalité du membre des sables de Méguidène. Il correspond à des sables beiges jaunâtres à laminations obliques angulaires ou sigmoïdales. Des drapages argileux ("*mud draps*") sont souvent présents, en particulier sur les lits basaux ; qui remontent parfois jusqu'au sommet des lits frontaux ou des surfaces de réactivation. Leur épaisseur,

généralement millimétrique et peut atteindre 2cm. L'épaisseur des faisceaux délimités par ces drapages est de 35 cm en moyenne.

Ce sous-faciès est interprété comme dépôt de milieu aquatique dominé par les marées. La variabilité du courant permet la formation de drapages argileux et/ou le développement de la bioturbation (Fig. 2.6.B-C) le long des lits frontaux et basaux, pendant les périodes où le courant est trop faible pour transporter du sable en charriage.

#### **4) Sous-faciès « FT 3d » : Sables moyens à grossiers à litages obliques plans**

Ce sous-faciès se présente dans le Membre des Sables litées de Meguidène (Formation de Samani), sous forme de couche d'épaisseur centimétrique à décimétrique, de sables quartzeux moyens à grossiers, de couleur jaune, à litage oblique plan. Il peut être associé à des granules et petits galets arrondis. Les couches sableuses montrent une surface inférieure érosive basale et une surface sommitale plane.

Les structures sédimentaires physiques de type litages obliques plans (dunes 2D) sont caractéristiques d'un écoulement hydrodynamique unidirectionnel modéré.

#### **D) Faciès « FT 4 » : Agiles**

Ce faciès regroupe deux sous-faciès bien distincts :

##### **1) Sous-faciès « FT 4a » : Argiles sableuses**

Ce sous faciès est identifié au sommet de la Formation d'Ain Mezzer, intercalé entre deux bancs gréseux friables de couleur bariolée et à characées. Ce sous faciès est caractérisé par l'absence des structures sédimentaires hydrodynamiques et de faune. Les résidus des lavages montrent qu'il s'agit des grains de quartz émoussés luisants (EL), associés avec de rares grains silteux ronds mats (RM).

Le sous-faciès « FT 4a » indique un régime d'écoulement supérieur (Lowe, 1976) (sables) et dépôt par suspension (boues), dans un milieu de dépôt continental aquatique qui peut être comparé avec une plaine fluviatile, qu'atteste l'absence de la faune et des structures sédimentaires d'origine marine.

## **2) Sous-faciès « FT 4b » : Argiles gypsifères** (Fig. 2.7. A)

Ce sous-faciès marque la Formation d'El Goléa et la Formation d'Aïn Mezzar. Il correspond à des argiles rouges ou verdâtres, d'épaisseur centimétrique à métrique, dépourvue de macro- et microfaune. Cette argile est intercalée par des bancs gypseux ou par des calcaires à lamines algaires.

Ce sous-faciès indique un climat aride, un milieu aquatique de faible tranche, à énergie hydrodynamique faible voire nulle, conditions peu favorables au développement de la vie benthique. Ce milieu peut être comparé à une plaine côtière évaporitique (supratidal) analogue à une sebkha (Oboh-Ikuenobe *et al.*, 2005).

### **E) Faciès « FT 5 » : Marnes** (Fig. 2.9. B)

Ce faciès caractérise la partie supérieure de la Formation des Gour Louazouaza, il se présente sous forme de couche feuilletées, d'épaisseur décimétrique à métrique, de couleur beige ou verdâtre et intercalés de bancs calcaires centimétriques à décimétriques, à d'ammonites, bivalves, oursins et gastéropodes. La macrofaune découverte est généralement en bon état de conservation et se présente sous forme de moules internes à remplissage conforme à la matrice. Les résidus de lavage ont fourni des radioles d'oursin, des ophiuroïdes, des rovéacrinides, des ostracodes à carapace lisse et des dents isolés de poissons.

Ce faciès témoigne d'un milieu de mer ouverte peu profonde, aux fonds marins très riches en organismes diversifiés. Dans ce milieu, l'abondance des gastéropodes et des bivalves, suggère un milieu de dépôt calme à fond boueux, probablement de vase infralittorale (Ettachfini et Andreu, 2004).

### **F) Faciès « FT 6 » : Calcaires**

Ce faciès peut être divisé en quatre sous-faciès :

#### **1) Sous-faciès « FT 6a » : Calcaire à lamines algaires** (Fig. 2.10. C)

Ce sous faciès a été observé dans la Formation d'El Goléa et le Membre des Calcaires de Djebel Asfar. Il est agencé en strates calcaéro-dolomitiques beiges, verdâtres à grisâtres, dépourvues de faune. Les calcaires présentent des lamines stromatolithiques planes ou ondulées et sont chargées d'abondants grains de quartz anguleux à sub-arrondis et à contours irréguliers.

Ce sous-faciès indique un milieu intertidal (climat aride) à supratidal (climat humide) analogue à une sebkha littorale. La dolomitisation indique également un échange faible de l'eau avec l'océan ouvert et une élévation concomitante de la salinité (Sass & Bein, 1982).

### **2) Sous-faciès « FT 6b » : Calcaires bioturbés** (Fig. 2.10. A)

Ce sous-faciès marque la partie basale de la Formation des Gour Louazouaza et le membre des Calcaires de Djebel Asfar. Il s'agit de bancs calcaires de couleurs jaunâtre généralement décimétrique, à terriers ramifiés attribués à l'ichnogène *Thalassinoides*. Ces bancs bioturbés renferment aussi une faune de bivalves et d'échinides brisée.

L'abondance des *Thalassinoides* et la présence d'une faune marine benthique indiquent un milieu margino-littoral riche en nutriments, à salinité normale et bien oxygéné (Frey et Pemberton, 1984; Sattler *et al*, 2005).

### **3) Sous-faciès « FT 6c » : Calcaires à moules cubiques de sel** (Fig. 2.10. D)

Ce sous-faciès marque la partie basale de la Formation d'Aïn Mezzar, il se présente sous forme de bancs centimétriques de dolomies jaunâtres à moules cubiques d'environ 3 cm de taille moyenne (Fig. 2.10. D) vidées par l'érosion (trémies de sel) de sel. La surface sommitale des bancs est à rides de courant.

Les trémies de sel sont favorisées par une alternance rapide et répétée entre l'inondation et l'émersion des surfaces sédimentaires. Comme modèle analogue d'inondation périodique des eaux salées suivie d'émersion, on peut citer ce qui se manifeste actuellement dans les marais salants d'Australie (Logan, 1987) et dans les bassins évaporitiques de Bulgarie (Trashliev, 1969).

### **4) Sous-faciès « FT 6d » : Calcaires à faunes benthiques et pélagiques** (PL.2)

Ce sous-faciès apparaît dans la partie basale de la Formation des Gour Louazouaza, sous forme de bancs décimétriques, massifs ou pseudonoduleux, de teinte beige à jaunâtre. Le contenu faunistique est représenté par des ammonites, des nautilus, des gastéropodes, des bivalves, des huîtres et d'échinides. L'examen microscopique montre qu'il s'agit d'un wackestone à ostracodes et section de rovéacrinides. L'abondance et la diversité de la faune benthique et pélagique indiquent un milieu de dépôt marin ouvert, bien oxygéné et à salinité normale.

### **III. ASSOCIATION DE FACIES ET PALEO-ENVIRONNEMENTS**

#### **A) Association de faciès « A » : Fluvatile**

Cette association de faciès caractérise la partie inférieure de la Formation de Samani. Elle est formée par l'assemblage des faciès suivants : les conglomérats massifs (FT1) à la base ; les grés (FT2) avec les sous faciès symbolisés (FT2a, FT2b, FT2c, FT2e, FT2f, et FT2g), et les sables (FT3) où deux sous faciès sont enregistrés (FT3a, FT3b). Ces derniers faciès sableux ont révélé des restes de vertébrées variés d'eau douce : animaux semi-aquatiques (spinosaurides (PL.1B), tortues et dipneustes) ou strictement aquatique (polyptères, requin scie). Cette association « A » présente des caractères sédimentologiques (figures hydrodynamiques), séquentiels, absence de l'influence marine et paléontologiques (faune d'invertébrés d'eau douce) qui concordent avec un environnement continental de type fluvatile.

#### **B) Association de faciès « B » : Littoral à influence de marrées (shoreface)**

Cette association de faciès couvre le Membre des Sables lités de Méguidène. Elle est marquée par les faciès et sous faciès (FT3c) et (FT2d). Du point de vue sédimentologique, elle montre un caractère franchement marin, avec la présence de structures indiquant des influences de marée. L'influence tidale est suggérée par la présence de mégarides, drapages de boues et de surfaces de réactivation. Le Membre des Sables lités de Méguidène s'est déposé dans un milieu de type shoreface à influence mixte.

#### **C) Association de faciès « C » : Sebkhia littoral (intertidal haut à supratidal)**

Cette association est bien marquée dans la Formation d'El Goléa et la Formation d'Aïn Mezzar. Elle est représentée par les argiles (FT4a, FT4b), et les calcaires (FT6a, FT6c). L'association des Argiles gypsifères et des Calcaires à lamines algaires traduisent des dépôts dans un domaine côtier ou de plateforme péritidal *sensu* Pratt et *al.*, 1992. Il est soumis à de forte évaporation lors des périodes d'aridité et de sécheresse induisant la précipitation du matériel gypsifère. Ce milieu ressemble à une sebkhia qui se prolifère dans un domaine intertidal haut à supratidal. Les périodes d'émersion sont matérialisées par les dépôts calcaires à lamines algaires.

#### **D) Association de faciès « D » : Plate-forme margino-littoral**

Les dépôts de cette association occupent la partie basale de la Formation des Gour Louazouaza, le membre des Calcaires de Djebel Asfar et la Formation d'Ain El Hadjadj. Ils

sont représentés par de bancs épais de calcaires bioturbés riches en *Thalassinoides*, faune de bivalves et d'échinides brisée (FT6b).

*Thalassinoides* est généralement interprété comme un terrier d'habitation (*domichnial*), passivement rempli, généralement lié aux environnements oxygénés (Rodríguez-Tovar & Uchman, 2004a, b). Cet ichnogène est considéré comme une trace de type « *facies-crossing* » produite par des crustacés (Frey *et al.*, 1984; Knaust, 2017), enregistrée généralement dans les environnements marins peu profonds, niveau trophique élevé et bien oxygéné. En plus de cette bioturbation, la présence de la faune benthique converge vers un milieu margino-littoral oxique (Bouchemla *et al.*, 2020 ; Sattler *et al.*, 2005).

#### **E) Association de faciès « E » : Plate-forme subtidale**

Cette dernière association occupe la Formation des Gour Louazouaza. Elle se compose par des calcaires à faunes benthiques (gastéropodes, bivalves, huîtres et échinides), et pélagiques (ammonites, des nautilus) (FT6d). Le microfaciès révèle un wackestone à ostracodes et rovéacrinides. L'abondance et la diversité de la faune benthique et pélagique indiquent une plateforme subtidale, bien oxygéné et à salinité normale. La sédimentation de la Formation des Gour Louazouaza témoigne d'une accentuation notable de la transgression cénomaniennne qui se généralise dans un milieu de mer ouverte peu profonde. La richesse du milieu en organismes benthiques suggère des conditions d'accalmie et un fond boueux, correspondant probablement à une vase subtidale (Canérot *et al.*, 1982 ; Ettachefini & Andreu, 2004). La présence des ammonites *Neolobites vibrayeanus* (PL.2A) réconforte ce milieu de dépôt, car elles sont généralement signalées dans plates-formes peu profondes en Afrique du Nord et au moyen orient (Wise & Schulze, 2005 ; Meister & Piuz, 2013).

# **Conclusions générales**



## Conclusions générales

L'étude entamée sur le Crétacé du bassin de Timimoun révèle plusieurs résultats sur le plan lithostratigraphique, paléontologique, sédimentologique et ichnologique.

### **A)- Sur le plan lithostratigraphie**

L'étude lithostratigraphique montre l'empilement de cinq formations qui s'étale depuis Mèguidène jusqu'au Ménéa (ex El Goléa). Ces formations sont de plus en plus récentes suivant un axe N-S. elles sont de bas en haut :

**1. La Formation de Samani**, elle apparait dans le plateau de Mèguidène sous forme d'une dalle quartzitique. Cette formation peut être divisée en trois membres distincts :

**Membre 1** : Il est dominé par des sables à grain fin à grossier, à lentilles remaniant des dragées de quartz et renfermant des restes de vertébrés

**Membre 2** : constitue par une barre gréseuse et granulométrique plus fin que les autres sables et beaucoup mieux trié. La surface supérieure de certains bancs montre des grésifications en boules ou « Kerboub ».

**Membre 3** : Ce membre est formé de sable quartzeux fin à moyen bien classé, beige à jaunâtre lités avec lamines argileuses verdâtres et dépourvu de galets ou de graviers. Ce membre est intercalé par des niveaux d'argile verdâtre, parfois gypsifère, avec un remplissage de sables à cailloutis et restes de vertébrés de petite taille

**2. Formation d'El Goléa**, elle présente de rares bancs calcaires bioclastiques de texture wackestone-packstones à gastéropodes (*Gyroides* sp.) et bivalves marins.

**3. Formation des Gour Louazouaza**, correspond à des dalles calcaires à lamines algaires de la Formation d'El Goléa et surmontée par la Formation d'Ain El Hadjadj. Elle peut être subdivisée en trois membres formels :

**Membre 1** : correspond à une barre calcaire massive bioturbée par un réseau horizontal de *Thalassinoides*, Cette barre est surmontée par des bancs calcaires bioclastiques à bivalves, huîtres et gastéropodes. La partie médiane du membre est une alternance de marne blanchâtre avec des bancs de calcaire massif ou pseudo-noduleux à faune abondante

**Membre 2** : Il constitue un escarpement à dominante marneuse jaune beige à verdâtre feuilletée. Il contient des intercalations calcaires. La faune est composée d'ammonite

**Membre 3** : il est formé de bancs calcaires, bien continus latéralement, intercalés de manres beiges. Chaque banc est constitué à la base par des calcaires bioturbés par des terriers ramifiés (*Thalassinoïdes*), et une faune de petits mollusques plus ou moins brisés. La partie sommitale du banc est un calcaire rubané à lamines algaires planes ou ondulées, les bancs calcaires bioturbés contenaient des valves ostracodes, des débris d'échinides et d'ophiures, des articles de stellérides.

**4. Formation d'Ain Mezzar**, il s'agit une concordance sur les niveaux supérieurs de la corniche turonienne (membre des Calcaires de Djebel Asfar), d'une argile rouge à gypse intercalée à la base par un niveau calcaire dolomitique à moules cubiques de sel et au sommet par des argiles sableuses et bancs gréseux friables. Aucune faune n'y est signalée, avec des grains de quartz émoussés luisants, associés avec de rares grains silteux ronds mats.

**5. Formation d'Ain El Hadjadj**, elle correspond à une corniche de calcaire, à éléments de cherts et grains de quartz détritique, il s'agit d'une micritique, parfois dolomitique. Aucune faune n'y est signalée. Cette formation est constituée de deux bancs calcaires à lits de silex. Elle est formée de quatre bancs calcaires à oursins intercalés d'argiles gypsifères.

#### **B)- Sur le plan paléontologique**

Le membre 1 de la Formation de Samani révèle plusieurs restes de vertébrés dont leurs détermination montre :

*Spinosaurus aegyptiacus*, dents de théropodes indéterminés, *Onchopristis numidus*, *Ceratodus africanus*, cf. *Bawitius*, *Lepidotes* sp.,

Dents et plaques dermiques de crocodiliens ;

Plaques et os de chéloniens ;

Écailles d'un poisson holostien, épine à tubercules d'*Hybodontoidea* ;

Le membre 3 de la même formation montre les restes de vertébrés suivants :

cf. *Bawitius*, *Onchopristi snumidus*, et d'autres fragments indéterminables ;

Dents et vertèbres de crocodilien, de, poissons (*Onchopristis numidus*, *Neoceratodus africanus*) ;

Théropodes (*Spinosaurus aegyptiacus*, théropodes indéterminés).

La Formation des Gour Louazouaza et plus spécialement le premier membre montre l'association d'ammonites suivante :

*Neolobites vibrayeanus* D'Orbigny et *Calycoceras naviculare* Mantell,

Nautiloïdes : *Angulithes* sp. et *Eutrophoceras* sp.,

Bivalves : *Neithea equicostata*, *Pholadomya vignesi*, *Frimba* sp., *Plicatula auressensis* ;

Huitres : *Exogyra olisiponensis* Sharpe, *E. flabellata* Goldfuss, *E. conica* Sowerby, *Arctica quadrata* D'Orbigny ;

Gastéropodes : *Cerithium tenouklense* Coquand, *Aporrhais dutrugi* Coquand, *Strombus incertus* D'Orbigny ;

Échinoides : *Coenholectypusexisus* Desor, *Dorocidaris taouzensis* Lambert, *Heterodiademalibycum* Agassiz & Desor, *Heterodiademaouremense* de Loriol, *Mecasterbatnensis* Coquand et *Tetragrammavariolare* Brongniart.

Les niveaux marneux ont révélé une microfaune d'ostracodes à carapace lisse et de crinoïdes (ophiuridés et rovéacrinidés), avec rares de grains de quartz émoussé luisant de la taille de silt.

La partie terminale de ce membre est formée de calcaires pseudonoduleux en bancs décimétriques, riche en

Ammonites : *Vascoceras gamai* et *Vascoceras* sp. ;

Gastéropodes tylostomidés (*Tylostomacossioni* et *T. peroni*),

Quelques rares bivalves et échinides (*Hemiaster pseudofourneli*).

Le deuxième membre de cette formation révèle une faune composée de :

Ammonite (*Choffaticeras sinaiticum* Douvillé, *Pseudotissotianigerensis* et *Hoplitoides* sp. ;

Bivalves (*Granocardium productum*, *Pholadomya pedemalis*, *Curvostrea rouvillei*, *Plicatula auressensis*, *Plicatula batnensis*),

Oursins, avec de nombreux Gastéropodes (*Tylostoma cossoni*, *T. globosum*, *T. peroni*, *Globiconcharotundata*). Les marnes renferment des fragments de rovéacrinides et d'ophiuridés, et d'ostracodes à carapace lisse (*Asciocytheres* sp., *Bairdiasp.*, *Clithrocytheridea* sp., et *Cytheride*)

Au milieu de ce membre, une alternance de marne avec des bancs calcaires, assez constant, riches en gastéropodes et oursins.

### **C)- Sur le plan sédimentologique**

L'étude sédimentologique réalisée dans la région d'étude montre plusieurs faciès qui sont interprétés et associés pour aboutir à des associations de faciès. Chaque association reflète un milieu de dépôts avec ses caractéristiques sédimentologique, paléontologique, paléoécologique et ichnologique

La première Association « A », qui coïncide avec la Formation de Samani et correspond à un milieu fluviatile.

La seconde Association « B » s'étale au niveau du Membre des Sables lités de Méguidène (Formation de Samani) et correspond à un milieu littoral peu profond à influence de marées ("shoreface") à influence de marées.

La troisième Association « C » correspond à la Formation d'El Goléa et la Formation d'Aïn Mezzar, elles reflètent un milieu intertidal haut à supratidal analogue à une sebkha littoral.

La quatrième Association « D » coïncide avec la partie basale de la Formation des Gour Louazouaza, le Membre des Calcaires de Djebel Asfar et la Formation d'Ain El Hadjadj. Elles montrent toutes les caractéristiques d'un milieu margino-littoral riche en nutriments, à salinité normale et bien oxygéné.

La dernière Association « E » : correspond à la Formation des Gour Louazouaza qui se met sur une plateforme subtidale, bien oxygéné et à salinité normale.

### **D)- sur le plan ichnologique**

La bioturbation est très rare dans la région étudiée, à l'exception de quelques rares réseaux de *Thalassinoides* et *Skolithos* qui ont été mis en évidence. La première trace est enregistrée au niveau de la Formation des Gour Louazouaza (Membre des Calcaires de l'Oued Mezaourou) sa présence reflète de bonne condition d'oxygénation.

La seconde est enregistrée au niveau de la Formation de Samani elle reflète des conditions littorales.

# **Références bibliographiques**

-A-

**Adam, V., 1987.** Le grès d'In Belbel (Sahara algérien): un épisode détritique à la base du Sénonien. 1er Congrès National, Savantes, Lyon, Colloque Géologique Africaine, 163-174.

**Amard, B., 1977.** Hassi Inifel. Carte géologique de l'Algérie au 1/500.000. Publ. Service géologique Alger. I carte et coupes stratig.

**Amard, B., Benramdane, H., Ferri, H., Hartenberge J.L, Sudre J., 1992.** Découverte d'un gisement de mammifères du Miocène supérieur (Vallésien) au Tademaït (Sahara algérien). Neue Jahrbuch fur Geologie und Paläontologie Abhandlungen, 185 (3) 289-310.

**Amard, B., Collignon, M., Roman, J., 1974.** La série stratigraphique du Cénomanién Supérieur au Sénonien basai dans les régions de Tilmas el Mra et Ain Guettara (Tinrhettoccidental et Tademaït oriental Sahara algérien). Sa valeur à propos de la limite Cénomanién-Turonien. Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris série D, p. 1883-1886.

**Amard, B., Collignon, M., Roman, J., 1981.** Etude stratigraphique et paléontologique du Crétacé supérieur et Paléocène du Tinrhert-W et Tademaït-E (Sahara algérien). Documents du Laboratoires de Géologie de Lyon, H. S. 6 : 15-173.

**Amédro, F., Busson, G., Cornée, A., 1996.** Révision des ammonites du Cénomanién supérieur et du Turonien inférieur du Tinrhert (Sahara algérien) : implication biostratigraphiques. Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, 18 : 179-232.

**Anderson, R., Bunas, K.L., 1993.** Grain size segregation and stratigraphy in aeolian ripples modelled with a cellular automaton. Nature 365, 740-743.

-B-

**Bassoullet, J.P., Iliou, J., 1967.** Découverte De Dinosauriens Associés À Des Crocodiliens Et Des Poissons Dans Le Crétacé Inférieur De L'atlas Saharien (Algérie). Compte Rendu Sommaire, Séance de la Société Géologique de France, 7, 294-29.

**Beghoul, S., 1991.** Apport et contribution de l'analyse des diagraphies à la connaissance d'un bassin sédimentaire, application au bassin de Timimoun. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg, 277 p.

**Benyoucef, M., 2012.** Le bassin crétacé du Guir (sud-ouest algérien) : caractérisations Litho biostratigraphiques, sédimentologiques & paléogéographiques. Thèse de Doctorat de l'Université de Tlemcen, Algérie, 220 p.

**Benyoucef, M., Meister, C., 2015.** Lithostratigraphic evolution, facies analysis and depositional environment of the Cenomanian-lower Turonian in the Guir area, Southwestern Algeria. Cretaceous Research, 53, 68-88.

**Benyoucef, M., Meister, C., Mebarki, K., Lang, E., Adaci, M., Cavin, L., Malti, F-Z., Zaoui, D., Cherif, A., Bensalah, M., 2016.** Évolution lithostratigraphique, paléoenvironnementale et séquentielle du Cénomanién-Turonien inférieur dans la région du Guir (Ouest algérien). Carnets de Géologie, 16(9), 217-296.



- Benyoucef, M., Mebarki, K., Ferre, B., Adaci, M., Bulot, L., Desmares, D., Villier Loi., Bensalah, M., Frau, C., Ifrim C., Malti, F-Z., 2017.** Litho- and biostratigraphy, facies patterns and depositional sequences of the Cenomanian-Turonian deposits in the Ksour Mountains (Saharan Atlas, Algeria). *Cretaceous Research* 78, 34-55.
- Benyoucef, M., Zaoui, D., Adaci, M., Ferré, B., Meister, C., Puiz, A., El Qot, J.M., Mennad., Tchenar, S., Bensalah, M., 2019.** Stratigraphic and sedimentological framework of the Tinrhert Plateau (Cenomanian–Turonian, SE Algeria). *Cretaceous Research* 98, 95-121.
- Beuf, S., Bennacef, A., Biju-Duval, B., de Charpal, O., Gariel, O., Rognon, P., 1968.** Les grands ensembles sédimentaires du Paléozoïque inférieur du Sahara. *Compte Rendu Sommaire, Séance de la Société Géologique de France* 8, 260-263.
- Blatt, H., Middleton, G., Murray. R., 1980.** Origin of sedimentary rocks. Englewood cliffs, N.J.: Prentice Hall, 782 p.
- Bordet, P., 1954.** La série de Sérrouenout (Ahaggar oriental) est d'âge Continental Intercalaire (Cétacé moyen). *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris*, 238, 500-502.
- Bouchemla, I., Bendella, M., Benyoucef, M., Lagnaoui, A., Ferré, B., Scherzinger, A., belhaouz, W., 2020.** The Upper Jurassic Faïdja Formation (Northwestern Algeria): Sedimentology, biostratigraphy and ichnology. *Journal of African Earth Sciences* 169, 103874.
- Bouterfa, B., 1999.** Enchaînement sédimentologique et séquentiel des événements détritiques et calloviens, Oxfordiens et Kimméridgiens dans les Monts de Ghar Roubane (Algérie occidentale). Thèse Magistère Université d'Oran. 188 p.
- Bull, W.A., 1972.** Recognition of alluvial-fan deposits in the stratigraphic record. In : Rigby, J. K. et Hamblin, W. K. Recognition of ancient sedimentary environments. *SEPM Special Publication* 16, 63-83. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4, 6, 729-766.
- Busson, G., 1964.** Carte géologique de l'Algérie au 1/500 000ème. Feuille Fort-Flatters. Publication du Centre de Recherches sur les Zones Arides, Paris (CNRS)
- Busson, G., 1970.** Le Mésozoïque saharien. Deuxième partie ; Essai de synthèse des données des sondages Algéro-tunisiens. Tome II. C.R.Z.A.; série Géologie, n° 11.
- Busson, G., Dhondt, A., Amédro, F., Néraudeau, D., Cornée, A., 1999.** La grande transgression du Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur sur la hamada de Tinrhert (Sahara algérien) : datations biostratigraphiques, environnement de dépôt et comparaison d'un témoin épicrotonique avec les séries contemporaines à matière organique du Maghreb. *Cretaceous Research* 20, 29-46.

-C-

- Canérot, J., Cugny, P., Pardo, G., Salas, R., Villena, J., 1982.** Précisions stratigraphiques et lithographiques sur le Crétacé inférieur-moyen des bassins côtiers de Safi et d'Essaouira (Maroc). IIème conférence scientifique internationale du P.I.C.G-U.N.E.S.C.O.n°183, Rabat.
- Cavin, L., Tong, H., Boudad, L., Meister, C., Puiz, A., Tabouelle, J., Aarab, M., Amiot, R., Buffetaut, E., Dyke, E., Hua, G., Le Loeuff, S. J., 2010.** Vertebrate assemblages from

the Early Late Cretaceous of Southeastern Morocco: An overview. *Journal of African Earth Sciences* 57, 391-412.

**Chamley, H., 1987.** Sédimentologies. Dunod, Paris, Coll. Géosciences, 175 p

**Chudeau, R., 1909.** Missions au Sahara Tome II. Sahara soudanais. I vol. in 8°, Armand Colin édition. Paris. 326 p.

**Cojan, I., Renard, M., 1997.** Sédimentologie. Coll. Enseig. Sc. Terre Masson (édit), Paris (France).

**Collignon, M. 1971.** Gastéropodes et lamellibranches du Sahara. *Annales de Paléontologie*, 2: 145-202.

**Collignon, M., Lefranc, J.P., Toutin, N., 1970.** Une série turonienne type dans le nord du Sahara les formations à l'Ouest de Fort Miribel (Algérie). *Comptes Rendues de l'Académie des sciences*, Paris, 270, 3014-3016.

**Conard, J., 1966.** Les goniatites des argiles viséennes du Mouydir, Sahara central Algérie. *Bulletin de la Société Géologique de France* 8, 905-907.

**Conrad, J., 1969.** Evolution post hercynienne du Sahara algérien. Ed. CNRS, Paris. 274. Fig., XI pl., 284 tab. 4 cartes géol., 1 carte géomorphologique. 507 p.

**Conrad, J., 1984.** Les séries carbonifères du Sahara central algérien. Stratigraphie, sédimentologie, évolution structurale. Université de droit, d'économie et des sciences D'Aix Marseille.

**Conard, J., Termier, G., 1969.** Trilobites tournaisiens du Sahara Nord-Occidental et Central, Algérie. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord*, 60(3), 67-79.

**Conard, J., Legrand-Blain, M., 1971.** Titanria Africana nov. sp., un nouveau Gigantoproductide du Namurien Saharien, Algérie. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord*, t. 62, fasc. 3 et 4, 107-131.

**Conrad, J., Lefranc, J.P., 1974.** Carte géologique de Algérie, feuille Timimoun (NH 31S.O) au 1/500.000, Edit. C.N.R.S., Paris, France, and Publication de Service Géologique d'Algérie, Algiers. Cornet, A., 1952. L'Atlas Saharien Sud-Oranais. XIXème Congrès Géologique International Alger. Monographie Régionale, 1ère Sér., 12, 51 P., 9 Fig., 1 Pl.

**Cotteau, G., 1866.** Echinides nouveaux ou peu connus. *Revue et Magasin de Zoologie pure et appliquée*, sér. 2, t. 18, 201-209 Cross, T.A., Homewood, P.W. 1997 Amanz Gressly's role in founding modern Stratigraphy. *Geological Society of America Bulletin* 109, 1617-1630.

#### -D-

**Debaghi, F., 2007.** Evolution géodynamique de la partie sud occidentale du bassin de Timimoun au cours du Carbonifère : Stratigraphie, Sédimentologie et Evolution Structurale. Thèse de Magister, IST, USTHB (Alger).

**De Broin, F., Gernot, C., Vernet, R., 1971.** Sur la découverte d'un nouveau gisement de vertébrés dans le continental intercalaire saharien : la Gara Samani (Algérie). *Compte Rendu de l'Académie des Sciences.*

**Dickie, J. R., Hein J. F 1995.** Conglomeratic fan and submarine fans of the Jurassic Laberge Group, Whitehorse Trough, Yukon Territory, Canada: fore-arc sedimentation and unroofing of a volcanic island arc complex. *Sedimentary Geology* 98, 263-292.

**Dubar, G., 1948.** Carte géologique provisoire du Haut Atlas de Midelt au 1/200.000. Notice explicative. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 59 bis.

**-E-**

**Ettachfini, El., M., Andreu, B., 2004.** Le Cénomaniens et le Turonien de la Plate-forme Préafricaine du Maroc. *Cretaceous Research*, 25 (2), 277-302.

**Eyles, N., Eyles, C.H., 1992.** Glacial depositional systems. In: Walker, R.G., James, N.P. (Eds.), *Faciès Models. Response to sea level changes.* Geological Association of Canada 73100. -F- Fabre, J. 1976. Introduction à la géologie du Sahara algérien et des régions voisines. Ed.

**Fabre, J., 1971.** Structure de l'Algérie saharienne. Éléments pour une carte tectonique. Publication de Service Géologique de l'Algérie, nouvelle série. *Bull. N° 41*, 161-185.

**Fabre, J., 2005.** Géologie de Sahara occidental et central, Musée Royal de l'Afrique centrale-Belgique. *Tervuren Africain Geoscience Collection*, 108, 572p.

**Falk, D.P., Dorsey, R.J., 1998.** Rapid development of gravelly high-density turbidity currents in marine Gilbert-type fan deltas, Loreto Basin, Baja California Sur, Mexico. *Sedimentology* 45, 331-349.

**Flamand, G.B.M., 1911.** Recherches géologiques et géographiques sur les «Haut-Pays de l'Oranie » et sur le « Sahara » (Algérie et Territoires du Sud). *Thèse Sciences.*

**Follot, J., 1952.** Le carbonifère inférieur du Sahara central 19ème congrès géologique international. *Alger, II*, 11-28.

**Kilian, C., 1931.** Des principaux complexes continentaux du Sahara. *Compte Rendu Sommaire de la Société Géologique de France*, Paris, 109-111.

**Frey, R.W., Pemberton, S.G., 1984.** Trace-fossils models. In: Walker. R.G. (Ed.), *Facies Models.* Geological Association of Canada, Second Edition, 1, 89-207.

**-G-**

**Gabani, A., Mammeri, C., Adaci, M., Bensalah, M., Mahboubi, M., 2016.** Le Crétacé continental à vertébrés de la bordure sud du plateau de Tihert : Découvertes paléontologiques et considérations stratigraphiques. *Mémoire du Service Géologique de l'Algérie*, 19, 39-61.

**Gautier, E. F., 1906.** Contribution à l'étude géologique du Sahara (Saoura-Gourara-Touat),

**Goucem, A., Cherrouf, N., 1995.** Étude structurale de la région de Timimoun. Rapport interne en dépôt au archives SONATRACH. Exploration/Boumerdes.

**Gressly, A., 1838.** Observations géologiques sur le Jura soleurois : Nouveaux mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, Neuchâtel, v. 2, 349 p.

**-H-**

**Harms, J.C., 1975.** Stratification and sequences. In: Harms, J.C., Southard, J.B., Spearing, D.R., Walker, G. (Eds.). Prograding shoreline deposit "depositional environments as interpreted from primary sedimentary and structures and stratification sequences" Soc. Econ. Palaeontologists Mineralogists, Short Course, 2, 81-102p.

**Harms, J. C., Southard J. B. Walter R. G., 1982.** Structures and Sequences in clastic rocks: Lecture notes for SEPM. -Short Course n° 9, Calgary, Ontario.

**Haug, E., 1904.** Sur la faune des couches à ceratodus Cétacé de Djoua près de Timassanine (Sahara). Compte Rendu de l'Académie des Sciences 138,1529-1531.

**-K-**

**Kilian, C., 1931.** Des principaux complexes continentaux du Sahara. Compte Rendu Sommaire de la Société Géologique de France, Paris, 109-111.

**Kim, S.B., Chough, S.K., Chunn, S., 1995.** Bouldery deposits in the lowermost part of the cretaceous kyokpori formation. SW Korea: Cohesionless debris flows and debris falls on a steep-gradient delta slope. Sedimentary Geology, 98: 97-119.

**Knaust, D., 2017.** Atlas of Trace Fossils in Well Core: Appearance, Taxonomy and Interpretation. Springer International Publishing, Berlin, New York. 206 p.

**-L-**

**Lanzoni, E., Magloire, L., 1968.** Associations palynologiques et leurs applications stratigraphiques dans le Dévonien supérieurs et le Carbonifère inférieur du Grand erg Occidental. Revue de l'Institut Français de Pétrole XXIV, 4, 441

**Lapparent, A.F. de, 1947.** Les dinosauriens du Crétacé supérieur du Midi de la France. Mémoires de la Société géologique de France, N.S., 56, pp.1-54

**Lapparent, A.F., de, 1954.** Répartition des gréments de vertébrés et d'invertébrés actuellement connus dans le « Continentale intercalaires » du Sahara. Bull. Soc. Géol. France., (6), 3, P. 451, I fig. Paris.

**Lapparent, A. F., de, 1960.** Les dinosauriens du Sahara central. Travaux de l'Institut de Recherches sahariennes, Alger, 19, 7-22.

**Lapparent, A.E. de, Lelubre, M., 1948.** Interprétation stratigraphique des séries continentale entre Ohanet et Bourharet (Sahara central). Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris, 227, 1106-1108.

- Lapparent, A.F. de, Claraq, P., Nougarede, F., 1958.** Nouvelles découvertes de vertébrés dans les séries continentales au Nord d'Edjeleh (Sahara central). *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris*, 247, 25, 2399-2402.
- Le Loeuff, J., Lång, E., Cavin, L., Buffetaut, E., 2012.** Between Tendaguru and Bahariya: on the age of the Early Cretaceous dinosaur sites from the Continental intercalaire and other African formations. *Journal of Stratigraphy*, 36(2), 486-502.
- Lefranc, J.P., 1964.** **Grandes** lignes du Sahara central au nord des pays préatassiliens : le bassin des Chaambas à l'aurore des temps secondaires. *C.R. acad. Sc.Série D, France*, 0567655X, t. 258, N° 23, pp. 971-973.
- Lefranc, J.P., 1974.** The Continental Intercalaire of northwestern Sahara and its equivalents in the neighbouring regions *Journal of African Earth Sciences (and the Middle East)* 10 (1-2), 2777, 1990p
- Lefranc, J.P., 1979.** Sahara algérien centro-occidental : Gourara, Méguidène, Touat in. *Continental Intercalaire : Lexique stratigraphique intern. Nlle Sér. L'Afrique de l'Ouest*. In : Fabre, J. (Ed), Oxford, Pergamon Press, P; 218-219.
- Lefranc, J.P., 1983.** Continental Intercalaire. In: *Afrique de l'Ouest-West-Africa, lexique stratigraphique international, Série I, (Fabre édition)*. Programme Press, 218-219.
- Lefranc, J.P., Collignon, M., 1974.** Mise en évidence de la communication saharienne entre Téthys et atlantique sud d'après les fossiles cénomaniens et turoniens de Tademaït (Sahara algérien). *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris*, 278(D), 225-237.
- Lefranc, J.P., Guiraud, R., 1990.** The Continental Intercalaire of NW Sahara and its neighboring regions. *Journal of African Earth Sciences* 10, 27-77.
- Legrand-Blain, M., 1974.** Les Syringothyridacea (Brachiopodes) tournaisiens-eovisiéens du Sahara. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord* 65, 93-139.
- Legrand-Blain, M., 1983.** Le Carbonifère marin du Sahara algérien, In : Fabre, J. (Ed.), *Afrique de l'Ouest-West. Lexique stratigraphique international* 1, 109-117.
- Legrand-Blain, M., 1985.** Dynamique des brachiopodes carbonifères sur la plate-forme carbonatée du Sahara algérien. *Paléoenvironnements, paléobiogéographie, évolution*. Thèse d'État, Université Bordeaux. 315 p. (inédites)
- Legrand-Blain, M., 2002.** Le Strunien et le Tournaisien au Sahara algérien : limites, échelles lithostratigraphiques et biostratigraphiques régionales. [The Strunian and Tournaisian in Algerian Sahara: boundaries, regional lithostratigraphic and biostratigraphic charts]. In: *Stratigraphie de l'Algérie : Contributions et mises au point; CSA, SGA (Eds.)*, Mémoires du Service Géologique de l'Algérie 61-85.
- Logan, B.W., 1987.** The MacLeod evaporite basin, Western Australia. Holocene environments, sediments and geological evolution. *The American Association of Petroleum Geologists (AAPG)*, 44, 1-140.
- Louvet, P., 1968.** Sur deux méliacées fossiles nouvelles du Tinrhert (Algérie). *Comité trav. hist et scient., Bibl. Nat. Paris, sect. Sci., 2. Paléobot.*

**Lowe, D.R., 1976.** Grain flow and grain flow deposits. *Journal of Sedimentary Petrology*, 46, 188-199.

**Lowe, D.R., 1982.** Sediment gravity flows, II Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *Journal of Sedimentary Petrology* 52, 279-297.

**-M-**

**Meister, C., Piuz, A., 2013.** Late Cenomanian Early Turonian ammonites of the southern Tethys margin from Morocco to Oman: Biostratigraphy, paleobiogeography and morphology. *Cretaceous Research* 44, 83-103.

**Menchikoff, N., 1935.** Le Carbonifères de Tazoult, au Touat (Sahara). *Compte Rendu Sommaire de la Société Géologique de France*, Paris, 50 p.

**Menchikoff, N., 1949.** Quelques traits de l'histoire géologique du Sahara occidental. *Ann. Hébert et Haug. Liv. Jub. Ch. Jacob*, 7, 303-325.

**Messameri, K., 2012.** Le Crétacé inférieur de Timimoun-El Goléa et Aoulef-Reggan : Sédimentologie stratigraphie, paléogéographie et paléoclimats. Thèse de Magistère, USTHB.

**Meyendroff, A., de, 1938.** Note sur le Gourara (Sahara occidental). *Revue de Géologie Dynamique et de géographie physique* II, 151-159.

**Meyendroff, A., de, 1939.** Les couches de passage du Dévonien au Carbonifère dans le Gourara. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, Paris, 209, 228-229.

**Miall, A.D., 1978.** Lithofacies and vertical profil models in Braided River deposits: a summary. in *fluvial sedimentology: Canadian Society of Petroleum Geologists*, 597-604.

**Miall, A.D., 1985.** Architectural-Element Analysis: A new method of facies analysis applied to fluvial deposits: *Earth Science Reviews* 22, 261-308.

**Miall, A.D., 2006.** *The Geology of Fluvial Deposits, Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*. 4th Corrected Printing, Springer.

**-N-**

**Nedjari, A., Ait-Ouali R., Taquet P., Benhamouche A., Amrouche F., 2006.** Les phases passives en géologie et leur comptabilisation en stratigraphie. ["Non deposition unites" in geology and their stratigraphic value]. *Mémoire du Service Géologique National* 13, 253-261.

**Noffke, N., 2009.** The criteria for the biogenicity of microbially induced sedimentary structures (MISS) in Archean and younger, sandy deposits. *Earth Science Reviews* 96, 180-193.

**Noffke, N., Gerdes, G., Klenke, T., Krumbein, W.E., 2001.** Microbially induced sedimentary structures- A new category within the classification of primary sedimentary structures. *Journal of Sedimentary Research* 71 (64), 649-656.



**Noffke, N., Hazen, R., Nhleko, N., 2003.** Earth's earliest microbial mats in a siliciclastic marine environment (2.9 Ga Mozaan Group, South Africa). *Geology* 31, 673-676. Palmer

**-O-**

**Oboh-Ikuenobe, F.E., Obi, C.G., Jaramillon, C.A., 2005.** Lithofacies, palynofacies, and sequence stratigraphy of Paleogene strata in Southeastern Nigeria. *Journal of African Earth Sciences* 41, 79-101.

**-P-**

**Pratt, B.R., James, N.P., Cowan, C.A., 1992.** Peritidal carbonates. In: Walker, R.G., James, N.P. (Eds.), *Facies Models, Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada, St. John's. 303-322.

**-R-**

**Range, J.C., Cappetta, H., 2002.** Vertebrates from the Cenomanian, and the geological age of the Draa Ubari fauna (Libya). *Annales de Paléontologie* 88, 79-84.

**Reineck, H.E., Singh I.B., 1973.** *Depositional sedimentary environments and facies* Blackwell Lmted. Oxford, England, 544 p.

**Rodríguez-Tovar, F.J. Uchman, A. 2004a.** Ichnotaxonomic analysis of the Cretaceous /Palaeogene boundary interval in the Agost section, south-east Spain. *Cretaceous Research*, 25(5), 635-647.

**Rodríguez-Tovar, F.J. Uchman, A. 2004b.** Trace fossils after the K–T boundary event from the Agost section, SE Spain. *Geological Magazine*, 141, 429-440.

**-S-**

**Sass, E., Bein A. 1982.** The Cretaceous Carbonate Platform in Israel. *Cretaceous Research* 3, 135-144.

**Sattler, U., Immenhauser, A., Hillga, H.R., Esteban, M., 2005.** Characterization, lateral variability and lateral extent of discontinuity surfaces on a Carbonate Platform (Barremian to Lower Aptian, Oman). *Sedimentology* 52, 339-361.

**Sereno, P.C., Dutheil, D.B., Iarochene, M., Larsson, H.C.E., Lyon, G.H., Magwene, P.M., Sidor, C.A., Varricchio, D.J., Wilson, J.A., 1996.** Predatory Dinosaurs from The Sahara and Late Cretaceous Faunal Differentiation. *Science* 272, 986-991.

**Short, A.D., 1984.** Beach and nearshore facies: Southeast Australia. *Marine Geology* 60, 261-282. -T- Trashleiv, S., 1969. Structures of tortonian gypsum rocks in northwestern Bulgaria *Sedimentary Geology* 3, 291-316.

**-W-**

**Walker, R.G., 1965.** The origin and significance of the internal sedimentary structures of turbidites. Proceedings of the Yorkshire Geological Society 35, 1- 32.

**Weise. F., Schulze. F., 2005.** The upper Cenomanien (Cretaceous) ammonite *Neolobites vibrayeanus* (d'Orbigny, 1841) in the Middle East: taxonomie and paleontology remarks. Cretaceous Research 26, 930-946.

**-Z-**

**Zaoui, D., Meister, C., Benyoucef, M., Bensalah, M., Puiz, A., Tchenar, S., Ferré, B., Adaci, M., 2018.** Cenomanian-Turonian ammonite successions in the Tinrhert Basin (Southeastern Algeria): Revision and new data. Cretaceous Research 88, 337-374.

# **Planches**

# **Photographiques**

## Planche. 1

**A**, dent de théropode indéterminé.

**B**, dent de *Spinosaurus aegyptiacus*.

**C**, dent rostrale d'*Onchopristis numidus*.

**D**, dent de crocodile indéterminé.

**E**, fragment de plaque dentaire de *Neoceratodus africanus*.

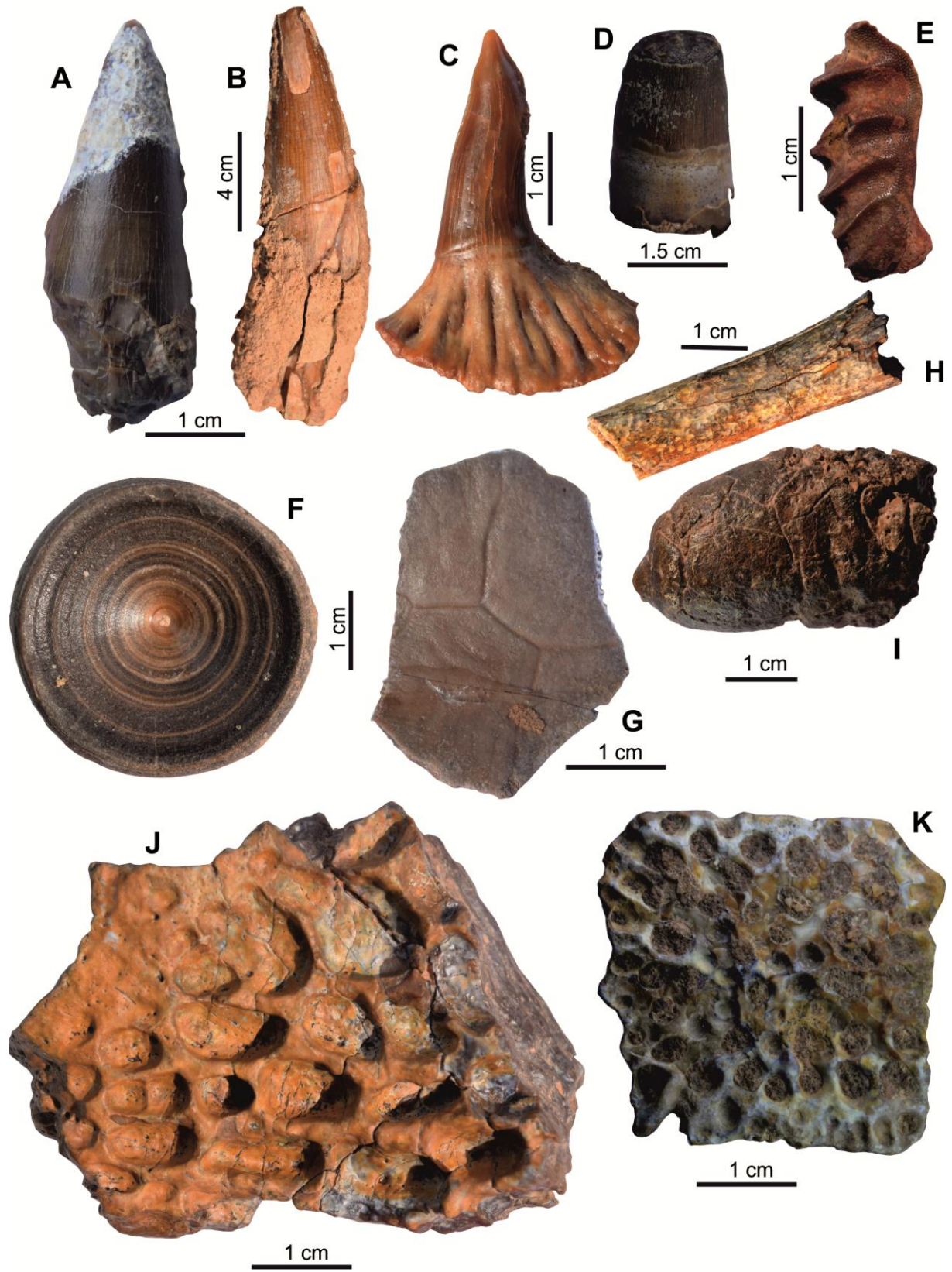
**F**, vertèbre d'*Onchopristis numidus*.

**G**, plaque de chélonien indéterminé.

**I**, coprolithe.

**J, K**, plaque dermique de crocodilien indéterminé.

Planche.1



**Planche. 2**

**A**, *Neolobites vibrayeanus*.

**B**, *Angulithes mermeti*.

**C**, *Vascoceras gamai*.

**D**, *Choffaticeras sinaiticum*.

**E**, *Tylostoma* sp.

**F, H**, *Cerithium tenouklense*.

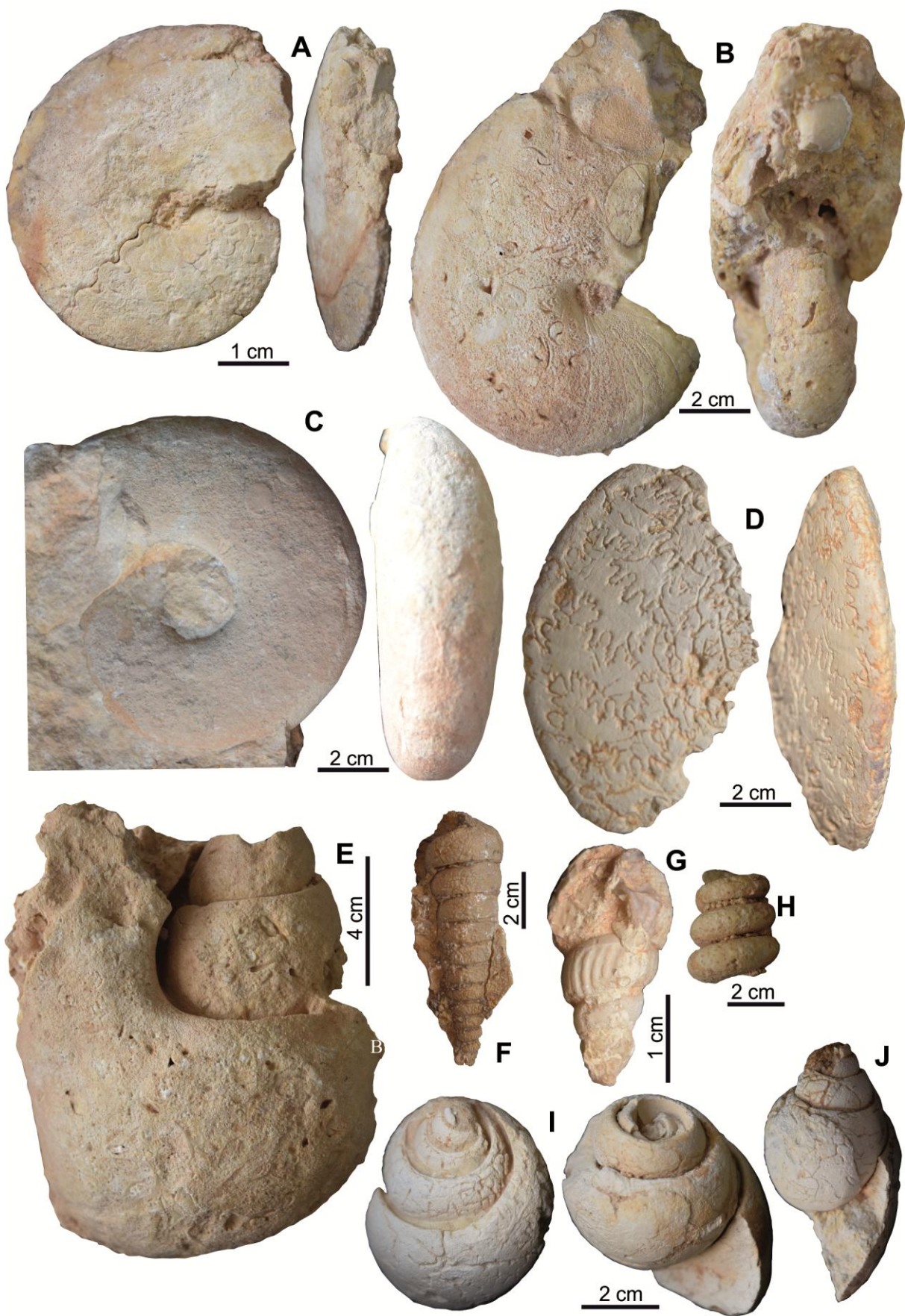
**G**, *Aporrhais dutrugi*.

**I**, *Tylostoma globosum*.

**J**, *Tylostoma cossoni*.



Planche.2



**Planche. 3**

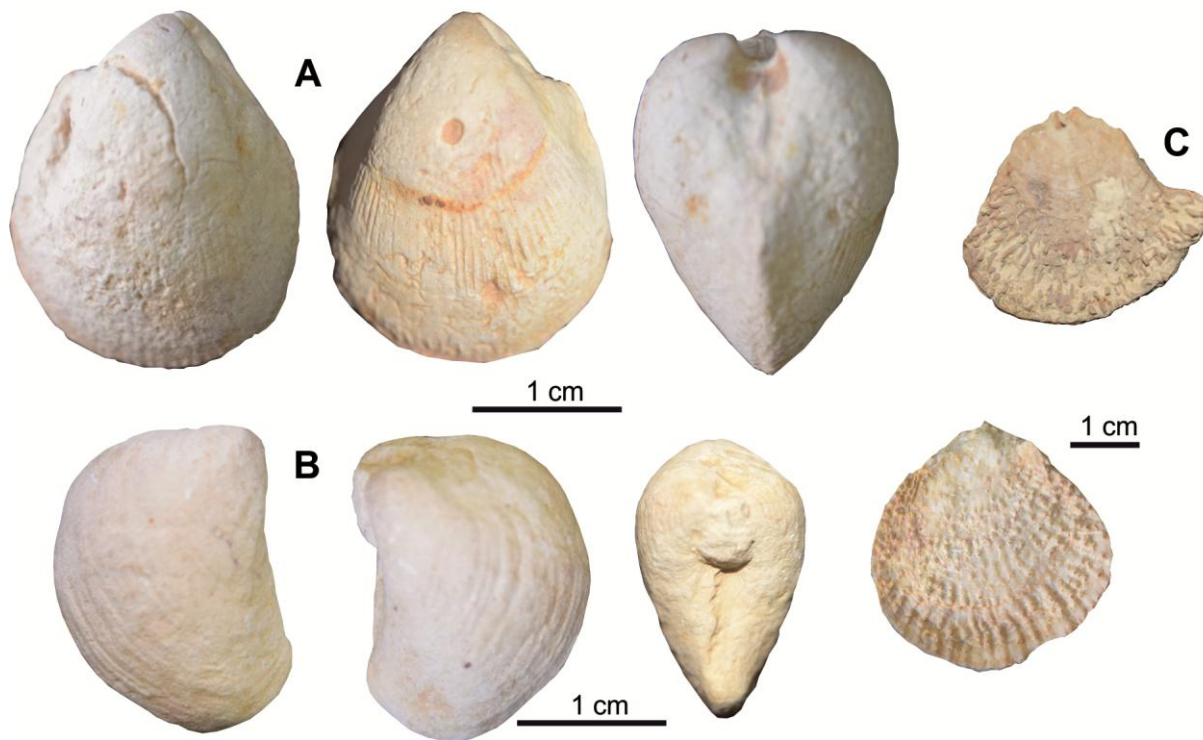
**A**, *Granocardium productum*.

**B**, *Pholadomya pedemalis*.

**C**, *Plicatula batnensis*.



**Planche. 3**



## Liste des figures :

- Figure. 1.1.** Situation géographique de Timimoun (Dressé, 1964 et publié par l'Institut Géographique Nationale, Modifié).....2
- Figure. 1.2.** Cadre géologique de secteur d'étude (extrait des feuilles au 1/500 000 de Timimoun d'après Jean Philippe Lefranc, 1972) (modifiée).....8
- Figure. 2.1.** Carte géologique de Timimoune montrant les principaux plateaux et formations crétacés du Tademaït nord.....13
- Figure. 2.2.** A, Log lithostratigraphique de la Formation de Samani dans sa localité type. BB', Vues panoramiques présentant : le flanc ouest de Gara Samani (**B**), le flanc est de Gara Samani (**B'**).....17
- Figure. 2.3.** A, Sable grossier remaniant des dragées de quartz et des restes de vertébrés (e.g., *Onchopristis numidus*, flèches) ; B, Sables à grains moyens présentant des stratifications planes et parallèles ; C-D, Grès sablonneux à laminations planes et granoclassement positif.18
- Figure. 2.4.** A, Grès à stratifications obliques en auge surmontées par des stratifications planes et parallèles ; B, Grès à stratifications obliques en auge (flèches); C, Grès à stratifications obliques angulaires (flèches) ; D, chenal conglomératique (1) surmonté par un grès à stratifications obliques angulaires (2) ; E-F, Grès à laminations obliques angulaires (1) surmontées par des laminations rebroussées ou convolutées (2).....19
- Figure. 2.5.** A, Grès à laminations obliques angulaires (1) interrompues par des surfaces de réactivations ; B, Grès beige jaunâtre à mégarides (1) surmontés par des stratifications obliques angulaires (2).....20
- Figure. 2.6.** A, Vues panoramiques montrant le membre des Sables lités de Méguidène (A) ; B-C, Sables à laminations obliques angulaires (let), laminations obliques sigmoïdales (scl), drapages de boue (db) et laminations en arête de poisson (hb).....21
- Figure. 2.7.** A, Argiles verdâtres intercalés gypse et de bancs calcaires à lamines algaires ; B, Banc calcaire dolomitique à lamines algaires ; C, section polie du banc (B) montrant des lamines algaires planes (1) surmontées par des lamines algaires ondulées ; D, lame mince montrant une passée de silts (1) intercalée avec des lamines algaires ondulées (2) ; E, Section polie montrant un banc calcaire jaunâtre (1) admettant des surfaces d'érosion interne (2) et des passées de calcaire bioclastique (3).....22
- Figure. 2.8.** Logs lithostratigraphiques présentant les formations de la série lagunaire et marine du Tademaït nord.....24
- Figure. 2.9.** Vues de terrain présentant les formations lithostratigraphiques de la série marine et lagunaire. A, Panorama à partir de la route nationale RN 51 montrant la Formation d'El Goléa et la base de la Formation des Gour Louazouza (les flèches indiquent des blocs

calcaires en éboulis) ; **B**, Présentation photographique de la Formation des Gours Louazouaza dans sa localité type. Notons la position des niveaux à des ammonites ; **C**, Illustration

photographique montrant la partie marneuse de la Formation des Gour Louazouaza, la Formation d'Aïn El-Hadjaj et la Formation d'Aïn Mezzar ; **D**, Vue rapprochée montrant les formations d'Aïn El-Hadjaj et d'Aïn Mezzar.....25

**Figure. 2.10.** Photos de terrain. **A**, Calcaire bioturbé par un réseau de terrier horizontaux attribués à l'ichnogenre Thalassinoides (base du Membre des Calcaires de Djebel Asfar) ; **B**, nodule de phosphate (flèches) remaniés dans les marnes qui précèdent le Membre des Calcaires de Djebel Asfar ; **C**, Calcaire à lamines algaires planes et ondulées (Membre des Calcaires de Djebel Asfar) ; **D**, Calcaire dolomitique à moules cubiques de sel (base de la Formation d'Aïn Mezzar).....27

## TABLE DES MATIERES

### CHAPITRE I : Généralités

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>I) CADRE GEOGRAPHIQUE</b> .....	1
<b>A. Cadre géographique général</b> .....	1
<b>B. Cadre géographique local</b> .....	1
<b>II) CADRE GEOLOGIQUE</b> .....	2
<b>A. Cadre géologique général</b> .....	2
1. Paléozoïque .....	2
a. Cambro-ordovicien .....	3
b. Silurien .....	3
c. Dévonien .....	3
c. 1. Dévonien inférieur .....	3
c. 2. Dévonien moyen .....	3
2. a. Eifelien .....	3
2. b. Givétien .....	3
c. 3. Dévonien supérieur .....	3
3. a. Frasnien .....	4
3. b. Fammenien .....	4
3. c. Strunien .....	4
d. Carbonifère.....	4
4. 1. Tournaisien.....	5
4. 2. Viséen.....	5
2. Mésozoïques.....	5
2. A. Crétacé .....	5
2. A.1. Continentale intercalaire .....	6
2. A .2. Crétacé supérieur marin .....	6
-Cénomaniens .....	6
- Cénomaniens supérieurs/Turonien .....	6

- Sénonien .....	6
3. Cénozoïques .....	7
3. A. Paléogène .....	7
3 .A. 1. Paléocène et Eocène .....	7
3. A. 2. Eocène supérieur et Oligocène .....	7
3. B. Néogène .....	7
3. C. Quaternaire .....	7
<b>III) CADRE STRUCTURAL</b>	
A. Les Plis .....	8
A. 1. L'anticlinal de Timimoun .....	8
A. 2. L'anticlinal de la Gara Kahla .....	9
B. Les failles .....	9
<b>IV) Historique des Recherches .....</b>	<b>10</b>
<b>V) But et Méthodologie de travail</b>	
A. But d'étude .....	11
B. Méthodologie .....	12
B. 1. Terrain .....	12
B. 2. Au laboratoire .....	12

## **CHAPITRE II : Litho-Biostratigraphie**

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>13</b>
<b>I. SERIE DU CONTINENTAL INTERCALAIRE .....</b>	<b>14</b>
A. Formation de Samani .....	15
A.1. Membre des Sable à vertébrés de Samani .....	16
A. 2. Membre des Grès de Samani .....	19
A. 3. Membre des Sables lités de Méguidène .....	20
B. Formation d'El Goléa .....	21
<b>II. SERIE MARINE ET LAGUNAIRE (des anciens auteurs) .....</b>	<b>23</b>

A. Formation des Gour Louazouaza .....	23
A.1. Membre des Calcaires de l'Oued Mezaourou .....	23
A. 2. Membre des Marnes de Mta El Mar .....	26
A. 3. Membre des Calcaires de Djebel Asfar .....	26
B. Formation d'Ain Mezzar .....	27
C. Formation d'Ain El Hadjadj .....	27
<b>III. ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE .....</b>	<b>28</b>
A. Cénomaniens supérieur .....	29
- Zone à Calyoceras guerangeri .....	29
- Zone à Neocardioceras juddii .....	29
B. Turonien inférieur.....	29
- Zone à Watinoceras coloradoense .....	29
<b>Chapitre III : Sédimentologie</b>	
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>31</b>
<b>I. DESCRIPTION ET INTERPRETATION DES FACIES .....</b>	<b>31</b>
A. Faciès « FT 2 » : Conglomérat massif à éléments non jointifs .....	31
B. Faciès « FT 2 » : Grés .....	32
B.1. Sous-faciès « FT 2a » : Grès à litages (ou stratifications) parallèles ....	32
B. 2. Sous-faciès « FT 2b » : Grès à granoclassement normal .....	32
B. 3. Sous-faciès « FT 2c » : Grés à litages (ou stratifications) obliques angulaires .....	33
B. 4. Sous-faciès « FT 2d » : Grés à mégarides .....	33
B. 5. Sous-faciès « FT2e » : Grés à stratifications en auges .....	34
B. 6. Sous-faciès « FT 2f » : Grés à structures de liquéfaction et de charge	34
B. 7. Grés massifs .....	34
C. Faciès « FT 3 » : Sables .....	35
C. 1. Sous-faciès « FT 3a » : Sable graveleux à stratification parallèles .....	35
C. 2. Sous-faciès « FT 3b » : Sables massif .....	35
C. 3. Sous-faciès « FT 3c » : Sables lités à drapages de boues .....	35
C. 4. Sous-faciès « FT 3d » : Sables moyens à grossiers à litages obliques	

plans .....	36
D. Faciès « FT 4 » : Argiles .....	36
D. 1. Sous-faciès « FT 4a » : Argiles sableuses .....	36
D.1. Sous-faciès « FT 4b » : Argiles gypsifères .....	36
E. Faciès « FT 5 » : Marnes .....	37
F. Faciès « FT 6 » : Calcaires .....	37
F.1. Sous-faciès « FT 6a » : Calcaire à lamines algaires .....	37
F.2. Sous-faciès « FT 6b » : Calcaires bioturbés .....	38
F.3. Sous-faciès « FT 6c » : Calcaires à moules cubiques de sel .....	38
F.4. Sous-faciès « FT 6d » : Calcaires à faunes benthiques et pélagiques ...	38
<b>II. ASSOCIATION DE FACIES ET PALEO-ENVIRONNEMENTS .....</b>	<b>38</b>
A. Association de faciès « A » : Fluvatile .....	39
B. Association de faciès « B » : Littoral à influence de marrées (shoreface)....	39
C. Association de faciès « C » : Sebkha littoral (intertidal haut à supratidal)...	39
D. Association de faciès « D » : Plate-forme margino-littoral .....	39
E. Association de faciès « E » : Plate-forme subtidale .....	40
Conclusion Général .....	41
Références bibliographique .....	45
Liste des figures.....	54