

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

Master en géologie

Option : **Géologie des bassins sédimentaires**

Thème :

**Les faciès sédimentaires des dépôts de type Gilbert-Delta d'âge messinien
du Djebel Bent Zououda (Dahra Occidental, bassin du Bas Chélif)**

Présenté par : **MAHFOUD LARBI**

Soutenu le : / 07 /2019 devant la commission d'examen :

| | | |
|-----------------|--|------------|
| Mr. K.F.T. ATIF | Maître de conférences Université d'Oran2 | Président |
| Mr. MANSOUR B | Professeur Université d'Oran2 | Rapporteur |
| Mr. A. BELHADJI | Chargé de Cours Université d'Oran2 | Examineur |

Oran, 2019

Avant propos

Avant tout je tiens à remercier le **DIEU** le tout puissant, le tout miséricordieux qui ma guidé et m'a donné la force et la patience pour réalisé ce présent travail.

Au terme de ce travail qui ne se réalise jamais seul, je voudrais adresser mes sincères remerciements à tous ceux qui ont pu m'aider, de près ou de loin, à tous ceux qui ont permis par leur soutien et leurs conseils, de le mener à bien.

Mes remerciements s'adressent particulièrement aux membres du jury.

Tout d'abord je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance et ma gratitude en vers monsieur **MANSOUR**, Professeur au département des sciences de la terre a l'université d'Oran, de m'avoir proposé ce sujet, d'avoir orienté et dirigé mes travaux et surtout d'avoir contribué par sa patience, ses conseils et son esprit critique tout au long de l'avancement de ce travail.

Je remercie également Mr. **ATIF**, Maître de Conférences au département des sciences de la terre, qui accepter de présider le jury. Nous sommes très reconnaissants de sa patience.

Je remercie également Mr BELHADJI, Chargé de Cours au département des sciences de la terre pour accepter d'examiner ce travail et de faire partie de mon jury.

Mes remerciements s'adressent aussi à **tous les enseignants** du Département des sciences de la terre.

Enfin je remercie tous mes amis pour leurs soutiens moraux et ses encouragements.

Dédicace

*Au nom d'Allah le clément et le miséricordieux
Je dédie ce modeste travail:*

*Aux deux plus chers êtres dans ma vie, mon père Allah Irahmou
«Ma mère », source de tendresse, d'amour et de sacrifice.*

A mon épouse et mes enfants Hadjar et Widjdane

A mon frères : Charef et sa femme Mimouna et son enfant Adda

A mes sœurs : Zouhra, Kaltoum et kheira

A ma sœur Cherifa et son enfants Mariem et Nada

A ma sœur Leïla et son enfants Ramzy, Abdaldjalil, Amina et Dima

A mes collègues de département du Science de la terre.

TABLE DES MATIERES

| | |
|-------------------|--|
| Avant propos | |
| Dédicace | |
| Table de matières | |
| Résumé | |
| Abstract | |

Chapitre 1 : Généralités

| | |
|---|----|
| 1. Introduction | 8 |
| 2. Cadre géographique | 9 |
| 2.1. Cadre géographique régional | 9 |
| 2.2. Cadre géographique local | 9 |
| 3. Cadre géologique | 11 |
| 3.1. Le bassin de Bas Chélif | 11 |
| 3.2. Anticlinal de l'Abreuvier | 11 |
| 3.2.1. Les Grès roux | 11 |
| 3.2.2. Les Marnes sableuses jaunâtres | 13 |
| 3.2.3. Les Marnes bleues | 13 |
| 3.2.4. Les Diatomites | 14 |
| 3.2.5. Les Gypses ou marnes gypseuses | 14 |
| 4. But et Méthodologie du travail | 14 |
| 4.1. But de travail | 14 |
| 4.2. Méthodologie | 14 |
| 4.2.1. Sur le terrain | 14 |
| 4.2.2. Au laboratoire | 15 |

Chapitre 2 : Etude lithostratigraphique du Gilbert-delta.

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. Introduction | 17 |
| 2. Attribution stratigraphique | 17 |
| 3. Etude lithologique | 17 |
| 3.1. Unité I | 17 |
| 3.2. Unité II | 17 |
| 3.3. Unité III | 23 |
| 3.4. Unité IV | 25 |
| 3.5. Unité V | 28 |
| 3.6. Unité VI | 29 |

Chapitre 3 : Sédimentologie du Gilbert-delta.

| | |
|--|----|
| 1. Introduction | 33 |
| 2. Sédimentologie des faciès | 33 |
| 3. Association de faciès | 35 |
| 3.1. Association de faciès de topset | 35 |
| 3.1.1. Sous-association de faciès «T1» | 35 |
| 3.1.2. Sous-association de faciès «T2» | 38 |
| 3.1.3. Sous-association de faciès «T3» | 40 |
| 3.2. Association de faciès de foreset | 42 |

| | |
|--|----|
| 3.2.1. Sous-association de faciès «F1» | 42 |
| 3.2.2. Sous-association de faciès «F2» | 44 |
| 3.3. Association de faciès de bottomset..... | 47 |
| Conclusion générale | 51 |
| Références bibliographiques | II |
| Tables des illustrations | V |

Résumé

A partir de six coupes lithologiques levées au niveau du Djebel Bent Zououda (flanc Est de l'Anticlinal du Djebel Meni, bassin du Bas Chéelif), un appareil sédimentaire détritique de type Gilbert-Delta d'âge messinien a été mis en évidence.

L'étude lithologique, faciologique et l'interprétation en terme hydrodynamique de cette sédimentation a permis de distinguer trois associations de faciès : topset ; foreset et bottomset. Ces associations et sous associations de faciès décrivent un profil complet de la sédimentation de type Gilbert-Delta. L'association de faciès de foreset est la plus dominante volumétriquement. L'excellente exposition montre des relations verticales et latérales entre les assemblages de faciès qui identifient une série d'environnements sédimentaires deltaïques et non deltaïques

Ces dépôts représentent un composant important du remplissage sédimentaire du bassin du Bas Chéelif qui correspondrait probablement au réenoiement post « MSC » (crise messinienne), attesté par des marnes marines profondes ou par le développement des Gilbert-Deltas. La majorité de ces scénarios ont été établis au messinien par les études menées sur la marge Nord de la méditerranée, tandis que sur la marge Sud reste peu ou mal étudié (Achelhi, 2016). Le Gilbert-Delta de Djebel Bent Zououda (Bassin du Bas Chéelif) semble constituer un exemple.

Mots clés : Bassin du Bas Chéelif, Djebel Bent Zououda, Gilbert-delta, Messinien, lithostratigraphie, sédimentologie, Crise de salinité messinienne.

Abstract

From six lithological sections raised at the Jebel Bent Zououda (east flank of the Djebel Meni Anticlinal, Bas Chélif Basin), a Messinian-type Gilbert-Delta detritic sedimentary system was highlighted.

The lithological and faciological study and the interpretation in hydrodynamic terms of this sedimentation made it possible to distinguish three associations of facies: topset; foreset and bottomset. These associations and facies associations describe a complete profile of Gilbert-Delta sedimentation. The association of forest facies is the most volumetrically dominant. Excellent exposure shows vertical and lateral relationships between facies assemblages that identify a series of deltaic and non-deltaic sedimentary environments.

These deposits represent an important component of the sedimentary filling of the Bas Chélif basin, which would probably correspond to the post-MSB reentry (Messinian crisis), evidenced by deep marl marl or by the development of Gilbert-Deltas. The majority of these scenarios were established in the Messinian by studies conducted on the northern margin of the Mediterranean, while on the southern margin remains little or poorly studied (Achelhi, 2016). The Gilbert- Delta of Jebel Bent Zououda (Lower Chélif Basin) seems to be an example.

Key words: Lower Chélif Basin, Jebel Bent Zououda, Gilbert delta, Messinian, lithostratigraphy, sedimentology, Messinian salinity crisis.

Chapitre 1

Généralité

1. Introduction :

Les « Gilbert-deltas » ont été décrit pour la première fois par Gilbert (1885, 1890) et ils sont caractérisés par une géométrie particulière. Fisher *et al.*, (1969) définissent ce type de deltas comme un système très constructif à dominance de la progradation « highly constructive dominantly progradational System ». Actuellement, il est considéré comme un delta constitué de dépôts grossiers et épais organisés en trois grands ensembles sédimentaires typiques (topsets, foresets et bottomsets) progradants dans des environnements lacustres ou marins peu profonds à profonds (Fig. 1).

Les topsets sont définie comme des dépôts principalement fluviatiles (Clauzon *et al.*, 1995 ; Colella, 1988). Ils constituent le sommet du delta et, bien que subhorizontaux, ils peuvent présenter des valeurs de pendage pouvant atteindre les 6° (fig. 1). Très souvent, ils sont séparés des foresets par une surface qui correspond à la transition entre le milieu continentale et le milieu lacustre/marin. Il est à noter que Les topsets sont une zone des Gilbert-deltas sensible aux influences marines ainsi qu'aux variations du niveau d'eau (douce ou marine) vu leur très faible pendage (Backert, 2009).

Les foresets sont composés de dépôts gravitaires (Nemec, 1990a) de diverses natures comme les « slumps », tous les types de courants de turbidité, les flots de débris, ainsi que les « debris fall », qui peuvent atteindre la portion incurvée du front deltas (c'est-à-dire la zone de passage foreset-bottomset) (Backert, 2009). Les foresets présentent un pendage compris entre 10° et 35° (Flores, 1990).

Les bottomsets ont été définis par Gilbert (1885) comme des sédiments fins présentant un faible pendage inférieur à 10° . Gilbert (1885) propose un mode de dépôt par décantation de particules fines en suspension pour les couches de bottomset. Les bottomsets sont parfois nommés “toeset” (Sohn *et al.*, 1997, Hwang & Chough, 1990 et d'autres).

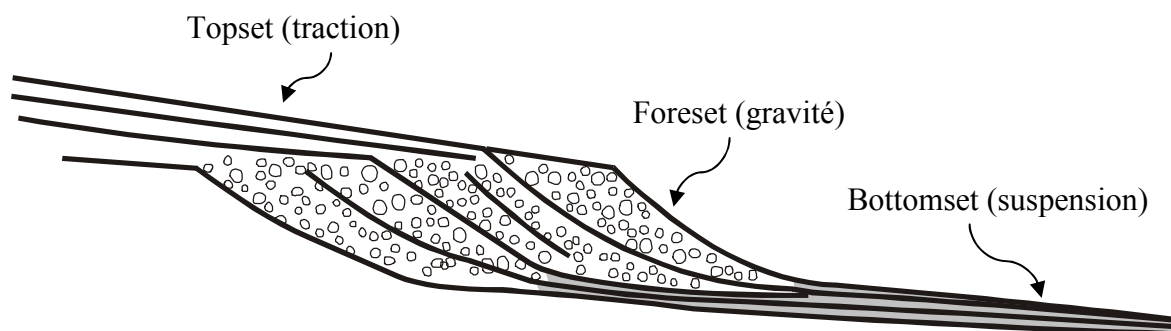


Fig.1 : Morphologie d'un Gilbert-delta d'après Gilbert (1885).

Dans ce travail, nous apportons de nouvelles informations concernant le Gilbert-delta du Djebel Bent Zououda, en se basant sur l'étude des affleurements situés sur le versant Est du Djebel Bent Zououda. Cette étude se fonde sur une approche pluridisciplinaire (stratigraphique, sédimentologie, et paléoenvironnements). Donc ce travail vient de compléter et réactualisé mon projet de l'ingénieur.

2. Cadre géographique :

2.1. Cadre géographique régional (Fig. 2) :

La région d'étude s'insère dans le bassin du Bas Chélif. Ce dernier s'agence en longue cuvette orientée généralement ENE-WSW, d'une longueur de 300 kms et d'une largeur de 100 kms (Thomas, 1985) et qui s'étend approximativement de l'Est d'Aine Témouchent jusqu'au environ d'Alger. Il s'agit d'une succession des plaines et des plateaux peu élevés.

Sa marge méridionale est constituée par les monts des Tessala, des Beni Chougrane et de l'Ouarsenis ; les massifs côtiers d'Oran, d'Arzew, du Dahra et des Beni Mnacer forment l'ossature de sa marge septentrionale.

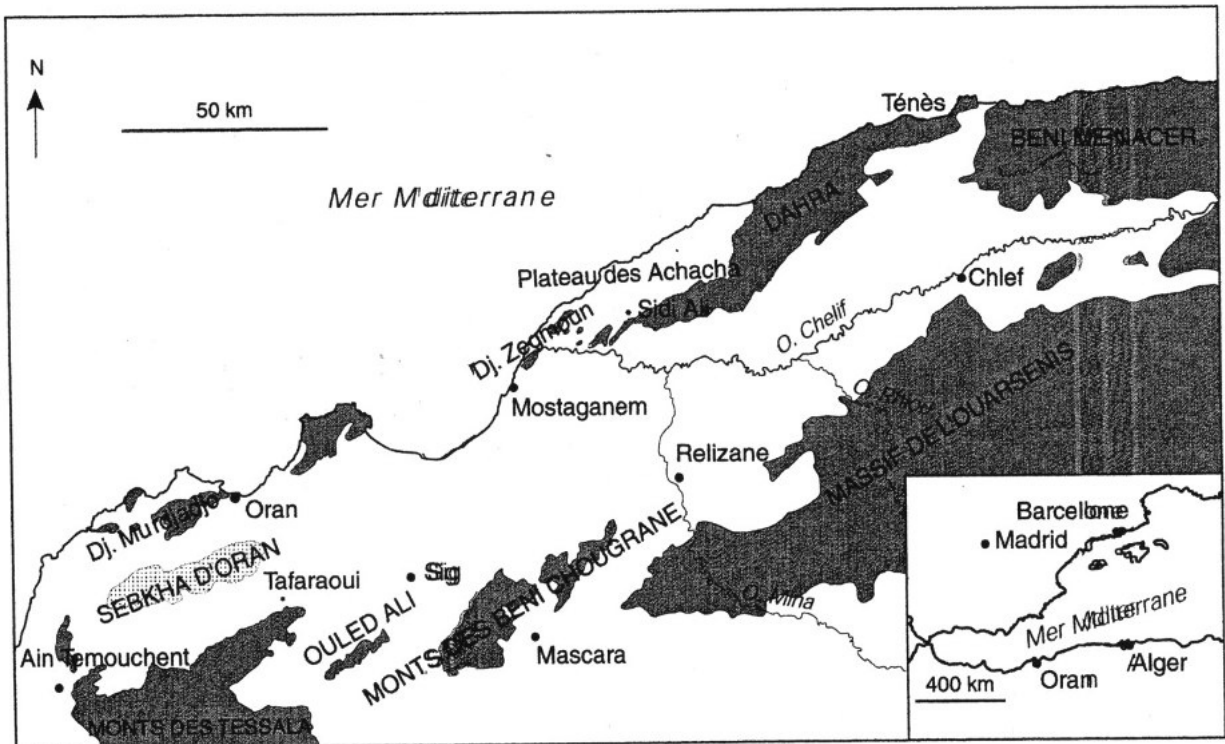


Fig. 2 : Situation géographique du bassin du Bas Chélif (d'après Perrodon, 1957).

2.2. Cadre géographique local (Fig. 3) :

Le secteur d'étude est constitué essentiellement par Djebel Bent Zououda. Il se situe sur la bordure Sud occidentale du Massif du Dahra. Il se situe à 12 km au Sud du village de Sidi Ali

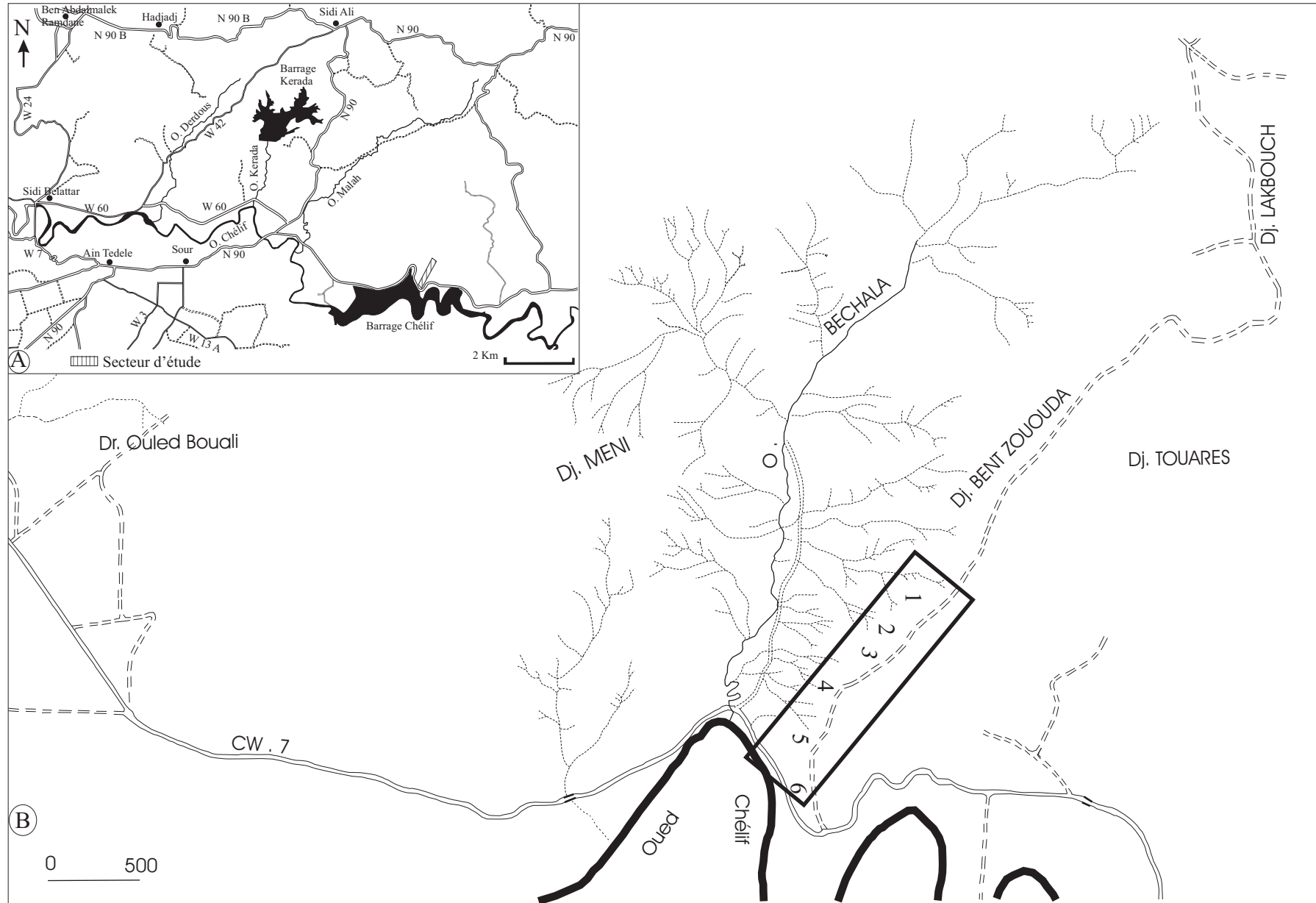


Fig: 3 A: Situation du secteur d'étude.
 B: Limites des secteurs d'études
 1- Coupe I, 2- Coupe II, 3- Coupe III, 4- Coupe IV, 5- Coupe V et 6- Coupe VI.

et à 7 km au NE du village de Sour. Le mont de Sidi AEK et Dj M'saidja le délimite au Nord, à l'Est par Dj Toueras, au Sud par Oued Chélif et le chemin de la wilaya n° 07 (CW n° 07), et à l'Ouest per Douar Ouled Bouali.

3. Cadre géologique :

3.1. Le bassin de Bas Chélif :

Le bassin du Bas Chélif s'insère dans le vaste bassin « synorogénique intramontagneux » du Chélif. Il est le siège d'une importante sédimentation néogène affleurant largement, sur ses marges nord (Dahra) et sud (Tessala et Beni Chougrane), en discordance sur les terrains allochtones (Delteil 1974 ; Fenet 1974 ; Thomas 1985).

Les nombreux travaux effectués, dans ce bassin, ont dans un premier temps subdivisé la série miocène en deux cycles sédimentaires attribués respectivement au « Miocène inférieur » et « Miocène supérieur ». Au sens de certains travaux antérieurs (S.N. Repal 1952 ; Perrodon 1957), le Miocène dit « inférieur » correspond à un intervalle de temps allant du Burdigalien supérieur jusqu'au Serravallien terminal (Bessedik *et al.* 2002) alors que le Miocène dit « supérieur » englobe le Tortonien et le Messinien.

En fonction de la prise en compte de la mise en place des nappes (Mattauer 1958 ; Polvêche 1960), la même série est différenciée en « Miocène anténappes », « Miocène synchronappes » et « Miocène postnappes ».

3.2. Anticlinal de l'Abreuvoir :

La coupe de Djebel Meni (Fig. 4), également connue sous le terme de « coupe de l'Abreuvoir » (Neuridin-Trescartes 1992 ; Rouchy *et al.* 2007), a fait l'objet de nombreuses études stratigraphiques, sédimentologiques et paléontologiques, dont les derniers sont de Belkebir *et al.*, 2008. Elle montre la succession lithologique suivante :

3.2.1. Les Grès roux

Belkebir *et al.*, 2008 subdivisent cette formation en (03) unités :

• **Unité 1** : Cette unité est partiellement observable (pas plus de 10 m d'épaisseur) au cœur de l'anticlinale. Elle est représentée par des marnes gris sombre dont le sommet est marqué par

| Colonne lithologique | Etages | Formations | Belkebir et al 2008. | Description sommaire | |
|----------------------|---|--------------------------------|----------------------|---|---|
| | Pliocène | Marnes blanches | | Marnes blanches homogènes. | |
| | Messinien | Marnes Messiniennes | | Marnes jaunes sableuses passant à des marnes gris bleu. | |
| | | Marno-gréseux-conglomératiques | | Conglomérats à éléments hétérométriques et hétérogéniques. | |
| | | Gypses ou marnesgypseuses | | Gypses massifs ou marnes à lentilles de gypses. | |
| | Tortonien | Diatomites | | Alternance de marnes brunes, laminites diatomitiques, diatomites blanches et grès fins. | |
| | | | | Alternance de marnes grises, laminites diatomitiques et diatomites blanches. | |
| | Serravalien inférieur Langhien supérieur | Marnes bleues | Unité 6 | Marnes bleues homogènes. | |
| | | | Marnes sableuses | Unité 5 | Alternance grés-marneuse. |
| | | | | Unité 4 | Marnes bleues. Marnes jaunâtres. |
| | | | Grès roux | Unité 3 | Alternance de marnes sableuses et grès. |
| Unité 2 | | | | Marnes gris sombre passant a marnes « lie-de-vin » voire rougeâtres | |
| | Unité 1 | Marnes gris sombre | | | |

Fig. 4 : Coupe synthétique de l’anticlinal de l’Abreuvoir (D’après Bensadok, 1995, Belkebir *et al.*, 2008 et Atif *et al.*, 2008); C, cinérite; h, horizon marno-calcaire; H, niveau à huîtres; S.D., surface durcie; S.R. surface de ravinement.

deux bancs microconglomératiques (0,40 m), plus ou moins indurés, à stratifications obliques. Cette unité est attribuée à Langhien supérieur (Belkebir *et al.*, 2008).

• **Unité 2** : elle débute par des marnes relativement analogues aux précédentes passant progressivement, par l'intermédiaire d'un banc (1 m) grés-marneux finement lité, à plus d'une vingtaine de mètres de marnes « lie-de-vin » voire rougeâtres dans leur partie supérieure. La microfaune donne un âge Serravallien inférieur (Belkebir *et al.*, 2008).

• **Unité 3** : elle repose, en ravinement, sur le faciès sous-jacent par un banc conglomératique (0,60 m). Deux épaisses barres gréseuses, d'aspect roux, séparées par des dépôts marno-gréseux caractérisent cette unité. Le sommet des barres est coiffé par une surface ferrugineuse, rubéfiée et très indurée (surface durcie de Sabaté *et al.*, 1981 ; Neurdin-Trescartes, 1992) colmatant de nombreux terriers verticaux et renfermant de nombreuses valves d'huîtres. Une grosse vertèbre de mammifère marin, des traces de taraudages et des terriers, le plus souvent verticaux, y sont associés. Cette unité est d'âge Tortonien inférieur (Belkebir *et al.*, 2008).

3.2.2. Les Marnes sableuses jaunâtres

Cette formation repose directement sur la précédente. Belkebir *et al.*, 2008 subdivisent cette formation en (02) unités :

• **Unité 4** : elle est constituée d'un ensemble marneux à aspect jaunâtre, puissant d'une cinquantaine de mètres. La sédimentation débute par 20 m de marnes jaunes passant à des marnes bleues (30 m). Le passage entre ces deux faciès marneux est matérialisé par un horizon de calcaire argileux jaunâtre (h : Fig. 4) difficilement repérable dans le paysage. La base de cette unité est attribuée au Tortonien inférieur, tandis que leur sommet est d'âge Tortonien supérieur.

• **Unité 5** : elle est représentée par une lentille gréseuse de 10 m d'épaisseur, à la base et d'une alternance grés-marneuse (10 m), au sommet. Les bancs gréseux sont décimétriques et montrent des traces de terriers subhorizontales et plusieurs figures sédimentaires. Tout cet épisode gréseux, indifférencié, évolue, latéralement, vers un faciès sableux pour disparaître plus à l'est. L'âge est tortonien supérieur (Belkebir *et al.*, 2008).

3.2.3. Les Marnes bleues

Cette formation correspond à l'Unité 6 de Belkebir *et al.*, 2008. Elle succède en continuité à l'unité précédente. Elle est représentée par une puissante sédimentation de marnes bleues (200 m) dont la couleur devient bleue sombre à l'approche des premiers bancs de l'unité sus-jacente. Ces marnes sont caractérisées par la présence d'un niveau cinéritique de 8 m

d'épaisseur. Ce niveau débute par un horizon finement lité, à stratifications obliques et évolue vers une alternance de niveaux tendres et indurés. La microfaune donne un âge Tortonien (Belkebir *et al.*, 2008).

3.2.4. Diatomites

La formation diatomitique messinienne, également connue sous le nom de « Tripoli », repose en discordance sur la formation des marnes bleues (Neuridin Trescartes, 1992).

La formation diatomitique elle-même, dont l'épaisseur varie de 190 m, consiste en une alternance rythmique décimétrique à métrique de diatomites *s.l.*, marnes, marnes laminées, laminites marno diatomitiques, et de grès ou marnes sableuses. Cette rythmicité se traduit par la répétition 55 cycles élémentaires (Mansour *et al.*, 2008). L'âge de cette formation est Messinien.

3.2.5. Les Gypses ou marnes gypseuses

Cette formation repose par ravinement sur la formation diatomitique. Il s'agit soit de marnes à lentilles de gypses soit de gros blocs ou amas de gypses. Elle est attribuée au Messinien.

Cette série cinq formations est surmontée, particulièrement sur le flanc Est de l'anticlinal au niveau du Djebel Bent Zououda, d'une formation marno-gréso-conglomératique (Mansour, 2004). Les caractéristiques lithologiques et sédimentologiques de cette formation rappelle une sédimentation particulière de type Gilbert-delta, qui fait l'objet de cette étude.

4. But et Méthodologie du travail :

4.1. But de travail :

Le but de ce travail est consacré à définir les différentes parties des Gilbert-deltas de la formation marno-gréso-conglomératiques d'une part et de donner l'âge à cet édifice d'autre part.

4.2. Méthodologie :

4.2.1. Sur le terrain :

Après la localisation et le repérage, six coupes sériées ont été levées sur le terrain. L'étude basée sur l'observation directe et la description détaillée de chaque coupe banc par banc, en tenant compte des variations latérales des épaisseurs, des faciès et des structures

sédimentaires. Des prises de photos ont été effectuées afin d'établir un inventaire faciologiques des éléments caractéristiques de cette formation.

Des échantillonnages sont nécessaires pour chaque coupe et surtout dans les niveaux meubles. L'échantillon récolté est emballé dans un sachet en plastique, identifié par une étiquette indiquant leur emplacement dans la coupe. Ces échantillons servent à définir l'âge du Gilbert-delta.

4.2.2. Au laboratoire

• Etape pré-analytique :

Avant d'aboutir au résidu prêt à être analyser à la loupe binoculaire, le sédiment brut est soumis à plusieurs opérations :

- Défloculation du sédiment brut dans l'eau pendant 24 heures ou plus jusqu'à la dissolution total du sédiment.

- tamisage du sédiment défloculé à travers une série de tamis emboîtés, a mailles décroissantes allant de 250 um à 80 um, sous un filet d'eau continu.

- Séchage du résidu obtenu dans une étuve chauffée à 50°C.

- Pour éviter toute contamination, les tamis sont lavés, brossés et trempés dans une solution de bleu de méthylène à 5%, après chaque utilisation.

• Etape d'analyse :

La détermination des espèces existes dans les résidus récupérés, a l'aide des ouvrages de micropaléontologie dont : Postuma (1971) ; Bizon et Bizon (1972) ; Yassini (1972) ; Agip Mineraria (1982) ; Laccarino (1985) ; Belkebir (1986) ; Morkhoven et al (1986) ; Wernli (1987) ; Whittaker (1988).

Chapitre 2

Etude lithostratigraphique du Gilbert-delta

1. Introduction :

Le présent travail est basé sur l'étude de la sédimentation du type Gilbert-delta de Djebel Bent Zououda. Ce chapitre consiste à une étude lithostratigraphique de la formation marn-gréso-conglomératique.

2. Attribution stratigraphique :

Les marnes conglomératiques de la formation du Gilbert-Delta au niveau de la coupe II sont surmontées de marnes sableuses (Fig. 5).

Ces marnes sableuses jaunâtres surmontant l'unité lithologique III ont livrées un assemblage de foraminifères (BELHADJI, com. orale) constitué de : *Globorotalia conomiozea* ; *Globorotalia menardii* ; *GL scitula* ; *GL miotumida* ; *Globigerina bulloides* ; *Neogloboquadrina acostaensis* ; *Nq incompta* ; *Nq duterteri* ; *Nq humerosa* ; *Globigerinoides obliquus* ; *Gs quadrilobatus* ; *Gs. trilobus* ; *Gs. Conglobatus* ; *Turborotalia quinqueloba* ; *Orbulina univers et Or. Suturalis*.

Il est à signaler que la présence du marqueur *Globorotalia conomiozea* attribue à ces marnes sableuses jaunes un âge messinien. Par conséquent la position stratigraphique ou l'âge de la sédimentation du Gilbert-Delta est d'âge Messinien.

3. Etude lithologique

La succession deltaïque est constituée par six unités séparées les unes des autres par des discordances (fig. 6 et fig. 7).

3.1. Unité I

La première unité est représentée par des marnes sableuses d'épaisseur variable atteindre parfois 6m. Cette unité repose tantôt sur les diatomites d'âge messinien et tantôt sur les marnes bleues d'âge Tortonien toujours par une surface de ravinement (fig. 6 et fig.7). Les marnes sableuses sont très fines de couleurs jaunâtres et tendres (fig. 6 D et fig. 6 C).

3.2. Unité II :

Cette deuxième unité d'une épaisseur d'environ 24 m est représentée généralement par une alternance de barres conglomératiques à matrice des marnes sableuses et gypseuses et de niveaux conglomératiques à matrice des marnes grisâtres à l'intercalation de quelques bancs gréseux. Cette unité est affleure uniquement dans la partie sud du Djebel Bent Zououda. Elle repose d'une part sur les marnes bleues et D'autre part sur les diatomites par une surface de ravinement et en discordance angulaire (fig. 6 F et fig. 7).



Fig 5: Vue panoramique de la coupe II (coupe naturelle) montre la position stratigraphique du Gilbert-delta de Djebel Bent Zououda entre la formation des marnes gypseuses et la formation des marnes jaunes.

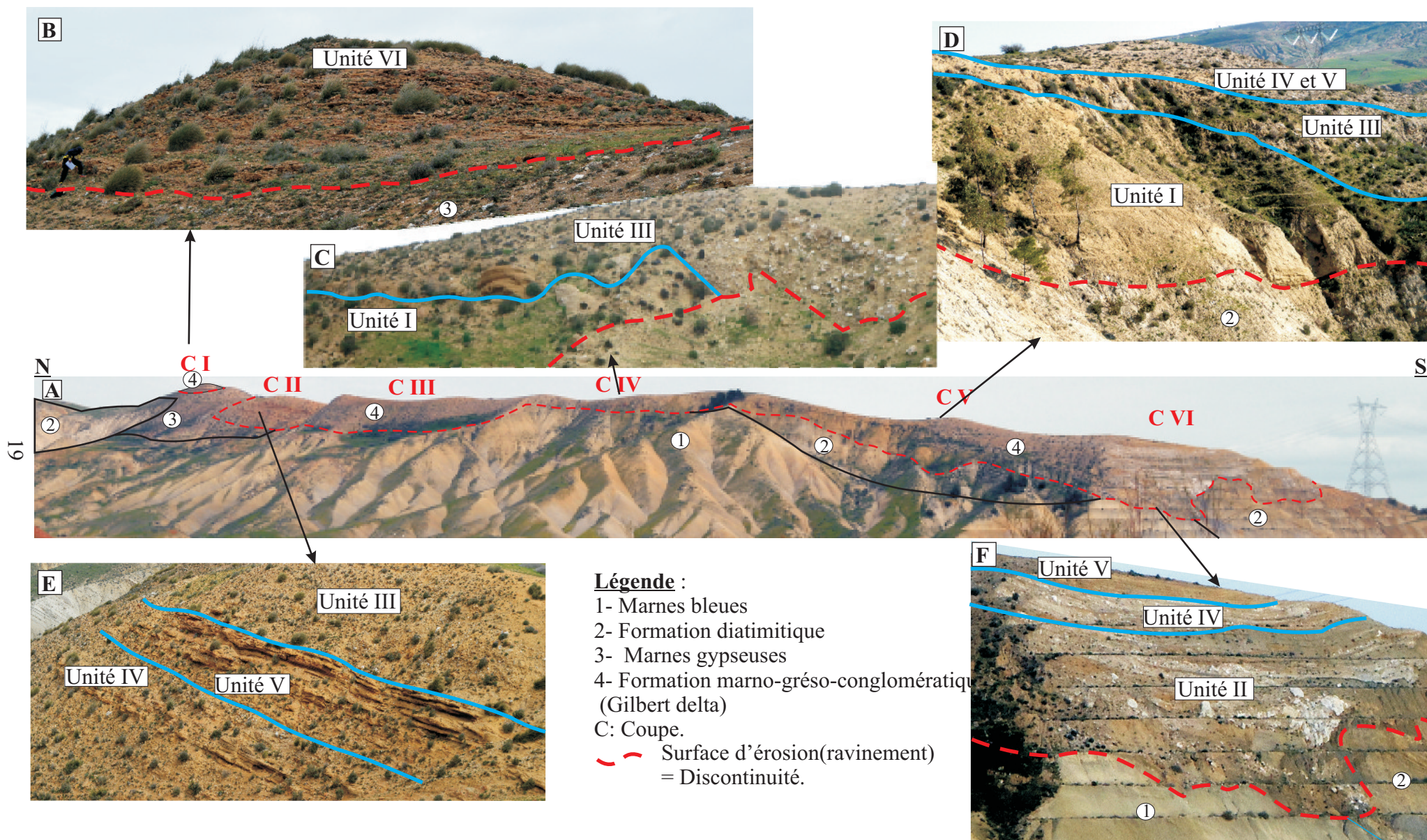


Fig.6: Vue panoramique du secteur d'étude avec les différentes unités de la formation marno-gréso-conglomératiques et localisation des coupes.

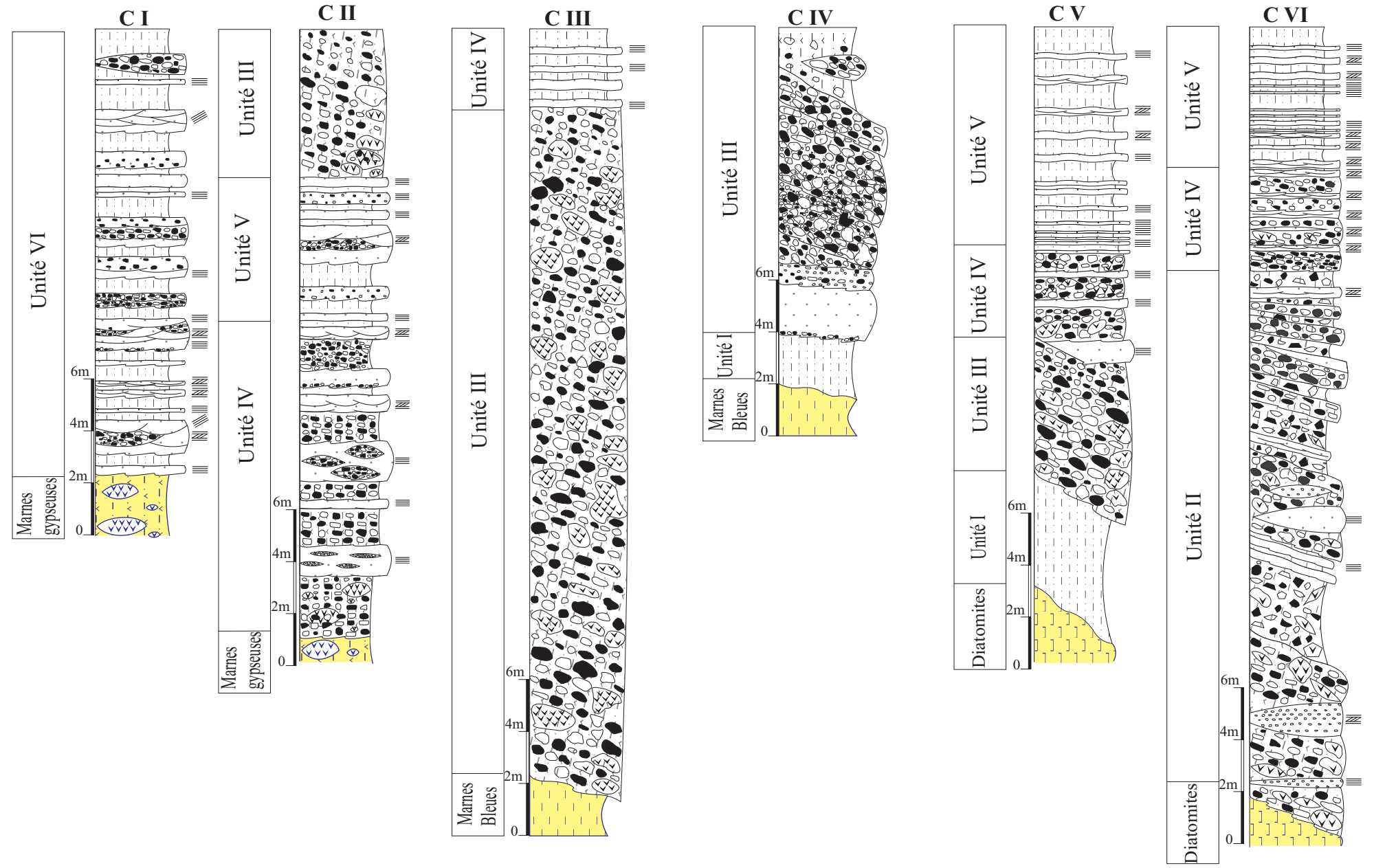


Fig. 7: Les colonnes lithologiques des six coupes levées dans la formation marn-gréso-conglomératique du Djebel Bent Zououda.

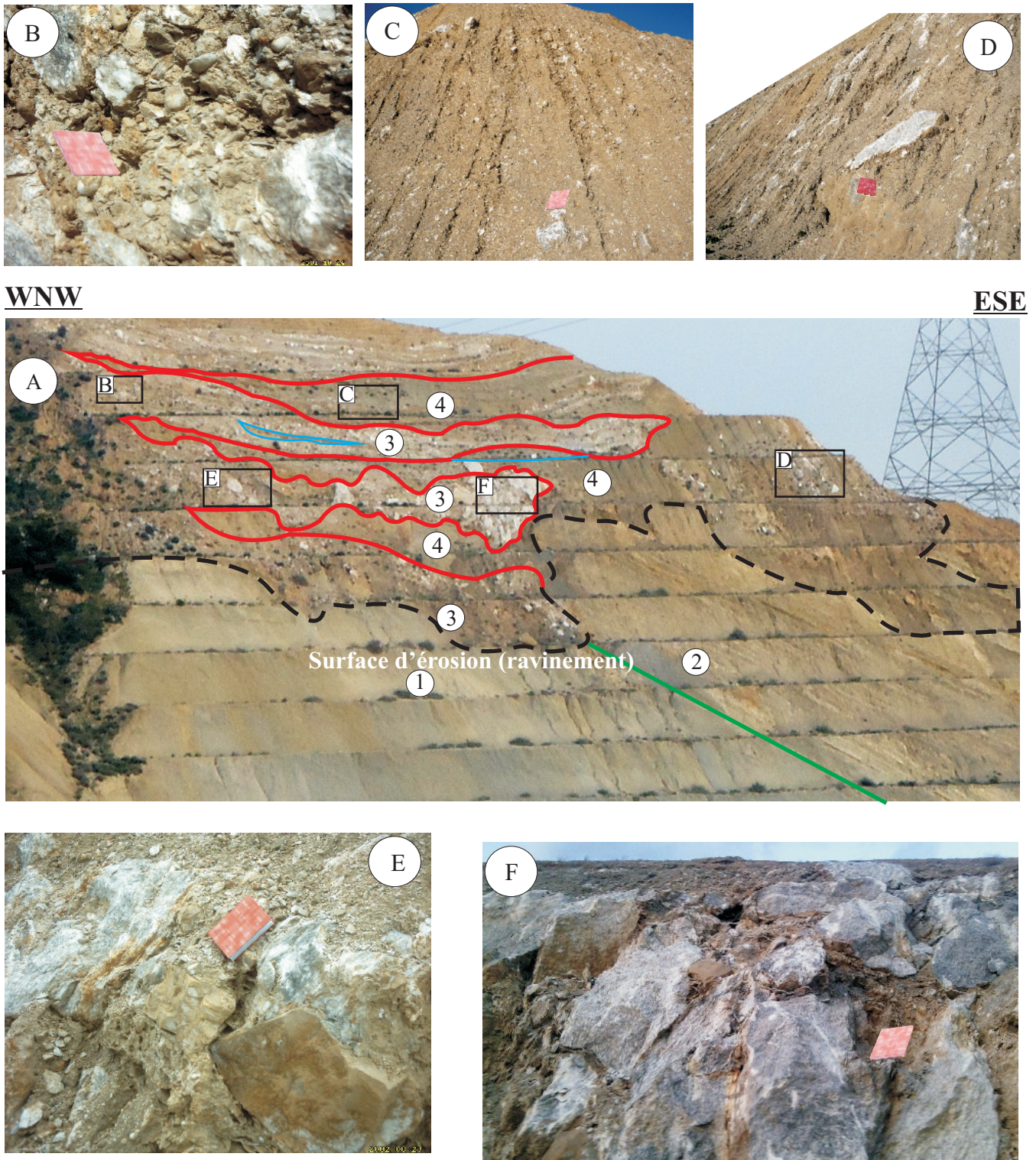


Fig. 8: A: Photo panoramique présente le contact entre l'unité II, les marnes bleues et les diatomites. 1- Les marnes bleues, 2- Les diatomites, 3- Les conglomérats à matrice des marnes sableuses et gypseuses et 4- Les conglomérats à matrice des marnes grisâtres. 3 et 4 : Unité II. B, E et F: Les conglomérats à matrice des marnes sableuses et gypseuses. C et D : Les conglomérats à matrice des marnes grisâtres.

• **Les barres conglomératiques à matrice de marnes sableuses et gypseuses :**

Les conglomérats sont d'épaisseur décimétriques à métriques (0.5m à 8m) stratodécroissants et à base raviné. Ces conglomérats à textures «clast-support» généralement mal trié avec une taille de clastes de la classe «pebble» au classe «boulder». Les clastes sont subanguleux à subarrondis, aplatis et emballés dans une matrice de marnes sableuses et gypseuses. Les clastes sont de nature déférente (Diatomites, grès, calcaires, gypses et parfois des marnes indurées) (fig. 8 B, E et F). Les barres conglomératiques présentent un pendage sédimentaire, d'une moyenne de 35° vers le Sud Est.

A l'intérieure de ces conglomérats s'intercalent des lentilles d'épaisseur décimétriques à métriques. Il s'agit soit des lentilles de microconglomérats, soit des lentilles de grès. Les microconglomérats de couleur grisâtres, sont constitués par des petits fragments des roches de nature déférente (Diatomites, grès, calcaires et gypses). Ces microconglomérats sont matérialisés par des litages horizontaux (fig. 9 A) et des litages entrecroisés (fig. 9 B). Les lentilles gréseuses sont de couleur jaunâtres à grisâtres et à granulométrie grossière. Ces grès montrent des litages horizontaux (fig. 9 C) et des litages entrecroisés (fig. 9 D).

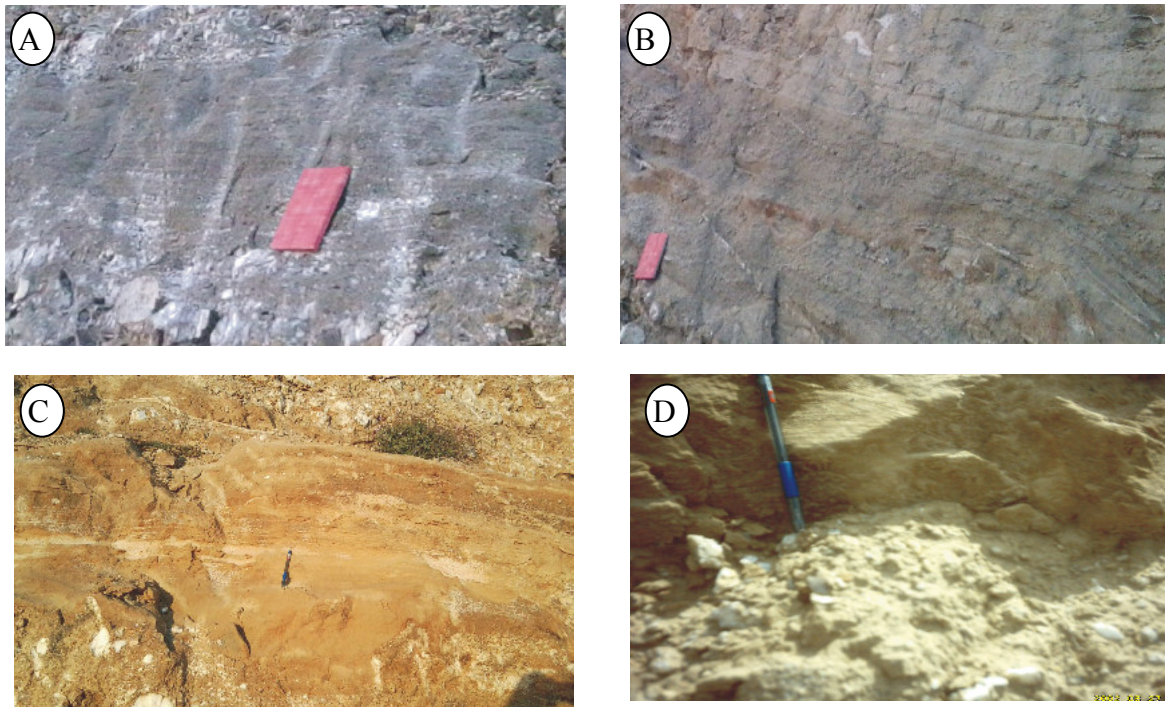


Fig. 9 : A- Lentille de microconglomérat à litages horizontaux. B- Lentille de microconglomérat à litages entrecroisés. C- Lentille de grès à litages horizontaux. D- Lentille de grès à litages entrecroisés.

• Les niveaux conglomératiques à matrice des marnes grisâtres :

Ces conglomérats à texture «matrice-support» sont constituées par des clastes hétérométriques de la classe des «granules» à celle des «boulders» (0,5cm à 2m) et polygéniques (calcaires, grès, diatomites, et gypses). Ces clastes sont subanguleux, mal classés, non jointifs, emballés dans une matrice meuble boueuse représentée par des marnes grisâtres très riche en fragments des roches (fig. 8 C et D). Ces niveaux conglomératiques sont caractérisés par un pendage sédimentaire que les barres conglomératiques.

On note que se pendage diminué vers le sommet de cette unité.

• Les grès :

Les bancs ont une épaisseur de 10 à 70 cm avec des bases érosives et des limites supérieures ondulantes. Les grès sont à granulométrie grossière et de teint jaunâtre à grisâtres à la patine et jaunâtre à la cassure. Les bancs peuvent être localement lenticulaires. Ces grès sont matérialisés par des litages horizontaux et des litages entrecroisés.

3.3. Unité III :

L'unité III d'une épaisseur variable de 2 à 6 m dans la partie Sud du Dj Bent Zououda (Coupe IV et V ; fig. 6 C et D). Dans la partie Nord de celle-ci l'unité présente son épaisseur maximale qui est de 35 m (Coupe III ; fig. 7). Le contact entre cette unité et les marnes sableuses (unité I) est discordant à érosif. Vers le nord du secteur l'unité III repose sur les marnes bleues par une surface de ravinement.

Cette unité est dominée par les conglomérats. Ces conglomérats à texture «clast-support» mal trié sont constituées de galets hétérométriques de la classe des «cobble» à celle des «boulders» (1cm à 1.5m de diamètre) et polygéniques (calcaires, grès, diatomites et gypse) emballées dans une matrice de marnes sableuses et gypseuses. Les galets sont de forme subarrondis a arrondis. Ces conglomérats sont principalement caractérisés par un pendage sédimentaire de 20 à 30°. Ce pendage est bien visible dans la coupe IV et V. ces conglomérats peuvent localement présenter une imbrication de clastes (fig. 10 L).

On peut observer parfois des bancs de microconglomérats à galets (fig. 10 C et H). Les galets sont de forme subarrondis, de nature différente (gypses, calcaires, grès et diatomites) et de taille moyenne de la classe «cobble» (entre 1 cm et 6 cm).

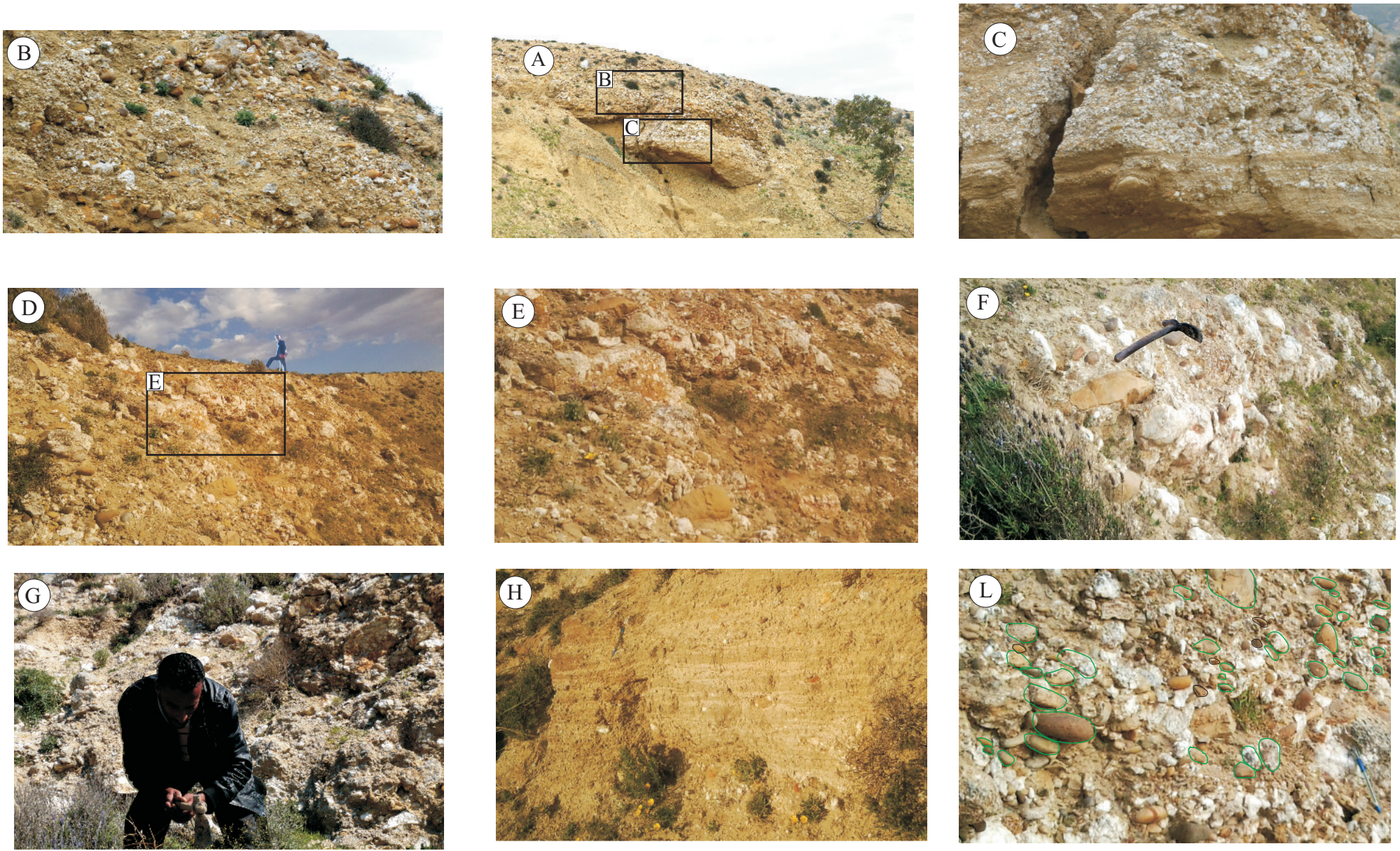


Fig. 10 :Photos des principaux caractéristiques de l'unité III.

Ces conglomérats pouvant localement présenter un granoclassement négatif qui débutent à leur base par un banc de grès grossiers à litages horizontaux, suivi par des microconglomérats à clastes subarrondis de la classe moyenne du pebble (fig. 10 C et H). Ces microconglomérats sont matérialisés aussi par des litages horizontaux (fig. 10 H). Au dessus sur ces derniers reposent des marnes conglomératiques à éléments de petites tailles (la taille des éléments ne dépasse pas 8 cm de diamètre) (fig. 10 B et L) qui deviennent vers le sommet de grandes tailles (atteindre parfois 50 cm de diamètre) (fig. 10 D et E).

On note que dans la coupe II cette unité est surmontée par 2.5 m de marnes sableuses de couleur jaunâtres.

3.3. Unité IV :

Cette unité d'épaisseur variable de 4 à 10 m est matérialisée par une alternance de bancs de marnes conglomératiques et de bancs de grès. Elle repose sur les marnes gypseuses par ravinement dans le Nord de notre secteur (fig. 6 A) et sur l'unité III dans sa partie Sud par une surface de ravinement et en discordance (fig. 6 A et D).

• Les conglomérats :

Les bancs de marnes conglomératiques sont d'épaisseur décimétrique à métrique, stratodécroissants et soulignés à leurs bases par une surface ravinante. Ces marnes conglomératiques à texture «clast-support» sont constituées par des éléments hétérométriques de la classe des «cobble» à celle des «boulders» (du 1cm à 35cm), polygéniques (galets, grès, calcaires, gypses, diatomites blanchâtres et diatomites silicifiées) et de forme arrondis à subarrondis, aplatis et allongés. Les éléments sont mal classés et emballés soit dans une matrice de marnes sableuses et gypseuses (fig. 11 A, B et C), soit dans une matrice de grès très grossiers (fig. 11 E) ou microconglomérats (fig. 11 D).

On note la diminution de la taille des éléments vers le sommet de ce membre qui ne dépassent pas 15cm. Certains bancs de la partie Sud du secteur débutent à leur base par une surface de ravinement et par une lame de gypses (fig. 11 F).

Les conglomérats présentent un pendage faible. Ce pendage est bien visible dans la partie Sud du Djebel Bent Zououda (coupe V et VI).

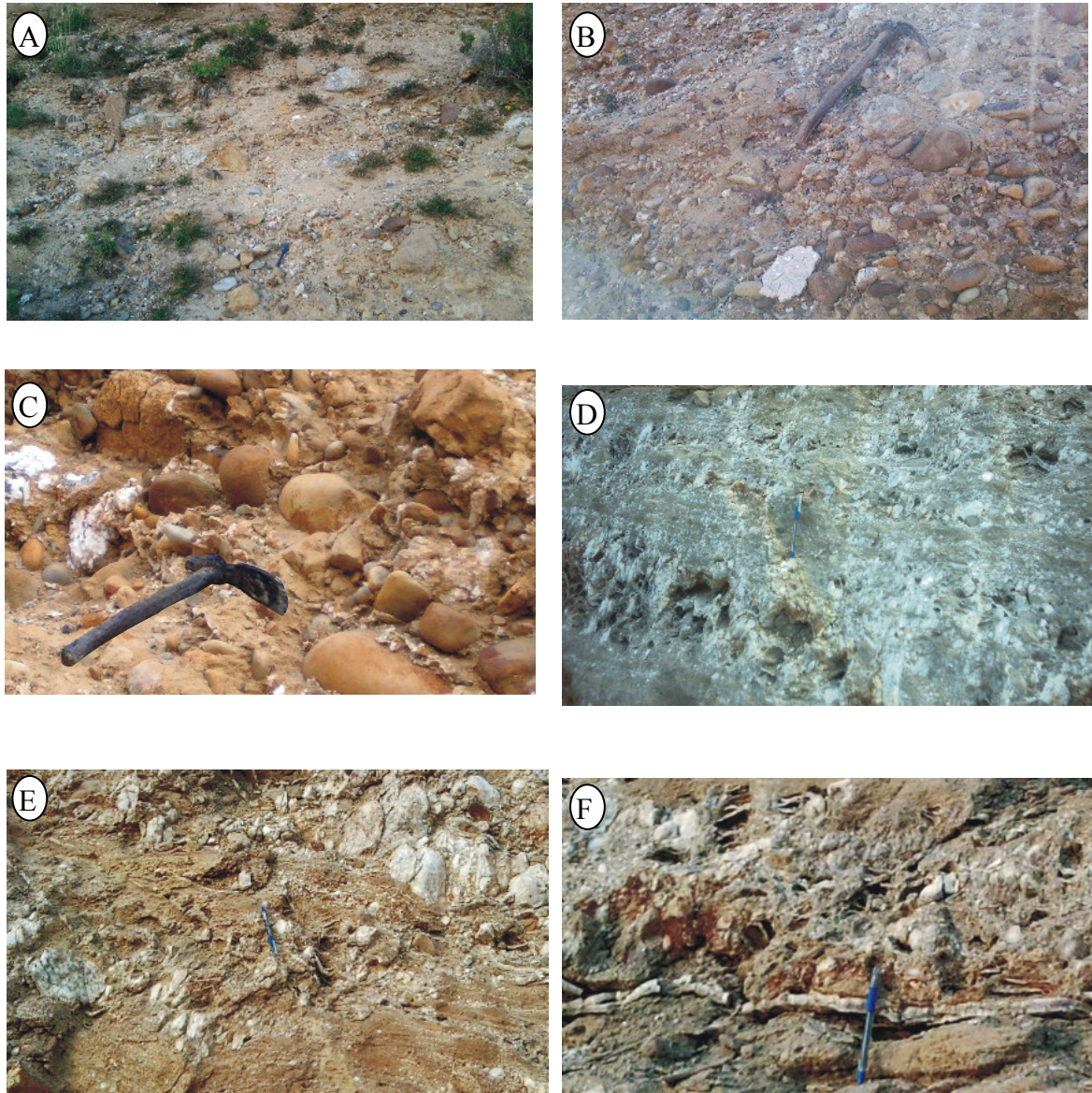


Fig. 11 : A, B et C- Conglomerats à matrice de marnes sableuses et gypseuses. D- Conglomerats à matrice microconglomératique. E- Conglomerats à matrice gréseuse. F- banc de conglomérat débute à leur base par une lame de gypse et surface de ravinement.

• Les grès :

La taille des bancs est comprise entre 0,15 et 1.3 m. Les bases de bancs peuvent être érosives ou non-érosives et les limites supérieures peuvent être planes ou ondulantes. Les grès sont de granulométrie moyenne à grossière, de teinte jaunâtre à rougeâtre à la patine et jaunâtre à la cassure.

Certains bancs gréseux de la partie Nord du secteur a renferment des lentilles microconglomératiques d'épaisseur de 0.10m à 0.20m. Elles sont formées par des galets de gypses (fig. 12 A) et/ou conglomératiques d'épaisseur de 0.20m à 0.50m. Elles sont formées par

des galets subarrondis, aplatis, de nature différente de calcaires, diatomites silicifiées, diatomites blanchâtres, grès et gypses. Les éléments sont de diamètre variable (entre 1 et 8cm), mal classés et cimentés par une matrice gréseuse (fig. 12 B).

Les structures sédimentaires se résument essentiellement aux litages horizontaux (fig. 12 C) parfois ondulées, des litages obliques (fig. 12 D) ainsi que des litages entrecroisés (fig. 12 E).

Les bancs gréseux présentent le même pendage que les bancs conglomératiques.

L'association entre les bancs gréseux et les bancs conglomératique peut montrer localement et dans la partie Sud du Djebel Bent Zououda un granoclassement normale qui se traduit par des microconglomérats (fig. 12 F).

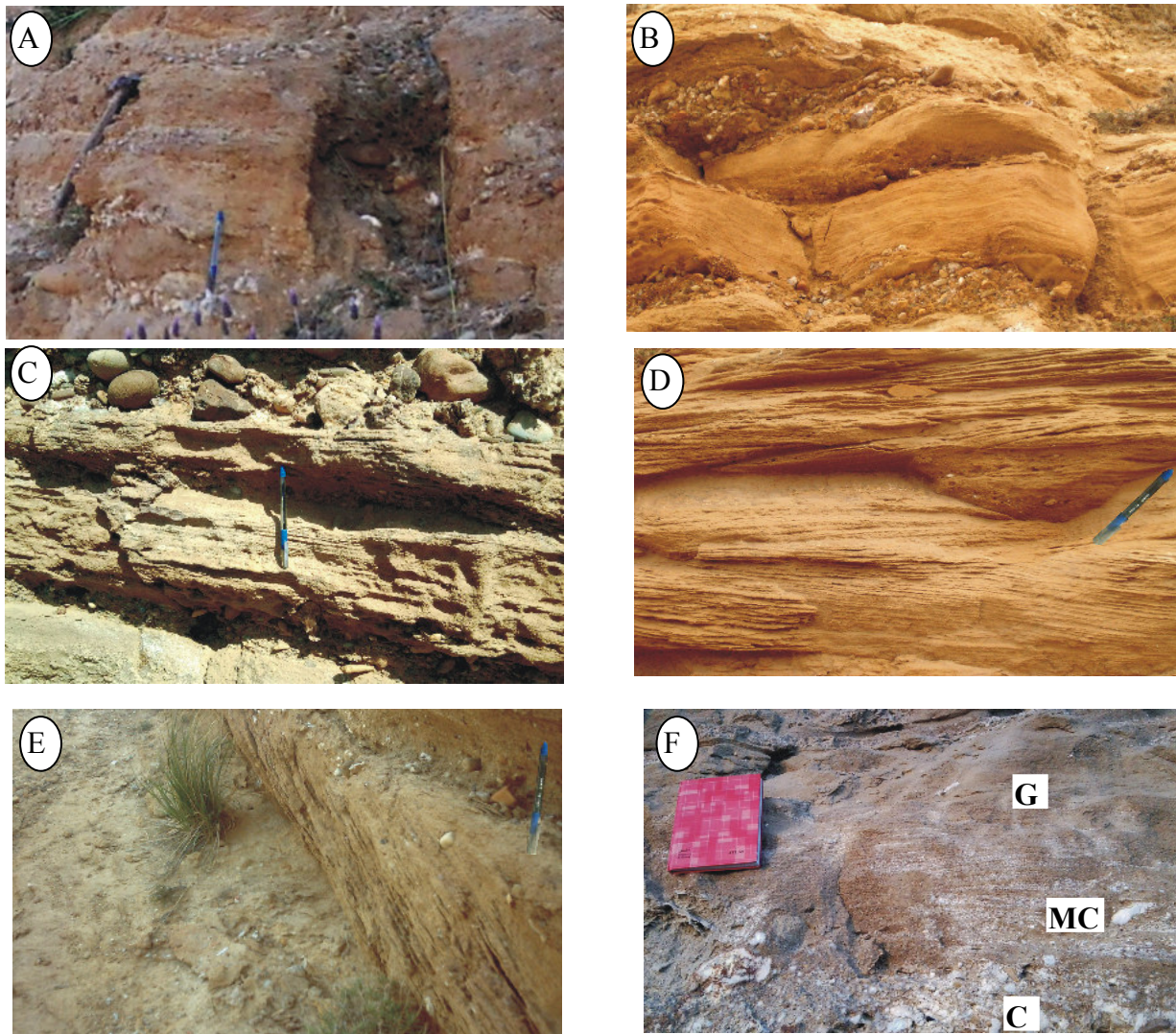


Fig. 12 : A- Grès à lentilles de microconglomérats. B- Grès à lentilles de conglomérats. C- Grès à litages horizontaux. D- grès à litages entrecroisés. E- Grès à litages obliques. F- Granoclassement normal (conglomérats C – microconglomérats MC – grès grossiers G)

3.4. Unité V :

L'unité V d'une épaisseur de 4 à 7 m est caractérisée par une alternance de bancs de grès et de bancs de marnes sableuses. Cette unité repose directement sur l'unité IV.

• Les grès

L'épaisseur des bancs gréseux varie de 0,15 à 1,20 m. Les bancs peuvent avoir des bases érosives ou non-érosives, ainsi que des limites supérieures planes à ondulantes. Ils présentent une granulométrie moyenne à grossière. Ils sont de couleur jaunâtres à rougeâtre et parfois verdâtre à la patine et jaunâtre à la cassure. Certains bancs peuvent contenir des clastes. La taille des clastes se situe entre la classe des «granules» et celle des «pebbles» (Leurs dimensions varient entre 1 et 6cm de diamètre) (fig. 13 A). Ces clastes sont de forme subarrondis et de nature différente (calcaire, grès, diatomites et gypses).

Certains bancs gréseux chenalisés renferment des lentilles conglomératiques d'épaisseur décimétrique (10cm à 40cm), à éléments subarrondis, aplatis, de taille différente (du 1cm à 10cm), de nature différente (calcaire, grès, diatomites et gypses), mal classés et cimentés par une matrice gréseuse (fig. 13 B).

Les figures sédimentaires sont matérialisées par des litages horizontaux parfois ondulés (fig. 13 A et C), des litages entrecroisés (fig. 13 D, E, F et G) et rarement des litages obliques. Ils sont parfois massifs.

Les bancs présentent une direction NNE-SSW, et plongent vers le SE avec une valeur de 5°. Ce pendage est visible dans la partie Sud du Djebel Bent Zououda.

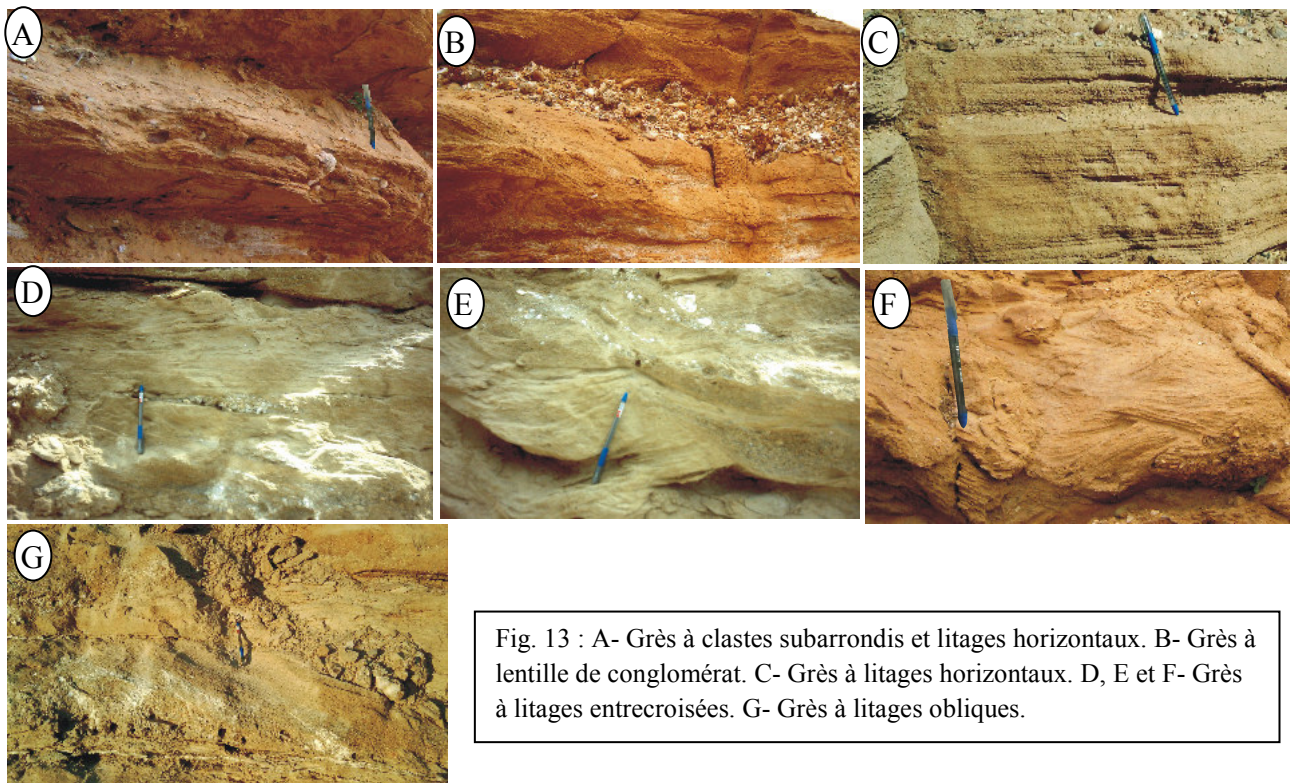


Fig. 13 : A- Grès à clastes subarrondis et litages horizontaux. B- Grès à lentille de conglomérat. C- Grès à litages horizontaux. D, E et F- Grès à litages entrecroisés. G- Grès à litages obliques.

• Les marnes sableuses

Les marnes sableuses de teint verdâtre à la patine, jaunâtre à la cassure, sont d'épaisseur décimétrique à métrique. Ces marnes sableuses sont très riches en galets millimétriques à centimétriques de gypses.

3.5. Unité VI :

Cette unité d'épaisseur de 17 m. Elle affleure uniquement dans la partie Nord du Djebel Bent Zououda. Elle repose par une surface de ravinement sur la formation Des marnes gypseuses d'âge messinien. Elle est représentée par une alternance de bancs de grès, de bancs de marnes sableuses à l'intercalation de quelques bancs conglomératiques. Les bancs présentent une direction NNE-SSW, et plongent vers le SE avec un pendage sédimentaire de 5°.

• Les conglomérats

Ces conglomérats à texture «clast-support» d'épaisseur décimétriques (0,5m à 0,80m) et généralement mal classés. Ils sont soit intercalés avec les marnes sableuses et les grès, soit dans les bancs gréseux. Les bancs peuvent avoir des bases érosives. Les clastes se situent entre la classe des «granules» et des «pebble». La matrice est constituée d'un grès grossier de couleur jaunâtre à rougeâtre. Ces clastes sont polygéniques (calcaires, grès, marnes grises, marnes diatomitiques, diatomites blanchâtres, diatomites laminaires, diatomites silicifiées et des gypses) (fig. 14 A et B).

• Les grés

Les bancs ont une épaisseur décimétrique à métrique de 15 cm à 1,30 m avec des bases souvent érosives, ainsi que des limites supérieures ondulées et s'organisent en corps chenalisés surtout dans la base de cette unité.

Les grès sont de couleur jaunâtres à rougeâtre et de granulométrie moyenne à grossière. Ils peuvent être massifs ou au contraire riches en structures sédimentaires telle que des litages horizontaux ou ondulés (fig. 14 C et D), des litages entrecroisés (fig. 14 F et G) et des litages obliques planes (fig. 14 H) ou arquées (fig. 14 L et M) Parfois on trouve ces trois litages en association au sein dans le même banc chenalisés.

Les bancs gréseux chenalisés de la partie inférieure de cette unité renferment parfois des lentilles conglomératiques d'épaisseur décimétrique (de 10cm à 40cm). Ces lentilles conglomératiques sont constituées d'éléments subarrondis de nature différente (grés, diatomites,

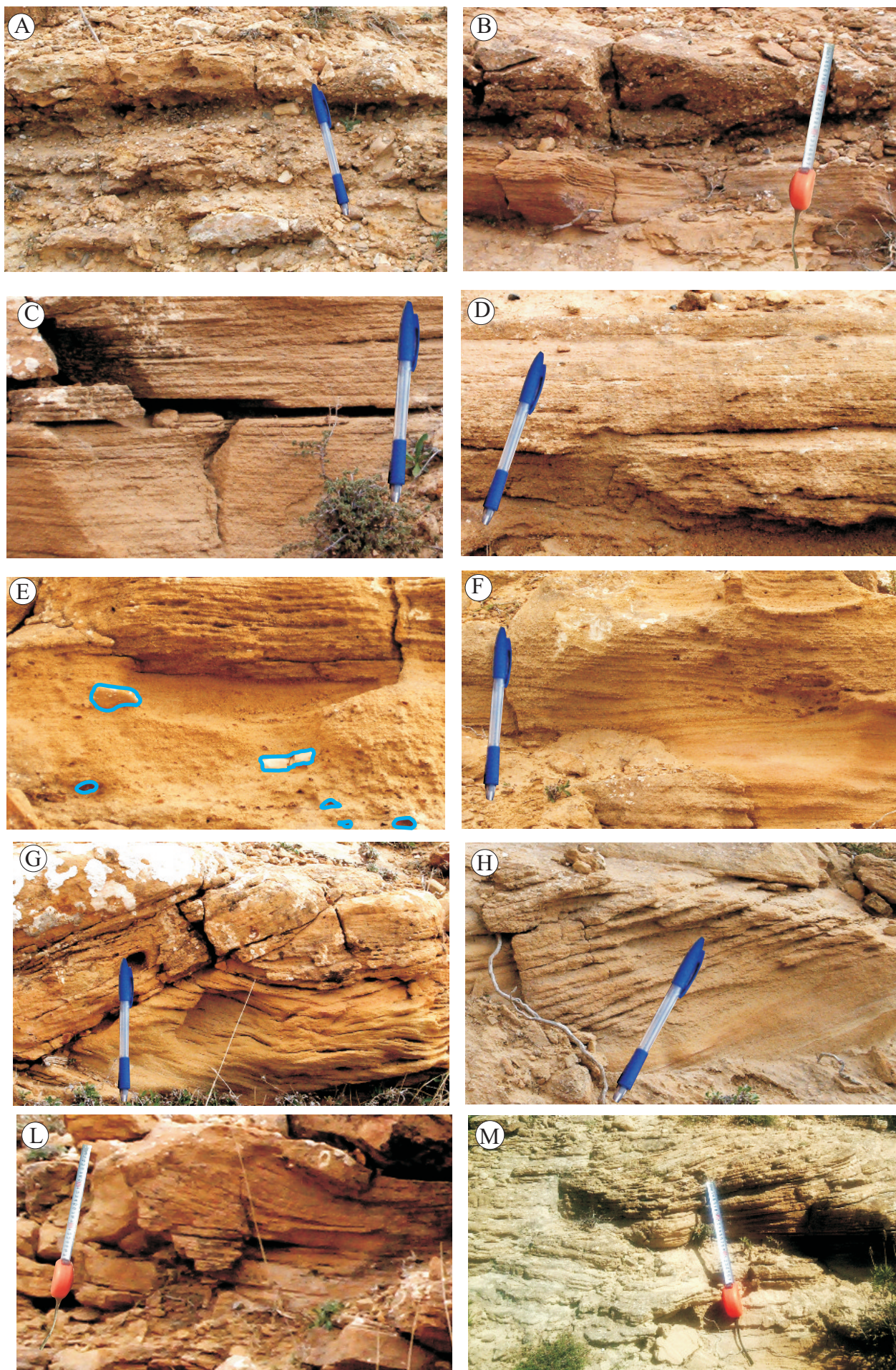


Fig. 14: A et B- Conglomérats à matrice gréseuse. C et D- Grès à litages horizontaux. E- Grès à clastes. F et G- Grès à litages entrecroisés. H- Grès à litages obliques planes. L et M- Grès à litages obliques arqués.

gypses, calcaires et parfois des marnes indurées) et de taille différente (de la classe «pebbles») cimentés par une matrice indurée de nature gréseuse.

Les bancs peuvent contenir des alignements de clastes de la classe des «pebbles» (fig. 14E).

- **Les marnes sableuses**

Les marnes sableuses dont l'épaisseur est variable (entre 0,20m et 1,50 m), sont plus ou moins tendre et de couleur jaunâtre à blanchâtre. Elles renferment parfois des passées lenticulaires de grès friables et des lentilles rougeâtres des argiles.

Dans la partie inférieure de cette formation, les marnes sableuses décimétriques renferment des gales de gypses qui diminuent progressivement vers la partie supérieure.

En conclusion :

Le Gilbert-delta est mis en place pendant le messinien et après la sédimentation des marnes gypseuses. Selon la lithologie, ce Gilbert-delta est réparti en six unités lithologiques stratigraphiquement distinctes, qui s'organisent de base en haut (fig. 6 et fig. 7) : les marnes sableuses (unité I), une alternance de bancs voir de barres de conglomérats à matrice de marnes sableuses et gypseuses et de niveaux des conglomérats à matrice de marnes grisâtres (unité II), des conglomérats à matrice de marnes sableuses et gypseuses (unité III), une alternance de bancs des conglomérats à matrice de marnes sableuses et gypseuses et de bancs gréseux (unité IV), une alternance de bancs de grès et de bancs de marnes sableuses (unité V) et enfin une alternance de bancs de conglomérats à matrice gréseuse, de bancs de grès et de marnes sableuses (unité VI).

Chapitre 3

Sédimentologie du Gilbert-delta

1. Introduction :

Cette partie du travail se fonde essentiellement sur des observations de terrain et sur la description des faciès, afin de reconstituer la géométrie et la chronologie relative des différents objets et corps sédimentaires rencontrés.

2. Sédimentologie des faciès :

Il s'agit ici de décrire les différents faciès rencontrés dans le Gilbert-delta. La description précise de ces faciès et leur interprétation en termes de régime hydrodynamique permet de déduire des associations de faciès et milieux de dépôts.

La description des faciès se fait selon plusieurs critères : la lithologie, la granulométrie, la nature et la taille des galets (dans le cas de conglomérats par exemple), la stratonomie (tailles des bancs, organisations des couches, limites supérieures et inférieures des bancs). Enfin, un des points les plus importants est la reconnaissance des structures sédimentaires.

Des descriptions détaillées (lithologie, stratification et structures sédimentaires, granulométrie, l'épaisseur et la géométrie des corps sédimentaires) et interprétation de chaque faciès sont données dans le tableau 1.

| Faciès | Description | Interprétation |
|--|--|---|
| <p>G1 : Conglomérats à matrice des marnes sableuses et gypseuses à pendage élevé.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Conglomérats à textures «clast-support». • Des clastes de la classe des «pebbles» à celle des «cobbles» atteignent parfois 2 m de diamètre et de forme subarrondis à arrondis. • La matrice est représentée par des marnes sableuses et gypseuses. • L'épaisseur des barres variable du 4 à 35m avec des bases érosifs et pendage sédimentaire d'une moyenne de 35°. | <ul style="list-style-type: none"> • Ecoulement gravique d'une masse cohésive ou nom cohésive des sédiments (débris) sur une pente sous un milieu aquatique «sediment gravity flows». • Le dépôt de type «debris fall» (chute de débris). |
| <p>G2 : Conglomérats à matrice des marnes grisâtres.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Conglomérats à texture «matrice-support». • Des clastes de la classe «granule» à la classe «cobble» (0,5cm à 2m). • Des clastes subanguleux, mal classés et non jointifs. • La matrice est représentée par des marnes grisâtres. • L'épaisseur des barres variable du 0,80m à 4m avec un pendage sédimentaire varié de 35° à 10° qui diminué vers le sommet. | <ul style="list-style-type: none"> • Dépôt de type «gravity flow». • Dépôt de type «debris-flow» avec des clastes qui flottent dans une matrice abondante. |
| <p>G3 : Conglomérats à matrice des marnes sableuses et gypseuses à pendage faible voir nul.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Conglomérats à textures «clast-support». • Les clastes de la classe «granule» à la classe «boulder» ne dépassent pas 25 m de diamètre et de forme subarrondis à arrondis. • La matrice est représentée par des marnes sableuses et gypseuses et rarement gréseuses. • L'épaisseur des bancs variable du 0,25m à 1,30m avec des bases érosifs et pendage sédimentaire faible de 0° à 5°. | <ul style="list-style-type: none"> • Transport d'une charge de fond dans un fort régime d'écoulement. • Ecoulement d'une masse cohésive des sédiments. |

| | | |
|--|--|---|
| <p>G4 : Conglomérats à matrice gréseuses.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Conglomérats à texture «clast-support». • Les clastes se situent entre la classe des «granules» et des «pebble» et de forme subarrondis. • L'épaisseur des bancs comprise entre 0,15m à 1,30m avec des bases érosifs ou non érosifs et pendage sédimentaire faible de 0° à 5°. • La matrice est représentée par des grès grossier. | <ul style="list-style-type: none"> • Transport d'une charge de fond dans un fort régime d'écoulement. • Dépôt par traction de sable et gravier en barres longitudinales. |
| <p>G5 : Microconglomérats</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Lentilles d'épaisseur décimétrique à métrique. • Associer généralement avec les grès grossiers. • Litages horizontaux ou entrecroisés. • Renferme parfois des galets subarrondis (classe «granule» à la classe des «pebble»). | <ul style="list-style-type: none"> • l'augmentation brutale du régime hydrodynamique, lié à l'accroissement rapide de la vitesse des vagues de marées. |
| <p>S1 : Grès massif</p> | <ul style="list-style-type: none"> • L'épaisseur des bancs décimétriques. • Granulométrie moyenne à grossière. • Base érosives ou non-érosives avec toit ondulé. • Renferme parfois des galets subarrondis (classe «granule» à la classe des «pebble»). | <ul style="list-style-type: none"> • Une sédimentation rapide d'un matériel sableux. • Dépôts d'écoulement gravitaires. |
| <p>S2 : Grès à litage horizontaux</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Des bancs tabulaire ou ondulés d'épaisseur centimétriques à décimétriques. • Granulométrie fine, moyenne et grossière. • Base érosives ou non-érosives avec toit ondulé. • Renferme parfois des lentilles soit de microconglomérats soit de conglomérats. • Renferme parfois des galets subarrondis (classe «granule» à la classe des «pebble»). | <ul style="list-style-type: none"> • Régime d'écoulement supérieur. |
| <p>S3 : Grès à litage obliques</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Bancs décimétriques à métriques chenalisés. • Granulométrie moyenne à grossière. • Base érosives avec toit ondulé. • Litage tabulaires ou arqués. | <ul style="list-style-type: none"> • L'action d'un courant unidirectionnel. • Progradation d'un ride et son abondant. |
| <p>S4 : Grès chenalisés à litages entrecroisées</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Bancs décimétriques à métriques chenalisés. • Granulométrie moyenne à grossière. • Base érosives avec toit ondulé. | <ul style="list-style-type: none"> • la migration de ride ou mégarides. • Remplissage en phase successives, des chenaux, de la progradation de barres de méandres. |
| <p>S5 : Grès chenalisés à divers structures</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Bancs métriques chenalisés. • Granulométrie moyenne à grossière. • Base érosives avec toit ondulé. • Présence des lentilles de conglomérats ou microconglomérats. | <ul style="list-style-type: none"> • Variations énergétiques des courants hydrodynamiques. • L'action violente et érosive des courants hydrodynamiques • chenaux fluviaux de rivière en tresses dominées par les conglomérats ou microconglomératiques à fort énergie. |
| <p>F : Les marnes sableuses</p> | <ul style="list-style-type: none"> • L'épaisseur des bancs centimétriques à métriques. • Couleur jaunâtre. • Riches en galets millimétriques de gypses. | <ul style="list-style-type: none"> • Sédimentation homogène et continue, • Décantation • Dépôt rapide de particules en suspension. |

Tableau 1 : Tableau récapitulatif montrant la description et l'interprétation des faciès types rencontrée dans le Gilbert-delta.

3. Association de faciès :

La géométrie et les relations entre les différents faciès ont permis d'identifier trois associations de faciès dans le Gilbert-delta. Les associations de faciès mises en évidence sont l'association de faciès de topset, de foreset et de bottomset. Ces associations de faciès décrivent un profil complet de Gilbert-delta. L'association de faciès de foreset est la plus dominante volumétriquement.

3.1. Association de faciès de topset :

Cette association est composée de trois sous-associations de faciès : la sous-association «T1», la sous-association «T2», et la sous-association «T3».

3.1.1. Sous-association de faciès «T1» (fig. 15) :

- **Description :**

Cette sous-association de faciès est décrite sur la partie Nord du Djebel Bent Zououda. Elle est composée par des bancs centimétriques à métriques, constitués par des alternances des faciès G4, S1, S2, S3, S4, S5 et F. Ces dépôts se développent au-dessus des marnes gypseuses messiniennes par une surface de ravinement. Les bancs présentent une direction NNE-SSW, et plongent vers le SE avec un pendage de 5°. Les bancs conglomératiques et gréseux sont caractérisés par des bases érosives et des toits ondulés.

Les conglomérats à matrice gréseuse (faciès G4) de faibles présences se présentent soit en bancs intercalé avec les marnes sableuses et les grès, soit sous forme des lentilles à l'intérieures des bancs gréseux. Ces conglomérats sont constitués d'éléments polygéniques (calcaires, grès, marnes grises, marnes diatomitiques, diatomites blanchâtres, diatomites laminites, diatomites silicifiées et des gypses), et hétérométriques (du 1cm à 8 cm). Ils sont en général mal classés et cimentés par un liant gréseux de couleur jaunâtre à rougeâtre.

Les bancs gréseux qui sont plus abondant dans cette sous association. Ils sont soit massifs (faciès S1) ou au contraire très riches en structures sédimentaires telles que litages horizontaux (faciès S2), litages obliques (faciès S3), bancs chenalisés à litages entrecroisés et bancs à divers structures.

Les faciès fins de T1 (Marnes sableuses) constituent des interbancs d'épaisseur centimétrique à métrique. Elles ont une couleur jaunâtre à blanchâtre. Elles sont très riches en galets millimétriques de gypses. Elles renferment quelques lentilles des argiles rougeâtres. Les échantillons livrés dans ces marnes sableuses montrent des foraminifères, radioles d'oursins et quelques ostracodes.

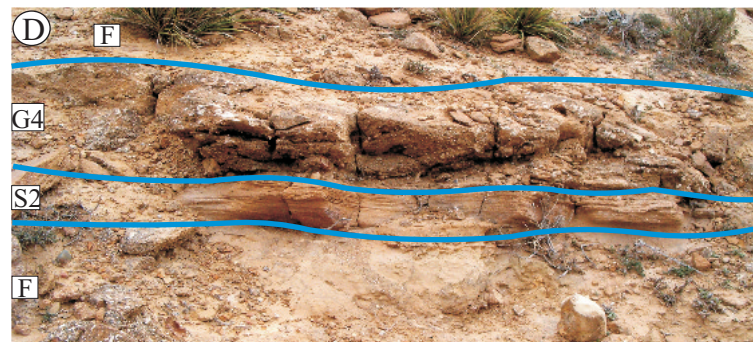
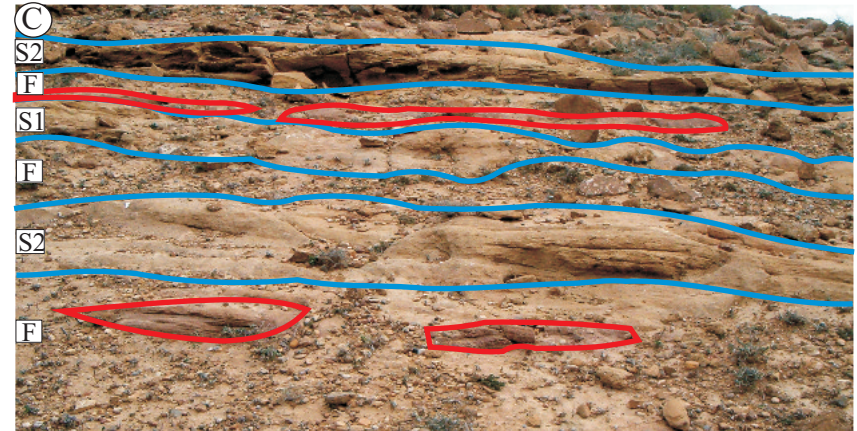
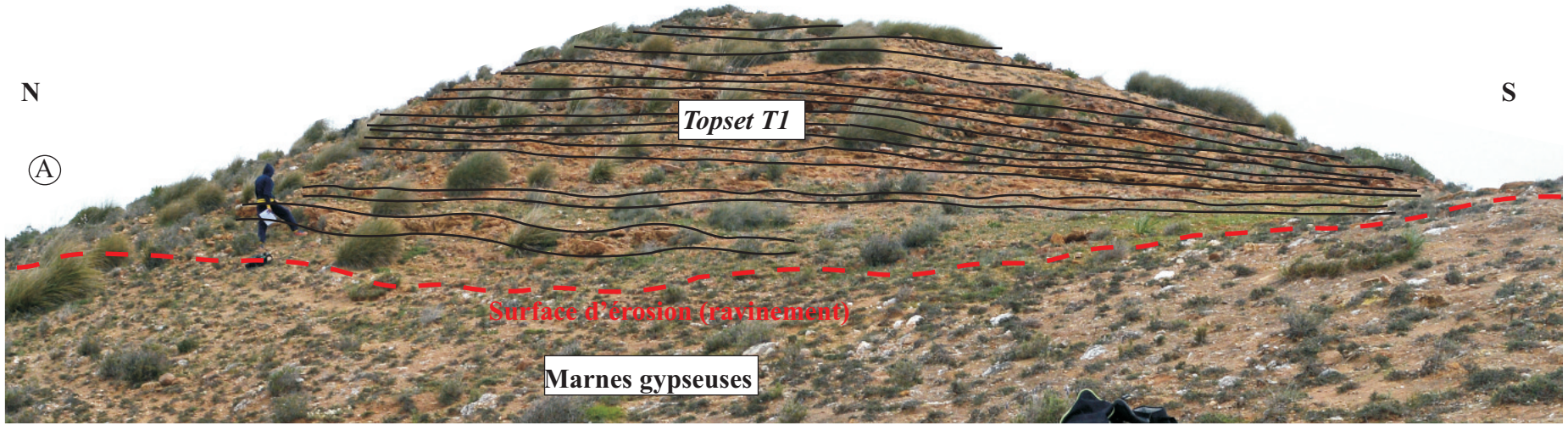


Fig. 15 : Sous-association de faciès T1. A- Vue panoramique de la coupe I. B- Alternance de Conglomerats à matrice gréseuses (G4)/ Marnes sableuses (F) et Grès massifs S1/Marnes sableuses (F). C- Alternance de Grès (S1 et S2)/Marnes sableuses (F) à lentilles rouges des argiles. D- Alternance Grès (S2)/ Conglomerats à matrice gréseuses (G4)/Marnes sableuses (F). E- Alternance de Grès à litages obliques (S3)/Marnes sableuses (F).

Cette sous-association est souvent organisée en séquences cycliques de quelques mètres d'épaisseur. Les séquences sont développées à partir de surface d'érosion, banc de grès ou banc de conglomérat et se termine par des marnes sableuses (fig. 15 B, C et E). On peut voir parfois des rares séquences qui débutent par des surfaces de ravinement, grès, conglomérats, grès à galets et se terminent par des marnes sableuses (fig. 15 D).

- **Interprétation en terme de processus et d'environnement de dépôt :**

Le faciès G4 est le résultat du transport d'une charge de fond dans un fort régime d'écoulement. L'absence de granoclassement indique que le dépôt s'est produit par transport mécanique d'une masse cohésive des sédiments. Ce type de faciès se dépose au niveau des barres longitudinales dans un système fluvial en tresse (Rust, 1978; Miall 1977, 1978; Reineck et Singh, 1980).

Le faciès S1 s'est formé à partir d'une sédimentation rapide d'un matériel sableux au cours de laquelle les structures primaires antérieures ont été détruites (Simpson, 1987; Simpson et Eriksson, 1990, Bouterfa, 1999, Benyoucef, 2006). La présence des galets émoussés au sein de certains bancs témoigne d'une tendance à l'augmentation de l'énergie hydrodynamique.

Le faciès S2 a été interprété comme étant le résultat d'un dépôt par traction en régime d'écoulement supérieur (Reineck et Singh, 1980; Harms *et al.*, 1982; Allen, 1984, in Bouterfa, 1999). Les litages horizontaux ondulés suggèrent des phénomènes de creusement et de remplissages (Pettijohn, 1964). Les laminations ondulantes peuvent être produites par une augmentation de la vitesse de déplacement de l'eau qui circule au-dessus d'un banc à lamines planes (Collinson *et al.*, 2006).

Le faciès S3 indique que ces niveaux gréseux sont composés à partir d'un matériel sableux remanié et accumulé par l'action des courants unidirectionnels. Alors des déformations hydrodynamiques syngénétiques (Chamley, 1987)- (Reineck, 1973).

Le faciès S4 est interprété comme étant le résultat de la migration de ride ou mégarides, mais peuvent également résulter du remplissage, en phase successives, des chenaux, de la progradation de barres de méandres (Cojan et Renard, 1999).

Le faciès S5 indique les variations énergétiques des courants hydrodynamiques. Et enfin le faciès F résulte d'un phénomène de décantation survenu après la diminution de la vitesse du flot qui a été à l'origine de la mise en place du dépôt des particules détritiques plus grossières.

Les faciès conglomératiques et gréseuses montrent des dépôts de chenaux fluviaux actifs, alors que les marnes sableuses résultent du dépôt des particules en suspension en dehors des chenaux actifs.

La présence des foraminifères, radioles d'oursins et quelques ostracodes au sein des marnes sableuses en plus des bancs gréseux chenalisés à litages entrecroisés suggèrent l'influence du milieu marin ou lacustre.

La nature des clastes indiquent un apport non lointain voir autochtone.

Cette sous association représente la partie subaérienne du delta. Elle correspond donc à la partie Topset du Gilbert-delta.

3.1.2. Sous-association de faciès «T2» (fig. 16) :

- **Description :**

Cette sous-association est observée dans la partie Nord est Sud du djebel Bent Zououda, elle consiste en des alternances des bancs conglomératiques à matrice sableuses et gypseuses à pendage faible voir nul (faciès G3) avec des bancs gréseux (faciès S2 et faciès S4). Cette sous-association se différencie avec la sous-association précédente par l'absence des marnes sableuses, l'épaisseur des bancs, la matrice et la tailles des clastes de faciès conglomératique. Les bancs ont une épaisseur décimétrique à métrique avec des bases érosives et des toits irréguliers. Le pendage sédimentaire des bancs est varié de 5° à 10° et plonge vers le Sud Est.

Cette sous-association se repose sur les marnes gypseuses messéniennes dans la partie Nord du Djebel Bent Zououda (coupe II) par une surface de ravinement. Tandis que dans la partie Sud se repose sur la sous-association F1 et F2 par une discordance angulaire et par une surface de ravinement.

Les conglomérats à matrice de marnes sableuses et gypseuses à pendage faible sont d'épaisseur décimétrique à métrique, stratodécroissants et soulignés à leurs bases par une surface ravinante. Elles sont constituées par des clastes de la classe «granule» au classe «boulder» ne dépassent pas 25 m de diamètre et de forme subarrondis à arrondis. Ces clastes sont mal classés et emballés dans une matrice de marnes sableuses et gypseuses (fig. 16A) qui devienne gréseuse à microconglomératique vers le sud du secteur d'étude où présentent des litages entrecroisés (fig. 16B).

Les bancs gréseux sont d'épaisseur décimétrique à métrique (du 0,30m à 1.30m). Les grès sont de granulométrie moyenne à grossière, de teinte jaunâtre à rougeâtre à la patine et jaunâtre à la cassure. Certains bancs renferment des lentilles centimétriques ou décimétriques

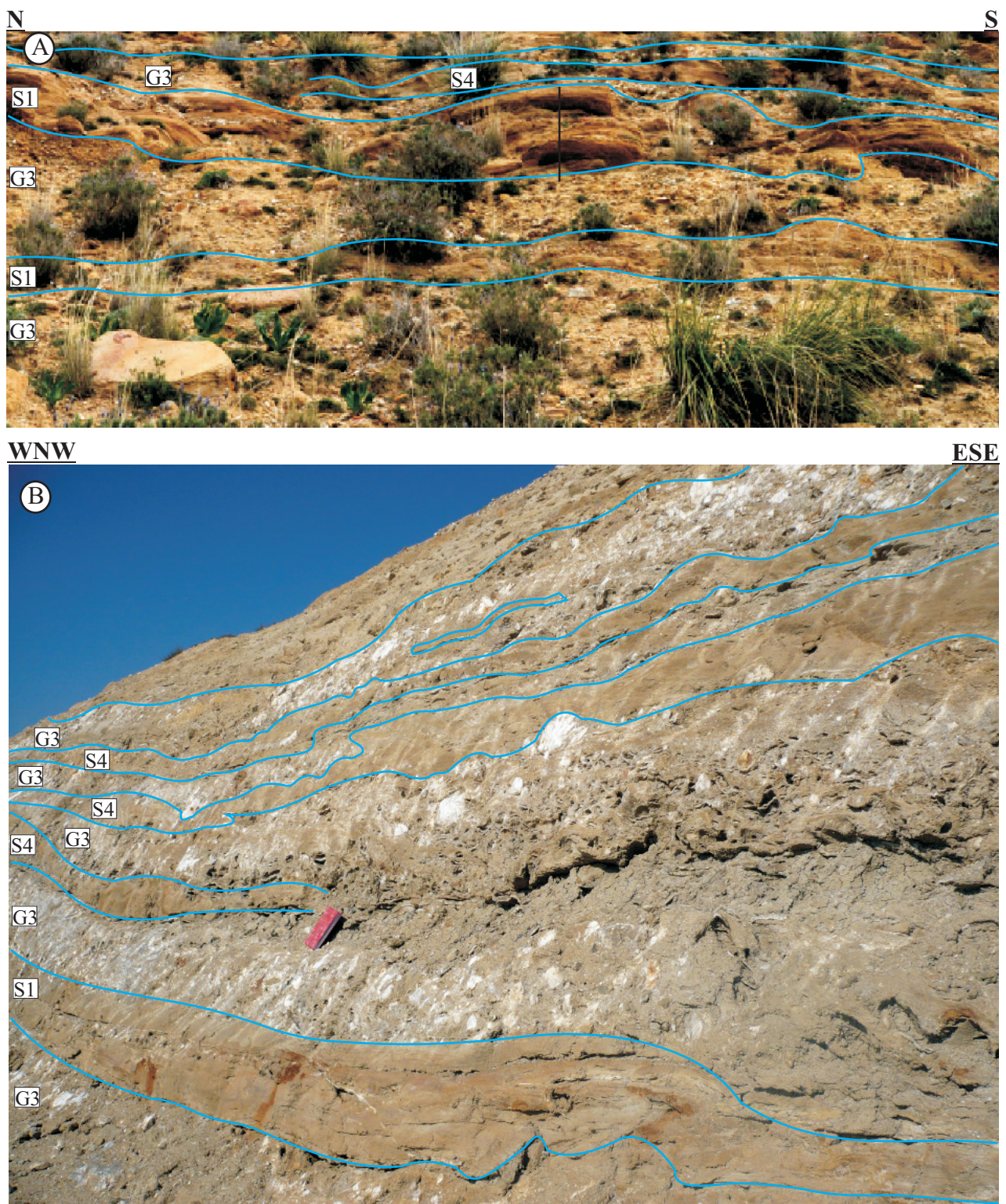


Fig. 16 : Sous-association de faciès T2. A- Alternance des bancs conglomératiques à matrice de marnes sableuses et gypseuses (G3) avec des bancs gréseux (S1 et S4) dans la partie Nord du Djebel Bent Zououda. B- Alternance des bancs conglomératiques à matrice gréseuse à microconglomératique (G3) avec des bancs gréseux (S1 et S4) dans la partie Sud du Djebel Bent Zououda.

remplis soit par des microconglomérats (faciès G5) ou par des conglomérats à matrice gréseuses (faciès G4).

Cette sous association débute par une alternance de marnes conglomératiques et des grès à litages horizontales et se termine par une alternance de marnes conglomératiques avec des grès à litages entrecroisés dans la partie nord tandis que vers le Sud les bancs gréseux sont matérialisés par des litages horizontaux (coupe V) qui passent latéralement à des litages entrecroisés (coupe VI).

- **Interprétation en terme de processus et d'environnement de dépôt :**

Cette sous association est typique du milieu fluvial. Les bancs conglomératiques représenteraient des dépôts de «debris flow», ainsi que des chenaux d'écoulement fluviaux («stream flow channel»). Pourtant, cette séquence idéale est interprétée par Miall (1996) comme un environnement de cône alluvial. Les faciès gréseux sont transportés dans les environnements fluviaux, par des courants tractifs (Miall, 1996).

Les lentilles microconglomératiques ou conglomératiques qui s'intercalent dans le faciès gréseux sont interprétées comme des chenaux fluviaux de rivière en tresses dominées par les conglomérats ou microconglomérats.

Ces caractéristiques nous permettent d'affirmer que la sous association T2 correspond à un topset.

3.1.3. Sous-association de faciès «T3» (fig. 17) :

- **Description :**

Cette sous association se trouve généralement associée avec la sous-association T2. Elle est constituée par une alternance des bancs gréseux (faciès S2, S3 et S4) avec des marnes sableuses (faciès F). Les bancs présentent le même pendage et la même direction que les bancs de la sous-association T2.

Les bancs gréseux sont d'épaisseur centimétrique à décimétrique et rarement métrique, de forme onduleuse et débutent parfois par une surface de ravinement. Ils présentent une granulométrie variable fine, moyenne et grossière. Ils montrent divers couleurs jaunâtres, rougeâtre et verdâtres à grisâtres à la patine et jaunâtre à la cassure. Les structures sédimentaires sont représentées par des litages horizontaux (faciès S2), litages oblique (faciès S3) et litages entrecroisés (faciès S4). Certains bancs gréseux de la partie Nord de notre secteur renferment des lentilles décimétriques remplis par les conglomérats à matrice gréseuse (faciès G4) et d'autres bancs renferment des galets centimétriques de la classe moyenne du pebble et de forme subarrondis à arrondis qui se déposent suivant le plan de stratification.

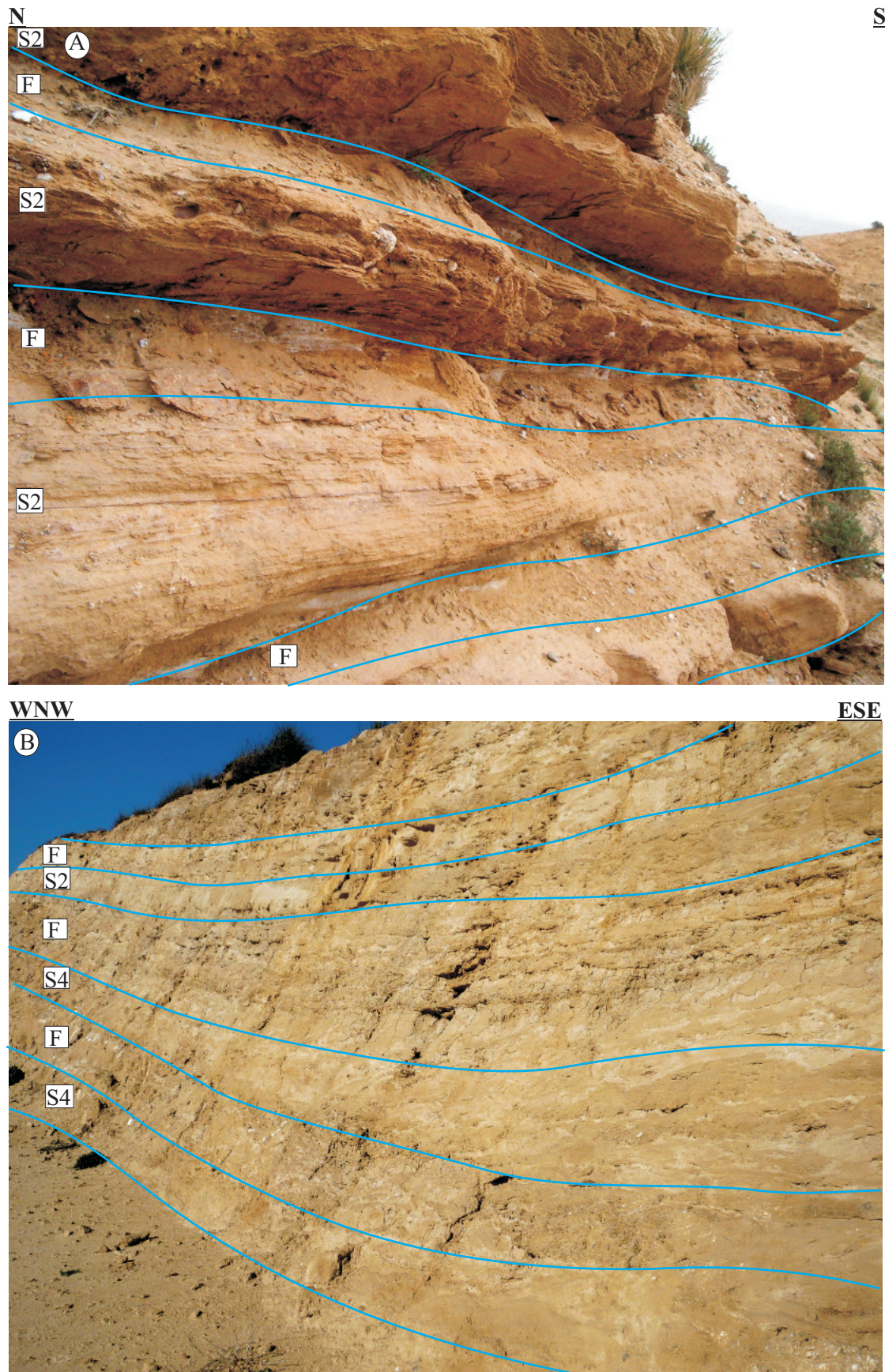


Fig.17 : Sous-association de faciès T3 A et B - Alternance des bancs gréseux (S2 et S4) avec des marnes sableuses (F).

Les interbanes de marnes sableuses sont d'épaisseur décimétrique dans la partie Nord qui devient décimétrique à métriques vers le Sud, de teint jaunâtre. Elles se chargent parfois en galets millimétriques de gypses. Ces marnes sableuses renferment des foraminifères parfois cassés, radioles d'oursins et quelques ostracodes.

- **Interprétation en terme de processus et d'environnement de dépôt :**

Les séquences binaires grès/marnes sableuses indiquent des dépôts dans la partie aval de l'écoulement hydrodynamique. Les faciès gréseux sont transportés dans les environnements fluviaux, par des courants tractifs (Miall, 1996). Les marnes sableuses résultent du dépôt des particules en suspension en dehors des chenaux actifs. Les bancs gréseux sont creusés de chenaux peu profonds remplis par des conglomérats. La présence des clastes dans les bancs gréseux indiquent l'augmentation de la vitesse d'écoulement.

La fréquence de la présence des litages horizontaux indiquent un environnement côtier soumis à l'action de fortes houles (Harms *et al.*, 1982) . Les litages horizontaux ondulés suggèrent des phénomènes de creusement et de remplissages (Pettijohn, 1964). Les laminations ondulantes peuvent être produites par une augmentation de la vitesse de déplacement de l'eau qui circule au-dessus d'un banc à lamines planes (Collinson *et al.*, 2006).

Le litage entrecroisé et le litage horizontal en plus la présence des foraminifères, radioles d'oursins et quelques ostracodes permettent d'interpréter T3 comme un environnement de transition entre le domaine fluvial et le domaine marin ou lacustre. T3 serait localisé dans la zone d'action des vagues.

D'après ces caractéristiques la sous-association T3 est correspondent à un topset du Gilbert-delta.

3.2. Association de faciès de foreset

Cette association est composée de deux sous-associations de faciès : la sous-association «F1» et la sous-association «F2».

3.2.1. Sous-association de faciès «F1» (fig. 18 et fig. 20):

- **Description :**

Cette sous-association est composée généralement par des faciès conglomératiques (faciès G1). Cette sous association est caractérisée par un pendage très élevée et base érosive. Elle est la plus dominante volumétriquement. Leur épaisseur est variable va du 4m à 35m. Cette sous-association repose tantôt sur les marnes sableuses (Unité I) et tantôt sur les marnes

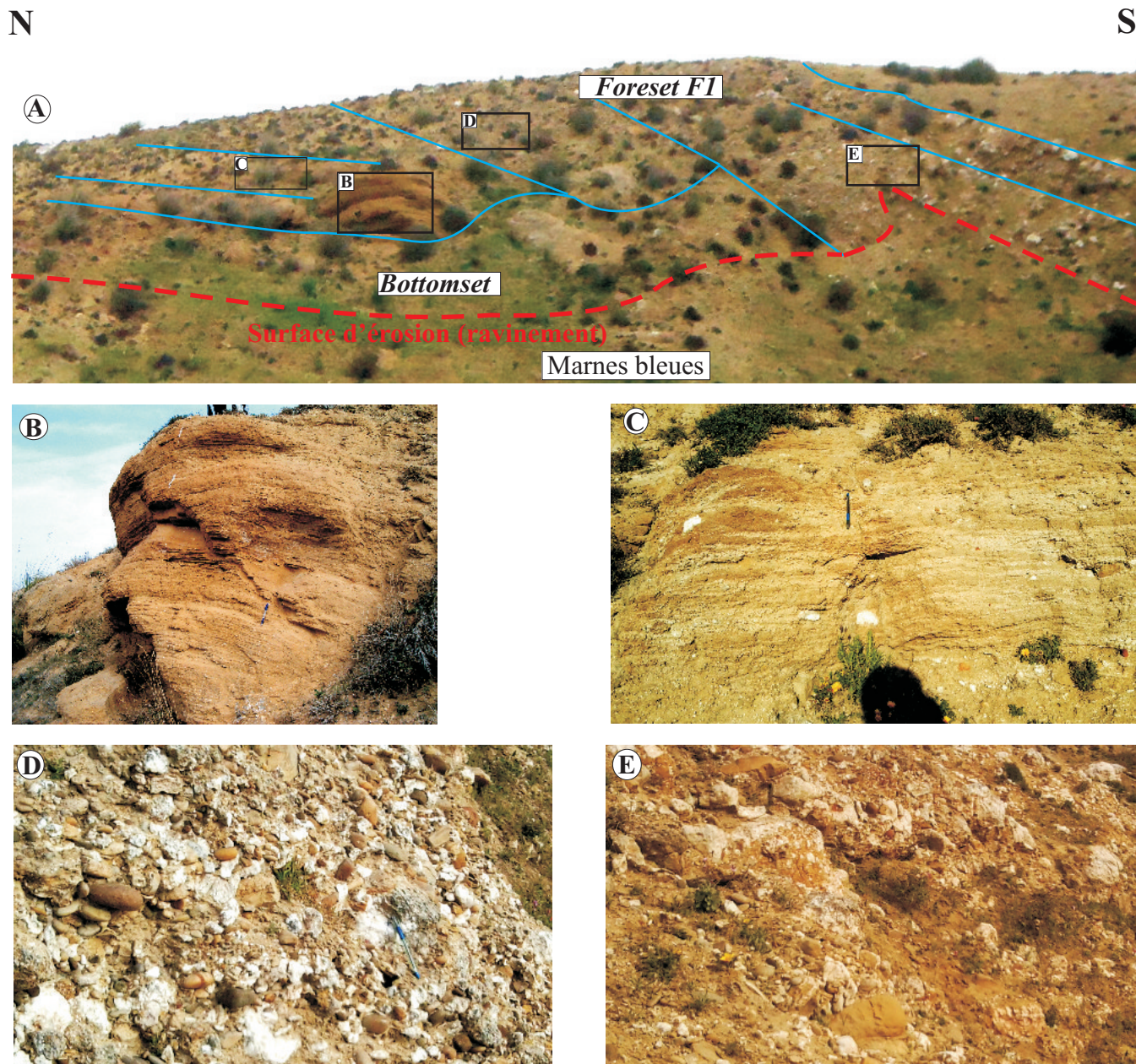


Fig. 18 : A- Photo panoramique de la sous-association de faciès F1 et l'association de faciès Bottomset. B- banc de grès à litages horizontaux. C- Microconglomérats à litages horizontaux et clastes. D- Conglomérats à clastes de petites tailles. E- Conglomérats à clastes de grandes tailles.

bleues ou les diatomites et parfois sur la sous-association T3 par une surface de ravinement et par une discordance angulaire.

La sous-association F2 peut montrer localement un granoclassement inverse (fig. 18 coupe IV) qui débute par un banc gréseux à litages horizontales (faciès S2 ; fig. 18 B) suivi par un banc microconglomératique (faciès G5 ; fig. 18 C) à litages horizontales et gales subarondis de la classe moyenne du pebble et se termine par des conglomérats à clastes de petites tailles (fig. 18 D) qui deviennent de grandes tailles vers le sommet (fig. 18 E).

- **Interprétation en terme de processus et d'environnement de dépôt :**

Cette sous-association est caractérisée aussi par des dépôts d'origine gravitaires. La grano-croissance est interprétée comme le résultat de processus de type «clast-rich debris-flow» (Nicolas Backret, 2009).

Ces caractéristiques suggèrent que le milieu de dépôt de la sous-association F2 correspond à un foreset caractérisé par la présence de la pente qui est le responsable de l'activité de l'écoulement gravifique.

3.2.2. Sous-association de faciès «F2» (fig. 19) :

- **Description :**

Cette sous-association de faciès n'est observée que dans la partie Sud du Djebel Bent Zououda (fig. 21). Elle regroupe les conglomérats à matrice des marnes sableuses et gypseuses à pendage élevé (faciès G1) et les conglomérats à matrice des marnes grisâtres (faciès G2) à l'intercalation de quelques bancs ou lentilles gréseux (faciès S2 et S4) et lentilles microconglomératiques (faciès G4) (fig. 19). Les unités conglomératiques présentent un pendage très élevé et plongent vers les Sud Est qui diminue progressivement vers le sommet de cette sous-association (fig. 19).

Le faciès G1 se dépose souvent en barres d'épaisseur métrique et à base ravinante indiquant l'action violente et érosive d'écoulement. Ce sous faciès est constitué par des éléments polygéniques autochtones (calcaires, grès, gypses et diatomites) et hétérométriques (Des clastes de la classe des «pebbles» à celle des «cobble» atteignent parfois 3 m de diamètre surtout les blocs de gypses). Les clastes ont une forme subarrondie, aplati et allongé. Ces clastes sont mal classés et emballés dans une matrice meuble représentée par des marnes sableuses et gypseuse.

Le faciès G2 se présente sous forme de niveaux d'épaisseur décimétrique à métrique. Ce sous faciès est constitué d'éléments hétérométriques de petites tailles de la classe «granule» (inférieure à 0,5 cm) et de grandes tailles surtout les gypses de la classe «cobble». Au contraire

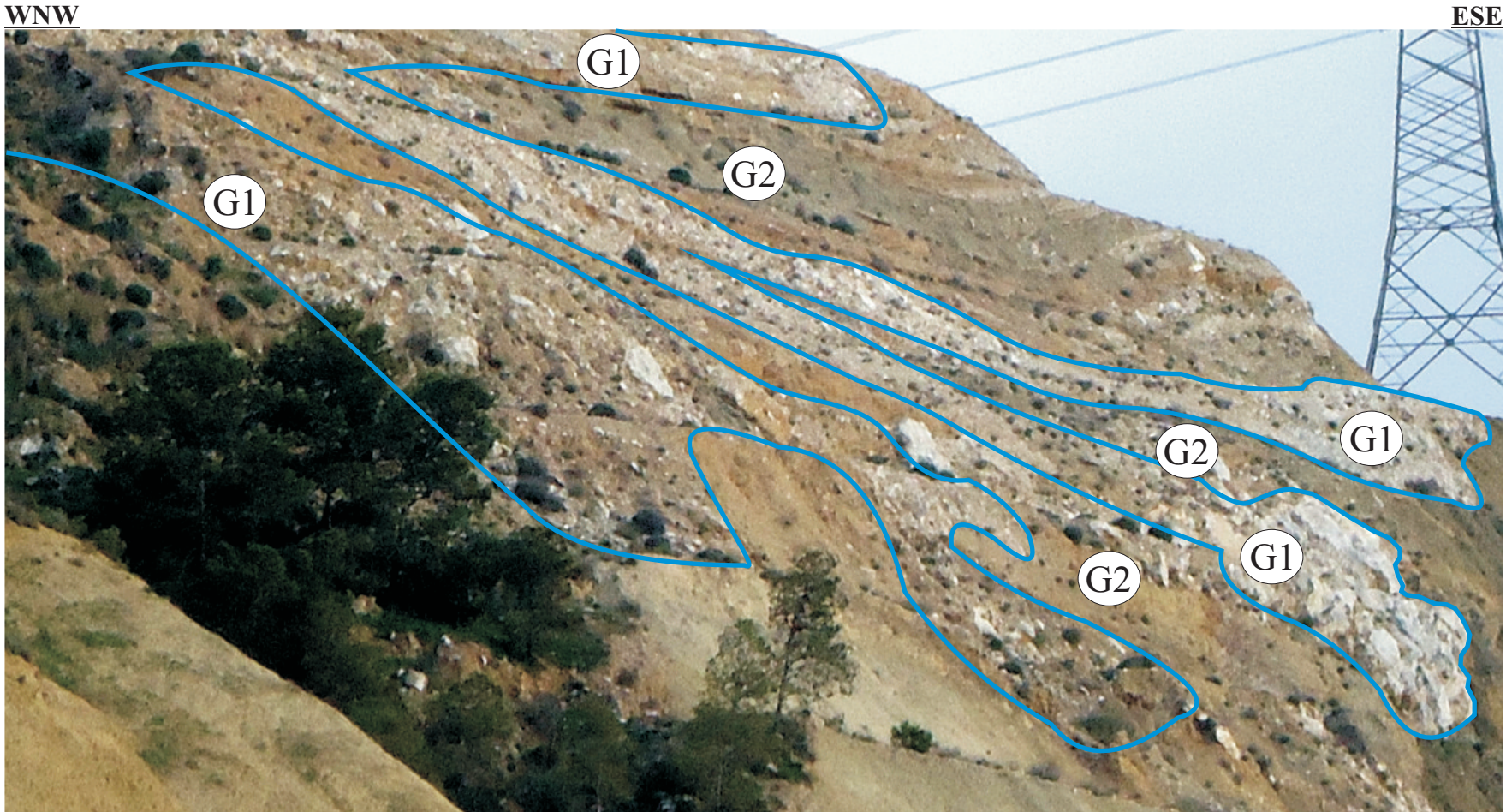


Fig.19 : Sous-association de faciès F2. Alternance des conglomérats à matrice des marnes sableuses et gypseuses à pendage élevé (faciès G1) avec les conglomérats à matrice des marnes grisâtres (faciès G2)

du faciès G1 ce faciès est formé par des clastes de forme anguleux à subanguleux. Ces clastes sont emballés dans une matrice marneuse (boueuse) de couleurs grisâtres très riches en fragments de roches de nature diverse. Le pourcentage de la matrice est plus grand par rapport au pourcentage des éléments. Donc c'est un conglomérat à texture «matrice-support». On note la diminution de la taille des clastes du bas au sommet de cette sous-association.

A la base de cette sous-association s'intercalent des lentilles de microconglomérats d'épaisseur décimétriques à métriques. Ces microconglomérats de couleur grisâtres, sont constitués par des petits fragments des roches de nature déférente (gypses, diatomites, calcaires et grès). Ces microconglomérats sont matérialisés par des litages horizontaux et des litages entrecroisés.

Les bancs ou lentilles gréseuses qui se localisent dans la partie supérieure de cette sous-association sont d'épaisseur décimétriques voir métriques (0,50m à 1m). Les grès sont de couleur jaunâtres à grisâtres et à granulométrie grossière. Ces grès montrent des litages horizontaux et des litages entrecroisés.

- **Interprétation en terme de processus et d'environnement de dépôt :**

Le faciès G1 indique que le dépôt se produit par écoulement gravifique d'une masse cohésive des sédiments sur une pente sous un milieu aquatique «sediment gravity flows» (pente de foreset). La forme arrondis des éléments est due à l'érosion continentale avant que l'accumulation et le transport des sédiments se produit une deuxième fois dans un milieu aquatique.

La présence de la matrice boueuse et des blocs subanguleux et l'absence de granoclasement dans le faciès G2 indiquent que le dépôt de ces conglomérats correspond à des avalanches de roches, de roches qui ont glissés, et des roches effondrées. Ceux-ci se fait est due probablement à la gravité et la pente. Le faciès D3 est interprété comme le dépôt de «sediment gravity flows» (Postma, 1983, 1984 ; Postma & Roep, 1985 ; Colella *et al.*, 1987 ; Nemeç, 1990a ; Chough & Hwang, 1997 ; Kleinhans, 2004) ou de «debris-falls» (Nemeç, 1990a).

La géométrie lenticulaire, l'épaisseur des bancs, la stratification horizontale, les litages entrecroisés dans les faciès gréseux et microconglomératiques témoignent d'un haut régime hydrodynamique. Ils sont déposés par des courants d'eau qui se produisent après les évènements gravitaires.

En résumé, l'association de faciès de foreset est dominée par des processus gravitaires. Plus précisément, ce sont des phénomènes d'avalanches subaquatiques d'origine gravitaire qui entretiennent et qui sont entretenus par la pente du front du delta. Le front du delta est

caractérisé par des bancs de foresets qui présentent un pendage sédimentaire important, dont la valeur est proche de la valeur de stabilité des conglomérats.

3.3. Association de faciès de bottomset (fig. 18, fig. 20 et Fig.21)

• Description :

Cette association de faciès est volumétriquement peu représentée et très localisée sur l’affleurement. Cette association est constituée uniquement par les marnes sableuses (faciès F). L’épaisseur de l’association bottomset est variable du 2m à 6m. Elle repose tantôt sur les marnes bleues et tantôt sur les diatomites d’âge mesinienne par une surface de ravinement.

• Interprétation en terme de processus et d’environnement de dépôt :

Les marnes sableuses résultent d’un phénomène de décantation dans un milieu très calme.

Cette association correspond à l’association de faciès de bottomset du Gilbert-deltas.

En conclusion :

L’étude sédimentologique du Gilbert-delta à permis de définir trois association de faciès qui sont l’association de faciès topset qui est composée par trois sous-associations de faciès T1, T2 et T3, l’association de faciès foreset qui est formée par deux sous-association de faciès F1 et F2 et en fin l’association de faciès de bottomset. Ces associations et sous-association correspondent aux unités des Gilbert-delta (fig. 21 et tableau 2).

| Association de faciès | Sous-association de faciès | Unités |
|-----------------------|---------------------------------|-----------|
| <i>Topset</i> | Sous-association de faciès «T1» | Unité VI |
| | Sous-association de faciès «T2» | Unité VI |
| | Sous-association de faciès «T3» | Unité V |
| <i>Foreset</i> | Sous-association de faciès «F1» | Unité III |
| | Sous-association de faciès «F2» | Unité II |
| <i>Bottomset</i> | Bottomset | Unité I |

Tableau 2 : Tableau récapitulatif montrant les associations et sous-association de Gilbert-delta.

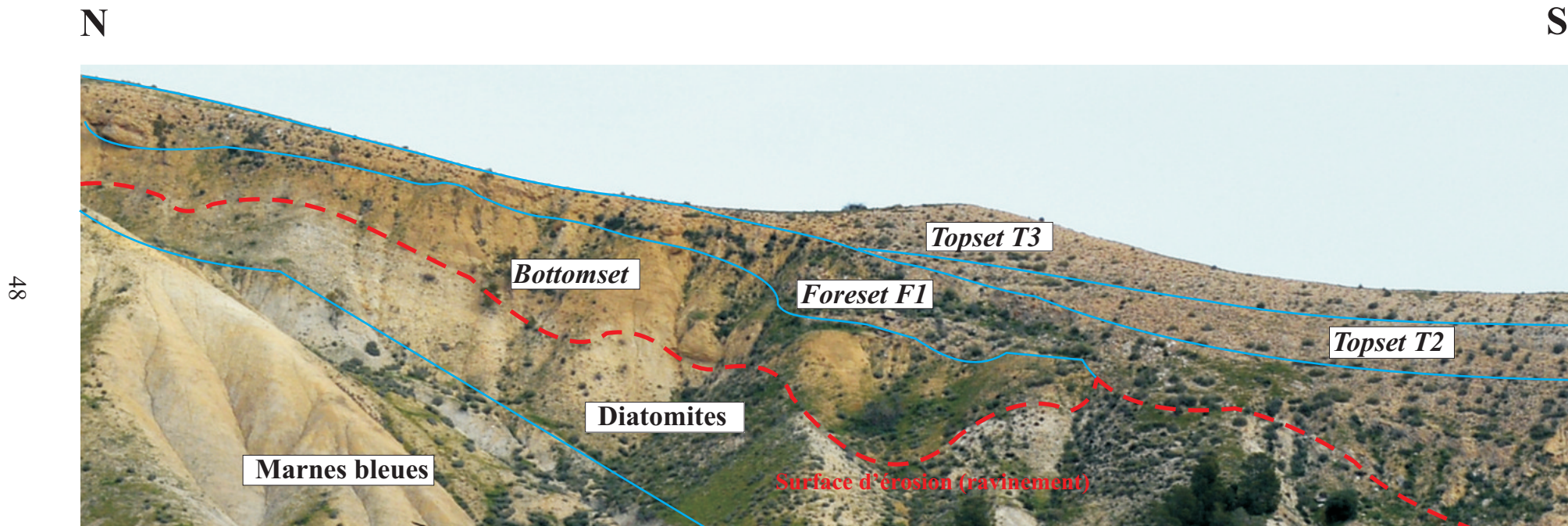


Fig. 20 : Vue panoramique de la coupe naturelle V et les différentes parties du Gilbert-delta.

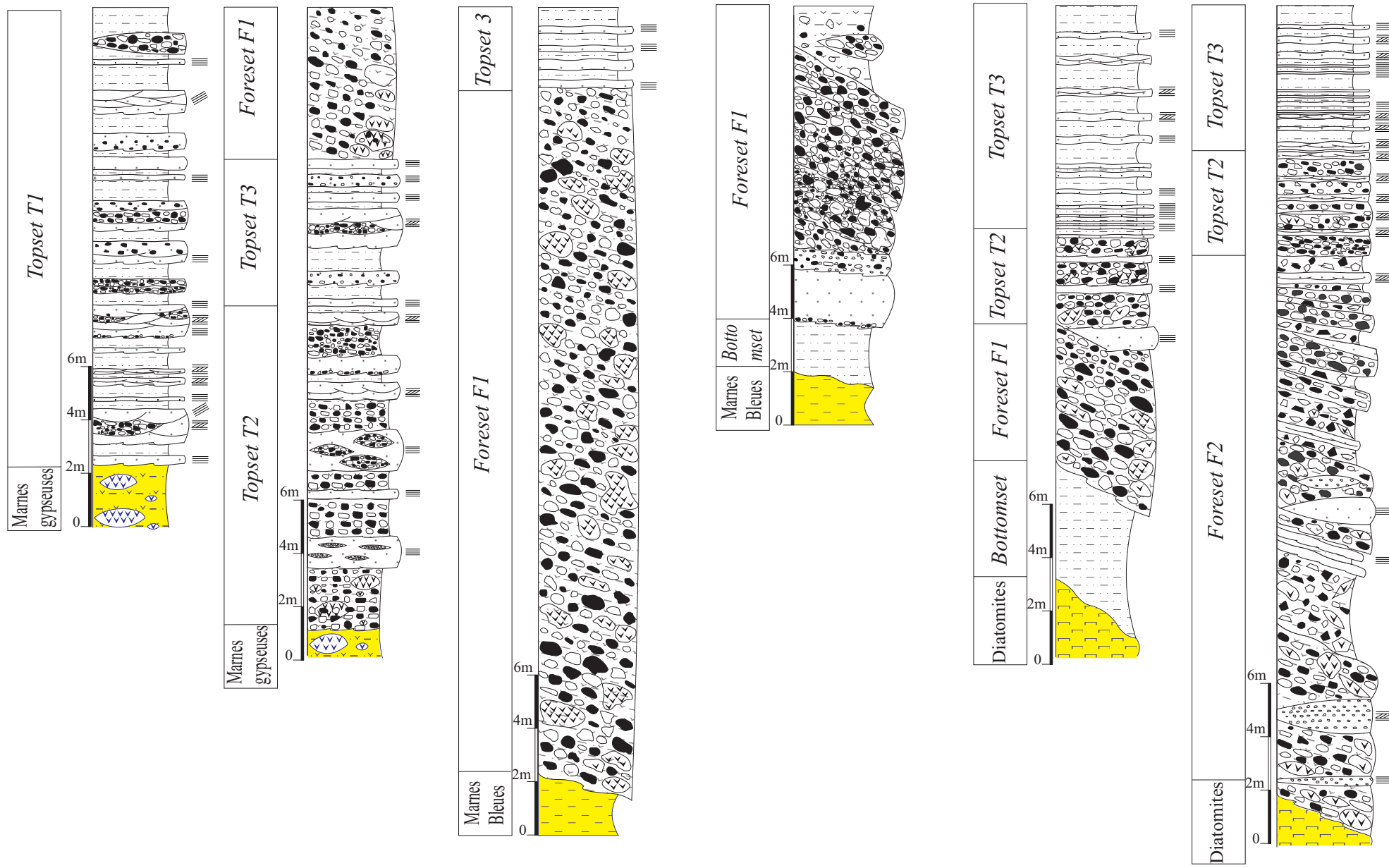


Fig. 21: Association et sous-association de faciès du Gilbert-delta.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Le Gilbert-delta du Djebel Bent Zououda se dépose pendant le messinien après l'événement majeur de l'histoire de la Méditerranée : la Crise de salinité messinienne (« MSC : Messinian Salinity Crisis »). L'un des marqueurs majeurs de la Crise est identifié : la surface d'érosion messinienne « MES ». Elle est d'âge Messinien supérieur et a été mise en place dans des conditions subaériennes (Achalhi, 2016). Dans notre étude cette surface d'érosion messinienne a été remodelée par la surface d'érosion ou ravinement qui est marquée toujours sur la base de la formation marno-grés-conglomératique.

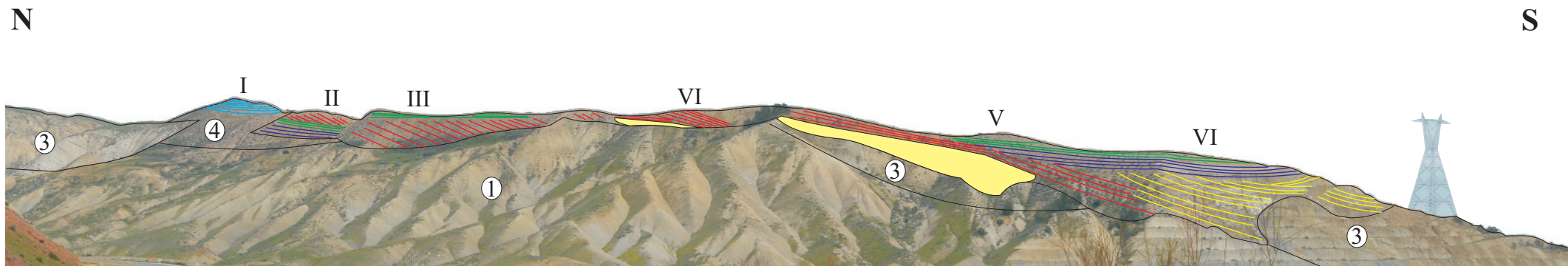
L'étude lithologique du Gilbert-delta a permis de distinguer six unités. Du haut en bas on a :

- Unité I : Marnes sableuses ;
- Unité II : Alternance de barres conglomératiques à matrice des marnes sableuses et gypseuses et de niveaux conglomératiques à matrice des marnes grisâtres ;
- Unité III : Conglomérats à matrice de marnes sableuses et gypseuses à pendage élevé ;
- Unité IV : Alternance de conglomérats à matrice de marnes sableuses et gypseuses à faible pendage voir horizontal et grès ;
- Unité V : Alternance de grès et marnes sableuses ;
- Unité VI : Alternance de conglomérats à matrice gréseuses, grès et marnes sableuses.

La sédimentologie de faciès basée sur des logs détaillés a permis de définir onze (11) faciès lithologiques : conglomératiques (5), grès (5) et marnes sableuses (1) caractéristiques de processus de dépôt variés. Ces faciès définissent trois associations de faciès : topset, foreset et bottomset, décrivant un profil complet de Gilbert-delta (fig. 21 et fig. 22).

L'association de faciès de **topset** est subdivisée en trois sous-associations de faciès (T1, T2 et T3) qui sont caractérisées par un pendage faible voir nul. Ces sous-associations sont interprétées comme un environnement de type fluvatile voir de type de transition entre le domaine fluvatile et le domaine marin.

L'association de faciès de **foreset**, caractérisée par des bancs à pendage sédimentaire moyen de 25°, est dominée par des phénomènes d'avalanches subaquatiques d'origine gravitaire, qui entretiennent et qui sont entretenus par la pente du front du delta. Cette association est composée de deux sous-associations de faciès (F1 et F2).



Légende:

1- Marnes jaunâtres.

2- Marnes bleus

3- Formation diatomitique.

4- Marnes gypseuses.

- Formation Marno-gréso-conglomératiques.

Association de faciès Topset.

 Sous-association de faciès T1.

 Sous-association de faciès T2

 Sous-association de faciès T3

Association de faciès Foreset

 Sous-association de faciès F1

 Sous-association de faciès F2

 Association de faciès Bottomset

Fig. 23 : Panorama de la coupe naturelle et les association ou sous-association du Gilbert-delta de Djebel Bent Zououda.

L'association de faciès de **bottomset** est volumétriquement peu représentée et très localisée sur l'affleurement du Gilbert-delta. Cette association est caractérisée par des phénomènes de décantation. Elle caractérise le pied du delta, mis en évidence par un passage depuis des bancs de foresets à pendage fort vers des bancs de bottomsets à pendage réduit, voire subhorizontaux.

Ce Gilbert-delta correspond au remplissage des canyons ou vallées incisives qui sont créés par la surface d'érosion messinienne. Le développement des Gilbert deltas dans les canyons messiniens suggèrent que le réennoisement a été très rapide et de haute amplitude (Achalhi, 2016).

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

- ACHALHI M. (2016)** - Chronostratigraphie et sédimentologie des bassins néogènes de Boudinar et d'Arbaa Taourirt (Rif oriental, Maroc). *Thèse Doc., Univ. Mohammed Premier, Oujda (Maroc)*, 286 pp.
- Allen J. R. L. 1984.** *Sedimentary structures : their character and physical basis.* Developments in sedimentology, Amsterdam, 663 pp.
- Atif K. F. T., Bessedik M., Belkebir L., Mansour B. & Saint Martin J.-P. 2008.** — Le passage Mio-Pliocène dans le bassin du Bas Chélif (Algérie). Biostratigraphie et paléoenvironnements. *Geodiversitas* 30 (1) : 97-116.
- BELKEBIR L. (1986)** – Le Néogène de la bordure Nord-occidentale du massif du Dahra (Algérie) : Biostratigraphie, Paléoécologie et Paléogéographie. *Thèse Doc., Univ. Provence*, 289p.
- BELKEBIR L., LABDI A., MANSOUR B., BESSEDIK M. & SAINT MARTIN J.P. (2008)** - Biostratigraphie et lithologie des séries serravallo-tortonniennes du massif du Dahra et du bassin du Chélif (Algérie). Implications sur la position de la limite serravallo-tortonienne. *Geodiversitas*, 30 (1) : 9-20.
- BENSADOK M. (1995)** – Biostratigraphie de la série Néogène de l'anticlinal de l'Abreuvoir (Dahra Sud-occidentale). *Mém d'Ing d'état*, Oran (Es Senia). 125p, 37 fig.
- BESSEDIK M., BELKEBIR L. & MANSOUR B. 2002.** — Révision de l'âge miocène inférieur (au sens des anciens auteurs) des dépôts du bassin du Bas Chélif (Oran, Algérie) : conséquences biostratigraphique et géodynamique. *Mémoires des Services géologiques d'Algérie* 11: 167-186.
- BOUTERFA B. (1999)** - Enregistrement sédimentologique et séquentiel des événements détritiques Calloviens, Oxfordiens et Kimméridgiens dans les Monts de Rhar Roubane (Algérie occidentale). *Mém. Magister, Univ. Oran*, 188 p., 74 fig., 4 pl. phot h.t.
- CHAMLEY H. (2000)** – Bases de sédimentologie. *Col. Sci. Terre, Dunod (2^{ème} Edit)*, Paris, 178p.
- CHOUGH, S.K. and HWANG, I.G. 1997.** The Duksung fan delta, SE Korea: growth of delta lobes on a Gilbert-type topset in response to relative sea-level rise. *Journal of Sedimentary Research*, 67: 725-739.
- CLAUZON, G., RUBINO, J.L. and SAVOYE, B. 1995.** Marine Pliocene Gilbert-type fan deltas along the French Mediterranean coast. A typical infill of preexisting subaerial Messinian canyons. In: *IAS -16th Regional Meeting of Sedimentology - 5ème Congrès Français de Sédimentologie - ASF. Field Trip Guide Book, 1995.*, 23, pp. 145-222.
- COJAN I., & RENARD M. (1999)** – Sédimentologie. *Col. Sci. Terre, 2^{ème} Vol. Dunod. (Edit.)*, Paris, p.p 239-254.
- COLELLA, A. 1988a.** Fault-controlled marine Gilbert-type fan deltas. *Geology*, 16: 1031-1034.
- COLELLA, A. 1988b.** Pliocene-Holocene fan deltas and braid deltas in the Crati Basin, southern Italy: a consequence of varying tectonic conditions. In: *Fan deltas: Sedimentology and Tectonic Settings* (Eds W. Nemeč and R.J. Steel), pp. 50-74. Blackie and Son, Glasgow and London.

- COLELLA, A., DE BOER, P.L. and NIO, S.D.** 1987. Sedimentology of a marine intermontane Pleistocene Gilbert-type fan delta complex in the Crati Basin, Calabria, southern Italy. *Sedimentology*, **34**: 721-736.
- COLLINSON, J.D., MOUNTNEY, N.P. and THOMPSON, D.B.** 2006. *Sedimentary Structures - Third Edition*. Terra Publishing, England, 292 pp.
- DELTEIL J. (1974)** - Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Tell oriental (Monts de la Mina, Ben Chougrane, Dahra). *Doc. D'Etat, Sci. Univ. Nice*, 249p.
- FENET B. (1975)** - Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du Bouclier Africain. *Doc. D'Etat, Sci. Univ. Nice*, 301p.
- FISHER, W.L., BROWN, L.F., SCOTT, A.J. and MCGOWEN, J.H., 1969.** Delta Systems in the exploration for Oil and Gas. *Bur. Econ. Geol., Univ, Texas*, 78 pp.
- GILBERT, G.K.** 1885. The topographic features of lake shores. *Annual Report of the United States Geological Survey*, **5**: 69-123.
- GILBERT, G.K.** 1890. Lake Bonneville. *Monographs of the United States Geological Survey.*, **1**: 1-438.
- HARMS, J.C., SOUTHARD, J.B., SPEARING, D.R. and WALKER, R.G.** 1975. *Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. SEPM Short Course No. 2.*, Dallas, Texas, 161 pp.
- HWANG, I.G. and CHOUGH, S.K.** 1990. The Miocene Chunbuk Formation, southeastern Korea: marine Gilbert-type fan-delta system. In: *Coarse-Grained Deltas - Special Publication of the International Association of Sedimentologists Number 10* (Eds A. Colella and D.B. Prior), **10**, pp. 235-254. IAS Blackwell.
- IACCARINO S. 1985.** — Méditerranée Miocène et Pliocène planktonique foraminifère, in Bolli H. M., Sanders J. B. & Perch-Nielsen K (eds), *Plankton Biostratigraphy*. Cambridge, Cambridge university press: 183-314.
- KLEINHANS, M.G.** 2004. Sorting in grain flows at the lee side of dunes. *Earth-Science Reviews*, **65**: 75-102.
- MANSOUR B. (2004)** - Diatomées messiniennes du bassin du Bas Chélif (Algérie nord-occidentale). *Thèse de Doc. Etat. Univ. d'Oran*, Algérie : 285 p
- MANSOUR B., BESSEDIK M., SAINT MARTIN J.P. & BELKEBIR L. (2008)** - Signification paléocéologique des assemblages de diatomées du Messinien du Dahra sud-occidental (bassin du Chélif, Algérie nord-occidentale). *Geodiversitas*, **30** (1) : 117-139.
- MATTAUER M. 1958.** — Étude géologique de l'Ouarsenis occidentale, *Services de la Carte géologique d'Algérie nouvelle série* 17: 1-534.
- MIALL, A.D., 1977.** A review of the braided river depositional environment. *Earth Sci. Rev.*, **13**, 1-62.
- MIALL, A.D.** 1978. Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. In: *Fluvial sedimentology. Can Soc Petrol Geol Mem 5* (Ed A.D. Miall), **5**, pp. 597-604. Canadian Society of Petroleum
- MIALL, A.D.** 1996. *The Geology of Fluvial Deposits*. Springer-Verlag, Berlin, 582 pp.
- NEMEC, W.** 1990a. Aspects of sediment movement on steep delta slopes. In: *Coarse-Grained Deltas - International Association of Sedimentologists - Special Publication Number 10* (Eds A. Colella and D.B. Prior), **10**, pp. 29-73. IAS Blackwell.

- NEURDIN-TRESCARTE J. (1992)** – Le remplissage du bassin Néogène du Chélif. Modèles de références de bassin intra-montagneux. *Thèse Doc. D'Etat, Sci.* Académie de Bordeaux, 2 Vol., 579 p.
- NICOLAS BACKERT, 2009** - Interaction tectonique-sédimentation dans le rift de Corinthe, Grèce. Architecture stratigraphique et sédimentologie du Gilbert-delta de Kerinitis. *Thèse Doc. D'Etat* Institut National Polytechnique de Lorraine en Géosciences, 349p
- PERRODON A. (1957)** – Etude géologique des bassins néogènes sub-littoraux de l'Algérie occidentale. *Publ. Serv. Bull. n°12. Carte Geol. De l'Algérie, nouvel. Sér.*, Alger, 382p.
- POLVECHE J. 1960.** — Contribution à l'étude géologique de l'Ouarsenis oranais. *Publication des Services de la Carte géologique de l'Algérie, nouvelle série* 24: 1-576.
- POSTMA, G. 1983.** Water-escape structures in the context of a depositional model of a mass-flow dominated conglomeratic fan-delta, Abrioja Formation, Pliocene, Almeria Basin, SE Spain. *Sedimentology*, **30**: 91-103.
- POSTMA, G. 1984.** Mass-flow conglomerates in a submarine canyon: Abrioja fan-delta, Pliocene, Southeast Spain. In: *Sedimentology of Gravels and Conglomerates. Canadian Society of Petroleum Geologists - Memoir 10.* (Eds E.H. Koster and R.J. Steel), **10**, pp. 237-258, Calgary, Alberta, Canada.
- POSTMA, G. and ROEP, T.B. 1985.** Resedimented conglomerates in the bottomsets of Gilbert-type gravel deltas. *Journal of Sedimentary Petrology*, **55**: 874-885.
- REINECK, H.E. and SINGH, I.B. 1980.** *Depositional Sedimentary Environments.* Springer-Verlag, Berlin, 549 pp.
- ROUCHY J. M., CARUSO A., PIERRE C., BLANC-VALLERON M.-M. & BASSETTI M. A. 2007.** — The end of the Messinian salinity crisis: evidences from the Chelif Basin (Algeria). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 254: 386-417.
- RUST, B.R., 1978.** A classification of alluvial channel systems. In: *Fluvial Sedimentology* (Ed. A.D. Miall), *Mem. Can. Soc. Petrol. Geol.*, 5, 187-198. Geologists.
- S. N. REPAL (1952)** – Le bassin néogène du Chélif. *Publ. 19^{ème} Cong. Géol. Intern.*, Alger, *Monog. Région.*, 1[°] sér., n° 16, 56p.
- SOHN, Y.K., KIM, S.B., HWANG, I.G., BAHK, J.J., CHOE, M.Y. and CHOUGH, S.K. 1997.** Characteristics and depositional processes of large-scale gravelly Gilbert-type foresets in the Miocene Doumsan fan delta, Pohang Basin, SE Korea. *Journal of Sedimentary Research*, **67**: 130-141.
- THOMAS G. (1985)** – Géodynamique d'un bassin intra-montagneux. Le bassin du bas Chélif occidental durant le Mio-Plio-Quaternaire. *Thèse Doc. D'Etat, Sci. Univ. Pau*, 594p.

Tables des illustrations

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Fig.1 : Morphologie d'un Gilbert-delta d'après Gilbert (1885) | 8 |
| Fig. 2 : Situation géographique du bassin du Bas Chélif (d'après Perrodon, 1957) | 9 |
| Fig: 3 : A:Situation du secteur d'étude. B: Limites des secteurs d'études ; 1- Coupe I, 2- Coupe II, 3- Coupe III, 4- Coupe IV, 5- Coupe V et 6- Coupe VI | 10 |
| Fig. 4 : Coupe synthétique de l'anticlinal de l'Abreuvoir (D'après Bensadok, 1995, Belkebir et al., 2008 et Atif et al., 2008); C, cinérite; h, horison marno-calcaire; H, niveau à huîtres; S.D., surface durcie; S.R. surface de ravinement | 12 |
| Fig 5: Vue panoramique de la coupe II (coupe naturelle) montre la position stratigraphique du Gilbert-delta de Djebel Bent Zououda entre la formation des marnes gypseuses et la formation des marnes jaunes | 18 |
| Fig.6: Vue panoramique du secteur d'étude avec les différentes unités de la formation marno-gréso-conglomératiques et localisation des coupes..... | 19 |
| Fig. 7: Les colonnes lithologiques des six coupes levées dans la formation marn-gréso-conglomératique du Djebel Bent Zououda..... | 20 |
| Fig. 8: A: Photo panoramique présente le contact entre l'unité II, les marnes bleues et les diatomites. 1- Les marnes bleues, 2- Les diatomites, 3- Les conglomérats à matrice des marnes sableuses et gypseuses et 4- Les conglomérats à matrice des marnes grisâtres. 3 et 4 : Unité II. B, E et F:Les conglomérats à matrice des marnes sableuses et gypseuses. C et D : Les conglomérats à matrice des marnes grisâtres | 21 |
| Fig. 9 : A- Lentille de microconglomérat à litages horizontaux. B- Lentille de microconglomérat à litages entrecroisés. B- Lentille de grès à litages horizontaux. D- Lentille de grès à litages entrecroisés | 22 |
| Fig. 10 : Photos des principaux caractéristiques de l'unité III..... | 24 |
| Fig. 11 : A, B et C- Conglomérats à matrice de marnes sableuses et gypseuses. D- Conglomérats à matrice microconglomératique. E- Conglomérats à matrice gréseuse. F- banc de conglomérat débute à leur base par une lame de gypse et surface de ravinement | 26 |
| Fig. 12 : A- Grès à lentilles de microconglomérats. B- Grès à lentilles de conglomérats. C- Grès à litages horizontaux. D- grès à litages entrecroisés. E- Grès à litages obliques. F- Granoclassement normal (conglomérats C – microconglomérats MC – grès grossiers G) | 27 |
| Fig. 13 : A- Grès à clastes subarrondis et litages horizontaux. B- Grès à lentille de conglomérat. C- Grès à litages horizontaux. D, E et F- Grès à litages entrecroisées. G- Grès à litages obliques..... | 28 |
| Fig. 14: A et B- Conglomérats à matrice gréseuse. C et D- Grès à litages horizontaux. E- Grès à clastes. F et G- Grès à litages entrecroisées. H- Grès à litages obliques planes. L et M- Grès à litages obliques arquées | 30 |
| Fig. 15 : Sous-association de faciès T1. A- Vue panoramique de la coupe I. B- Alternance de Conglomérats à matrice gréseuses (G4)/ Marnes sableuses (F) et Grès massifs S1/Marnes sableuses (F). C- Alternance de Grès (S1 et S2)/Marnes sableuses (F) à lentilles rouges des | |

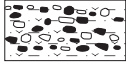
| | |
|--|----|
| argiles. D- Alternance Grès (S2)/ Conglomérats à matrice gréseuses (G4)/Marnes sableuses (F). E- Alternance de Grès à litages obliques (S3)/Marnes sableuses (F) | 36 |
| Fig. 16 : Sous-association de faciès T2. A- Alternance des bancs conglomératiques à matrice de marnes sableuses et gypseuses (G3) avec des bancs gréseux (S1 et S4) dans la partie Nord du Djebel Bent Zououda. B- Alternance des bancs conglomératiques à matrice gréseuse à microconglomératique (G3) avec des bancs gréseux (S1 et S4) dans la partie Sud du Djebel Bent Zououda | 39 |
| Fig.17 : Sous-association de faciès T3 A et B - Alternance des bancs gréseux (S2 et S4) avec des marnes sableuses (F) | 41 |
| Fig. 18 : A- Photo panoramique de la sous-association de faciès F1 et l'association de faciès Bottomset. B- banc de grès à litages horizontaux. C- Microconglomérats à litages horizontaux et clastes. D- Conglomérats à clastes de petites tailles. E- Conglmérats à clastes de grandes tailles | 43 |
| Fig.19 : Sous-association de faciès F2. Alternance des conglomérats à matrice des marnes sableuses et gypseuses à pendage élevé (faciès G1) avec les conglomérats à matrice des marnes grisâtres (faciès G2) | 45 |
| Fig. 20 : Vue panoramique de la coupe naturelle V et les différentes parties du Gilbert-delta . | 48 |
| Fig. 21 : Association et sous-association de faciès du Gilbert-delta..... | 49 |
| Fig. 22 : Panorama de la coupe naturelle et les associations ou sous-associations du Gilbert-delta de Djebel Bent Zououda | 52 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Tableau récapitulatif montrant la description et l'interprétation des faciès types rencontrée dans le Gilbert-delta | 34 |
| Tableau 2 : Tableau récapitulatif montrant les associations et sous-association de Gilbert-delta | 47 |
| Tableau 3 : Echelle granulométrique utilisée pour la description des roches clastiques (Simplifié d'après « Udden-Wentworth sedimentary grain-size scale»). | |

Liste des symboles utilisés.

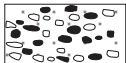
Lithologie.



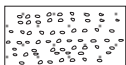
Conglomérat à matrice de marnes sableuses et gypseuses.



Conglomérat à matrice de marnes grisâtres.



Conglomérat à matrice gréseuses.



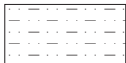
Microconglomérat.



Grés.



Marnes gypseuses (marnes à lentilles de gypses).



Marnes sableuses.



Marnes bleues.

Stratifications

≡ Litage horizontales.

≡ Litage obliques.

≡ Litage entrecroisées.

Figures sédimentaires

— Figures d'affouillements (surface de ravinement).

— Chenalisations.

| mm | Grain | Sediment | mm | Grain | Sédiment |
|-------|---------|--|-------|--------------------|---|
| 256 | Boulder | | 256 | Bloc | |
| 128 | Cobble | | 128 | Grave, galet | |
| 64 | Pebble | gravel rudite rudaceous sedts conglomerates breccias | 64 | Caillou | grave rudite sédit graveleux conglomérat brèche |
| 32 | | | 32 | | |
| 16 | | | 16 | | |
| 8 | | | 8 | | |
| 4 | Granule | | 4 | Granule, gravillon | microconglom. |
| 2 | Sand | sand sandstone arenaceous sedts arenites | 2 | Arénite Sable | sable grès sédit sableux arénites |
| 1 | | | 1 | | |
| 0,5 | | | 0,5 | | |
| 0,25 | | | 0,25 | | |
| 0,125 | | | 0,125 | | |
| 0,062 | Silt | silt siltstone | 0,062 | Silt | silt limon |
| 0,031 | | | 0,031 | | |
| 0,016 | | | 0,016 | | |
| 0,008 | | | 0,008 | | |
| 0,004 | Clay | clay claystone | 0,004 | Argile | argile |

Tableau 3 : Echelle granulométrique utilisée pour la description des roches clastiques (Simplifié d'après « Udden-Wentworth sedimentary grain-size scale »).