

# **ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DU TRIAS ET JURASSIQUE DU HAUT ATLAS DE MARRAKECH, MAROC : CONTRIBUTION A LA LOCALISATION DES NIVEAUX FAVORABLES A L'EXPLOITATION ARTISANALE POUR LA POTERIE**

*Fatiha Hadach, PhD*

*Ahmed Algouti, PES*

*Abdellah Algouti, PES*

University Cadi Ayyad, Faculty of Sciences Semlalia , Laboratory  
Sedimentary Basins Geology of Moroccan "GEOBASSMA" Geology  
Department, Marrakech, Morocco

---

## **Abstract**

The work presented here is a contribution to the localization and characterization of favorable levels to artisanal mining for pottery by geochemical analysis of the clay samples. The macroscopic and microscopic description of the different facies identified in the study area allows the interpretation of sedimentological and structural characteristics of each facies. At the outcropping, these facies are generally marked by abundant figures desiccation and the presence of traces of biological activity, reflecting a low layer of water depositional environment under a moderate to low hydrodynamic regime. The samples analysed show a relatively similar to clay geochemistry of the region of Ourika Douar Tafza. As such, we are convinced that the results presented in this work will be useful and will provide a good orientation for the future potential developmental projects.

---

**Keywords:** Sedimentology, Geochemical analysis, Triassic, Jurassic, High Atlas of Marrakech

---

## **Résumé**

Le présent travail est une contribution par l'analyse géochimique des échantillons argileux à la localisation et la caractérisation des niveaux favorables à l'exploitation artisanale pour la poterie. L'étude sédimentologique dans la région du Haut Atlas de Marrakech a permis

l'interprétation des caractéristiques sédimentologiques de chaque faciès. Les niveaux échantillonnés correspondent principalement à des faciès argileux à argilo-silteux du Trias (Formation F6) et Jurassique dans la région d'Arbiaa Tighadwin et Ourika. A l'affleurement ces faciès sont généralement marqués par d'abondantes figures d'émersion et la présence des traces d'activité biologique, reflétant un milieu de dépôt à faible tranche d'eau sous un régime hydrodynamique modéré à faible. Ces échantillons analysés révèlent une géochimie relativement semblable à l'argile de la région d'Ourika à douar TAFZA, ce dernier est exploité pour la fabrication de poterie. Vue l'ampleur de l'affleurement de la formation F6 du Trias dans la région d'Ait Ourir et vu sa proximité de la ville et l'accès facile (route goudronnée), nous recommandons de s'orienter vers cette région pour d'éventuels projets d'exploitation.

---

**Mots clés:** Sédimentologie, Analyse géochimique, Trias, Jurassique, Haut Atlas de Marrakech,

### **Coupe de Tnine Ourika**

#### 1. Localisation

La coupe a été levée le long de grand talweg situé à 7 km au sud-ouest d'Ait –Ourir sur la route de Tnine Ourika.

#### 2. Description de la coupe

Après une formation rouge argileuse du Trias (formation F6) (**Planche 1/ Photos 1 et 2**), la coupe se compose de deux ensembles lithologiquement distincts :

##### **a. L'ensemble silto-carbonato-évaporitique (Lias) . (Fig.1)**

##### **Unité silto-argileuse à évaporites (U1) : 65 m**

Elle s'individualise à l'affleurement par la dépression qu'elle forme entre les basaltes fini- triasiques à la base et les dépôts carbonatés au sommet (**Planche 1/ Photo 3**). Sa composition est faite de silt argileux à gypse secondaire diffus. On note toutefois, à 15 m de la base, la présence d'un horizon de basalte à 5 mètres d'épaisseur.

##### **Unité carbonato-évaporitiques (U2) : 65 m**

Elle est constituée par des calcaires dolomitiques en bancs généralement métriques et lenticulaires, avec des couches de gypse saccharoïde et des niveaux de silts argileux évaporitiques. Dans la partie inférieure, sur 15 mètres, les bancs carbonatés sont laminés et présentent fréquemment un litage horizontal, des petites rides asymétriques et des brèches de dissolution (**Planche 1/ Photo 4**). Au-delà, leur épaisseur devient moins importante (0,5m) avec apparition de litages entrecroisés et obliques. Ces petits niveaux de dolomie gréseuse renferment quelques moules internes de Brachiopodes de petites tailles.

Au sommet on note des lentilles métriques de conglomérat polygénique et hétérométrique à ciment calcaire. Elle est surmontée par un dépôt silto-évaporitiques dans lequel s’intercalent un niveau peu épais (< 0,5 m) de calcaire. La fin de l’unité est marquée par un changement de faciès avec la disparition des évaporites et installation de niveaux gréseux.

L’unité se compose de faciès F1 et F4.

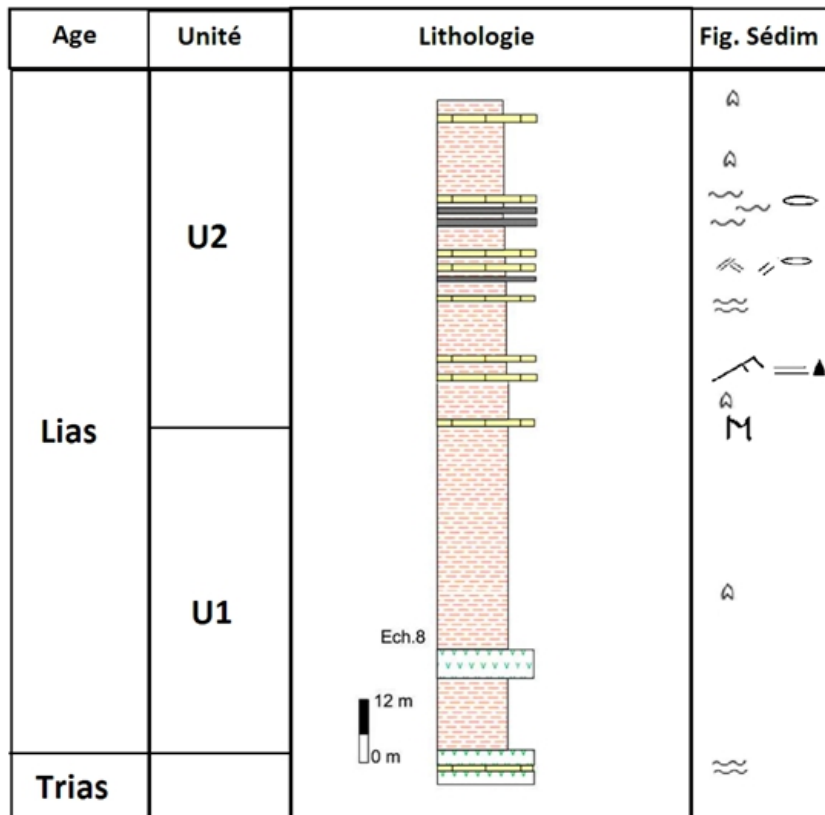


Fig. 1 : coupe au niveau du Lias dans la cuvette d’Ouanina

**b. L’ensemble gréso-silteux et microconglomératique (Dogger). (Fig.2)**

Nous distinguons deux unités dans cet ensemble.

**Unité argilo-silto-gréseuse (U3) : 66 m**

Elle se compose des deux sous unités suivantes :

- Sous unité inférieure : elle débute par une épaisse zone de silt argileux sans évaporite. Puis s’observent des niveaux silto-argileux peu développés et des bancs lenticulaires (**Planche 2/ Photo 1**), stratocroissants de grès fin à litage horizontal et oblique, de pendage plus ou moins fort (15-20°). La limite de cette sous unité est marquée par un changement de couleur (du rouge au rose) au-dessus d’un chenal de 5 m d’épaisseur de grès fin

jaunâtre, renfermant des galets mous silto-gréseux à sa base, et des litages entrecroisés vers le sommet.

- Sous unité supérieure : elle consiste en une succession de faciès identique à celle de la sous unité inférieure : même lithologie, même stratocroissance et même types de litages avec à la base des bancs des galets mous semblables. Toutefois, au niveau de cette dernière sous unité, on note la présence fréquente de reste de bois.

L'unité se compose de faciès F8, F9 et F11.

**Unité grésio-microconglomératique et silteuse U4 : 80**

Elle se compose de deux sous unités suivantes :

- Sous unité inférieure : elle débute par l'apparition du premier banc gréseux à microconglomérat. Elle se poursuit par une alternance de bancs métriques de grès à litage en auge et des niveaux silto-argileux encore plus épais. Les niveaux gréseux présentent différents aspects de kerkoubs.
- Sous unité supérieure : après de mauvaises conditions d'affleurement sur environ 20 m dues à des éboulis, on trouve, au sommet, la même succession de faciès de la sous unité inférieure. Toutefois, les interbancs silto-argileux relativement épais montrent un développement de quelques niveaux centimétriques d'encroutements calcaires.

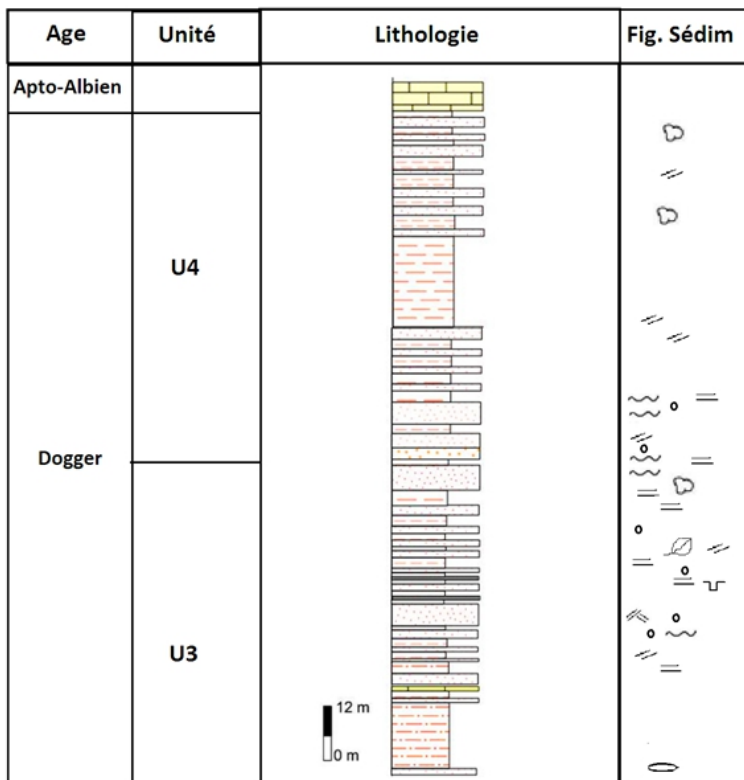


Fig. 2 : coupe au niveau de Dogger dans la cuvette d'Ouanina

### 3. Conclusion

**La mégaséquence silto-carbonato-évaporitique du Lias** débute par le faciès de confinement d'argile à évaporite témoignant d'un régime de lagunes côtières supratidales à la base du Lias. Puis viennent les dépôts de l'unité U2 carbonato-évaporitiques organisés en séquences reflétant la succession d'un environnement de plaine d'estran et d'un milieu lagunaire.

**La mégaséquence détritique du Dogger** se compose des unités lithologiques U3 et U4 qui s'organisent en 2 mésoséquences :

**Mésoséquence inférieure** : (88 m) : la distribution des faciès (F8, F9 et F11) fait apparaître la prédominance des dépôts grossiers. Cette organisation sédimentologique des dépôts atteste d'un environnement correspondant à une plaine d'inondation où les dépôts grossiers dans les chenaux qui la parcourent sont dominants.

**Mésoséquence supérieure** : Elle consiste en une alternance monotone de niveaux gréseux (faciès F8) à microconglomérat et de niveaux silteux (F12). Ces faciès s'associent en séquences traduisant des dépôts de plaine marginolittorale, avec des restes de végétaux qui attestent des terres émergées peu éloignées.

### Coupe d'Arbia n'Tighdwine

#### 1. Localisation

La coupe a été levée sur le flanc Nord-Est de la cuvette d'Adenndim sur la route qui mène à Arbia n'Tighdwine.

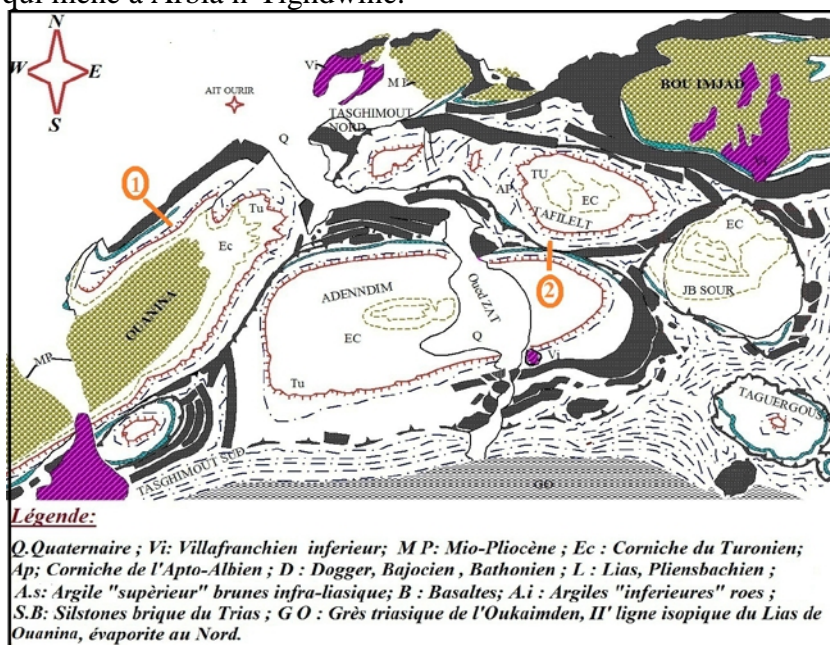


Fig.3 : Carte géologique simplifiée de la zone des cuvettes d'Ait Ourir (FERRANDINI et al., 1982).

## **coupe de Tnine Ourika ; 2 : Coupe Arbiaa n'Tighdwine.**

### **2. Description de la coupe**

Après une formation rouge argileuse du Trias (formation F6) on a les deux ensembles reconnus dans la coupe précédente qui se distinguent facilement.

#### **a. L'ensemble silto-carbonato-évaporitique (Lias). (Fig.4)**

Il comprend deux unités, comme dans la précédente coupe.

#### **Unité silto-argileuse à évaporites (U1) : 36 m**

Elle présente une remarquable analogie de faciès et d'épaisseur avec son équivalente de la coupe précédente. Toutefois, ici, la masse silto-argileuse à gypse diffus, qui compose l'unité, est interrompue vers sa base par des petites niveaux (10-20 cm) de grès fin à ciment carbonaté. Elle se repère aisément dans la topographie par la forte dépression qu'elle marque au-dessus des basaltes fini-triasiques.

#### **Unités carbonato-évaporitique (U2) : 34 m**

Il s'agit d'une formation calcaro-dolomitique constituée de bancs épais métriques séparés par des interbancs réduits de silts à évaporite et de silt à niveau de grès grossier.

La partie inférieure est constituée, pour l'essentiel, de bancs épais d'ordre métrique de calcaire dolomitique stratocroissant en petits bancs décimétriques, riches en litages horizontal, brèches de dissolution et montrant deux niveaux à structures en teepee (**Planche 2/ Photo 2**). L'épaisseur faible des interbancs silto-évaporitiques (30-50 cm) augmente (jusqu'à 6m) au sommet de cette partie inférieure. Dans la partie supérieure de l'unité, des niveaux gréseux s'intercalent dans les silts argileux rouges où tendent à disparaître les lamelles de gypse secondaire. Les bancs calcaro-dolomitiques deviennent gréseux avec des dragées de quartz à la surface des bancs et des litages obliques à pendage plus fort que dans les bancs sous-jacents précédents.

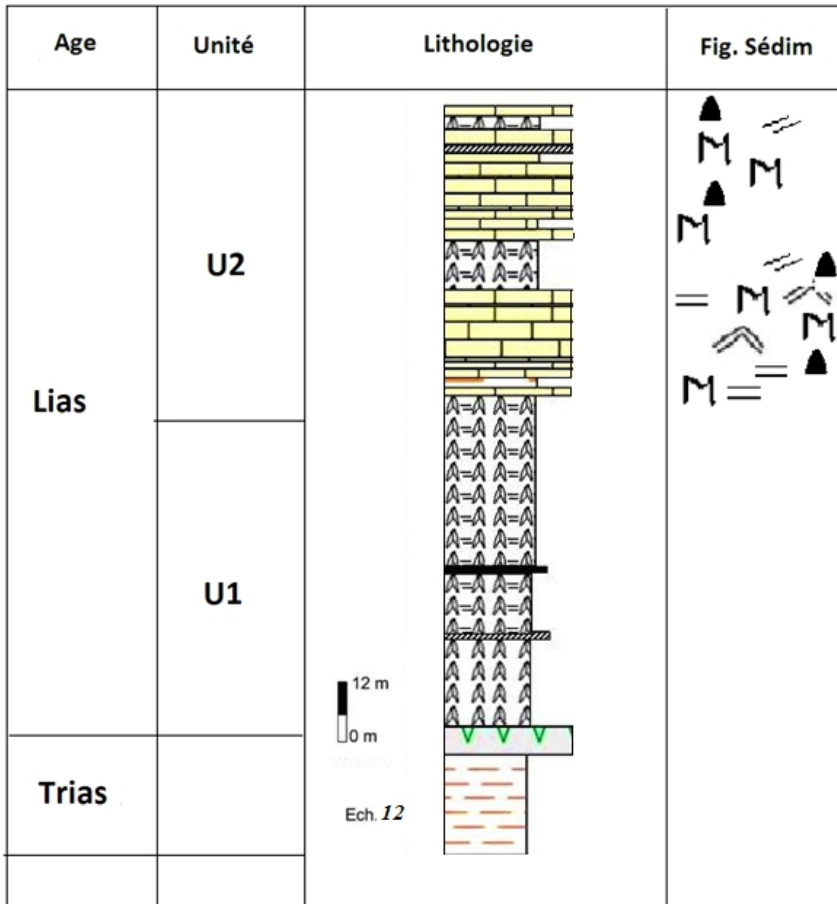


Fig.4 : coupe au niveau de Lias dans la cuvette d’Adenndim

**b. L’ensemble gréseux-silteux et conglomératique (Dogger). (Fig.5)**

Cet ensemble se compose de 3 unités.

**Unité conglomératique (U3) : 50 m**

Elle est formée par une succession de chenaux conglomératiques polygéniques (**Planche 2/ Photo 3**). d’aspect stratocroissant à grandes extension latérale (10m) avec des niveaux à silt et des grès grossiers en intercalation.

Elle débute par une lentille métrique de microconglomérat reposant sur le dernier niveau silteux de l’unité précédente par une base ravinante riche en galets mous de taille variable (0,1 à 1 cm).

En montant dans l’unité, les épisodes silteux tendent à devenir plus épais, avec un aspect remanié à leur base. Les litages obliques, généralement à fort pendage (25 °), y sont très bien développés.

Le sens du courant d'apport est très irrégulier au sein d'un même banc : NS, N100, N162 et N23. La fin de cette unité est marquée par un puissant banc conglomératique chenalisé de 10 mètres d'épaisseur à la base irrégulière et à litage oblique et plan de pendage relativement plus fort.

Les résultats de 11 mesures d'imbrications de galets ont donné une direction moyenne vers le Sud-Ouest.

#### **Unité argilo-silto-gréseuse (U4) : 80 m**

Elle se subdivise en 3 sous-unités :

- Sous unité inférieure : elle consiste en une masse silteuse dans laquelle s'intercalent des corps gréseux fins gris à jaunâtre, sans figures et structures sédimentaires remarquables. Elle se termine par une lentille de grès grossier à litage oblique.
- Sous –unité médiane : Elle est d'une épaisseur relativement réduite ( $\approx 9\text{m}$ ) et consiste en une succession de lentilles de grès fin à litages obliques et entrecroisés, séparés par des interbancs argileux devenant plus gréseux vers le sommet.
- Sous-unité supérieure : Elle consiste en une série silto-argileuse de 36 mètres, à intercalations grés-microconglomératiques à litage oblique et horizontal. Les interbancs silto-argileux renferment de faibles niveaux centimétrique d'encroutements calcaires. La limite supérieure est marquée par un niveau gréseux conglomératique à litage oblique.

#### **Unité grés-microconglomératique et silteuse (U5) : 87 m**

Elle s'agit d'une suite de séquences monotones où alternent des niveaux silto-argileux et des niveaux métriques de grès microconglomératiques. Les interbancs silto-argileux gagnent en épaisseur (jusqu'à 12 m) vers le sommet, tandis qu'augmente le pourcentage des microconglomérats au sein des termes gréseux.

Au niveau des lentilles gréseuses sommitales, la partie microconglomératique est assez réduite et les interbancs silto-argileux montrent des nodules calcaires de petite taille (2 sur 4 cm d'épaisseur).



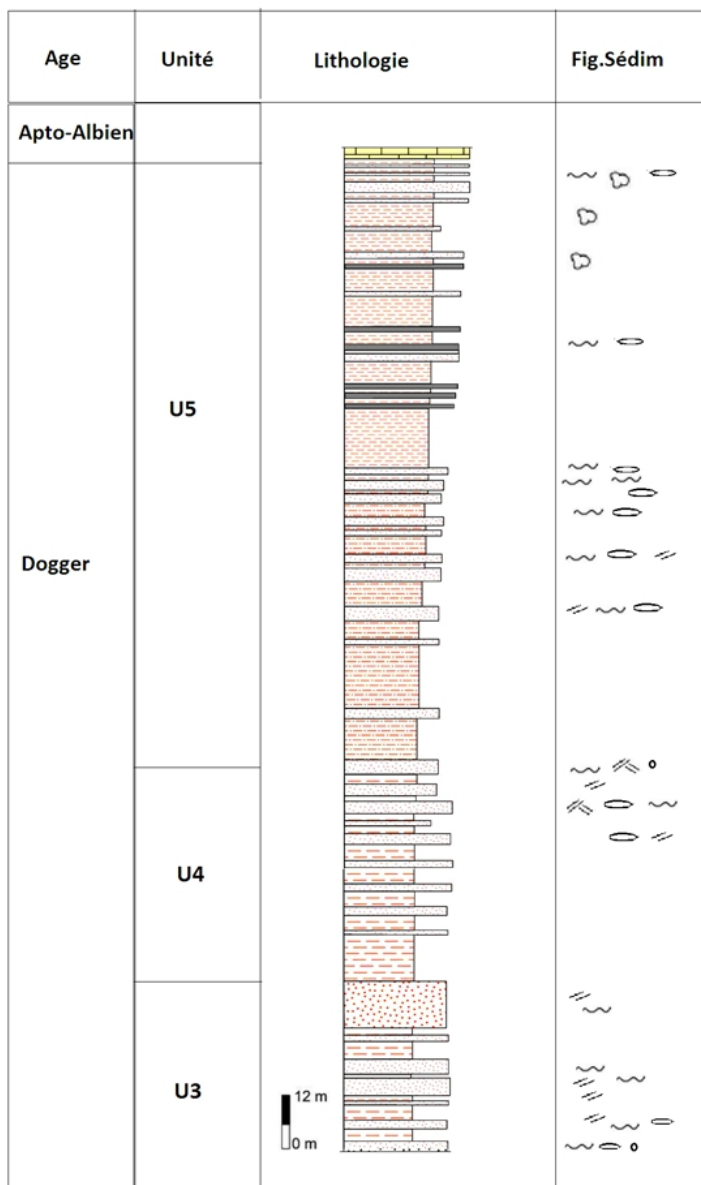


Fig .5 : coupe au niveau de Dogger dans la cuvette d’Ademndim

### 3. Conclusion

*La mésoséquence silto-carbonato-évaporitique du Lias* est constituée à sa base par le faciès F4 de l’unité U1, de composition argilo-évaporitique témoignant d’une mise en place des dépôts dans des conditions de lagune côtière supratidale à forte évaporation (Hadach F et al.2015). Puis succède une zone d’épaisseur de 30 m, faite d’une association des faciès F1 et F4, traduisant un environnement supratidal avec tendance au confinement.

*La mésoséquence détritique du Dogger* est granodécroissante (aux dépôts conglomératiques de la base, succèdent des sédiments fins qui se présentent à l’affleurement sous forme d’alternance de grès de silto-argileux, en rapport avec la destruction et l’usure des reliefs) et s’agence en 3 mésoséquences exprimant une succession de dépôts de type cône alluviale (zone proximale), de dépôts de plaine d’inondation et de type plaine marginolittorale.

## **Description de faciès**

Les principaux termes lithologiques rencontrés sont essentiellement argilo-silteux, conglomératiques, gréseux et calcaro-dolomitiques.

La caractérisation de chaque faciès de ces termes se fera à partir de l’étude de caractéristiques lithologiques, organiques, texturales et structurales découlant de la description, tant macroscopique que microscopique, des sédiments.

### **A. Faciès des roches carbonatées**

#### **1. Faciès F1 : Calcaires dolomitique en lamines parallèles**

##### **a. Observation macroscopique**

Ce faciès se présente sous forme d’une alternance de bancs assez minces ( 5 à 10 cm) de carbonate et de très fins joints argilo-silteux. De couleur blanchâtre à jaune clair, ces petits bancs présentent un litage nettement parallèle, devenant toutefois irrégulier, légèrement ondulé par moments, avec des microrides, symétriques et asymétriques au toit de certains bancs. On note la présence de quelques vacuoles et géodes de calcite soulignant la stratification, notamment les limites onduleuses. Certaines surfaces de bancs montrent aussi des polygones de dessiccation de grande taille associés à des cavités de dissolution de sel de taille variable. Au niveau des joints argilo-silteux, on note la présence de feuilles de petites dimensions (centimétriques) appartenant à des Gymnospermes.

A la base des bancs s’observent parfois des nodules dolomitiques formant des figures onduleuses semblables à des structures entérolitiques. Ces niveaux noduleux ne sont généralement pas bien visibles en raison de la bioturbation. Quand ils sont mieux exprimés, ces nodules présentent parfois une silicification qui débute à leur centre.

##### **b. Observation microscopique**

L’observation microscopique a mis en évidence deux variétés de microfaciès :

- **Sous-microfaciès 1**

C’est un mudstone à litage horizontal correspondant à une alternance de :

-petites lamines de micrite (< 1 mm) horizontales légèrement ondulées plus ou moins continues. Elles sont généralement de couleur

sombre. La présence d'oxyde de fer en bordure des niveaux recristallisés leur confère des teintes jaune clair à rouge ;

- petites lamines claires de dolomicrosparite riches en quartz silteux (30-100  $\mu\text{m}$ ) anguleux à subarrondis et de fragments de spicules micritisés. A ces éléments figurés s'ajoutent de petits pellets (0,2 mm) arrondis ou ovoïdes, nettement alignés suivant les petits niveaux à dolomicrosparite. Les limites entre les différentes lamines sont progressives et rarement tranchées.

- **Sous-microfaciès 2**

Ce sont des biomicrites et des dolomicrites de texture mudstone à wackestone. De nombreux petits pellets (0,1 mm) bien classés forment de pseudolamination plus ou moins riche en oxydes de fer. De fins débris de quartz (0,01-0,05 mm), anguleux et subarrondis sont très fréquents. Ils sont surtout abondants dans le ciment. De grandes vacuoles remplies de cristaux de silice sont présentes.

- c. **Diagenèse**

Les figures liées aux transformations diagénétiques sont nombreuses et variées, et les plus caractéristiques sont :

- **Figures de diagenèse précoce**

- Une dolomitisation précoce de la micrite ;
- Des microfentes de dessiccation subverticales ou "mud-cracks" remplis de microsparite ;
- Des fentes de dessiccation subhorizontales ou "sheet-cracks" remplies par du gypse indiquant un milieu confiné ;
- La présence de grandes vacuoles dont la bordure occupée par de la silice en mosaïque témoigne d'une silicification.

- **Figures de diagenèse tardive**

Elle se manifeste par l'enfouissement, caractérisé par une compaction favorisant la déformation des éléments figurés et justifiant l'aspect onduleux des laminations micritiques et l'apparition des microstylolithes aux contacts des éléments figurés.

- d. **Interprétation**

De tels microfaciès évoquent un dépôt marin peu profond, à faible hydrodynamisme, se manifestant par des dépôts mudstones et wackestones. La présence de laminites non bioturbées suggère que le milieu est moins favorable aux organismes, plus précisément aux fouisseurs. Cette absence de la phase biogène témoigne d'un milieu de salinité anormale. La présence des fentes de dessiccation, sous forme de structures polygonales en surface dues à l'assèchement d'un matériel vaseux encore meuble, souvent suite à une exposition à l'air libre, sous climat aride, atteste d'une émergence plus ou moins longue indiquant un environnement inter à supratidal. La présence à la fois de fentes de dessiccation, de gypse, de cubes de sel, ainsi que l'abondance relative du ciment et aussi l'aspect en bancs nettement stratifiés

et finement lités de ces calcaires constituent des arguments en faveur d'un milieu marin restreint. La présence du quartz détritique indique une influence marginolittorale sur le milieu de dépôt. Les formes arrondies à subarrondies de certains grains quartzeux suggèrent une contamination éolienne des dépôts. L'existence de la flore (Gymnosperme) indique la proximité de la zone margino-littorale continentale.

En résumé, l'ensemble des données de ces microfaciès traduisant des milieux inter à supratidaux à faible énergie et tendant vers un certain confinement.

## **Faciès F2 : Calcaires stromatolithiques à brèche de dissolution**

### **a. Observation macroscopique**

Ce sont de petits niveaux décimétriques (30-60 cm) blanchâtres parfois jaune clair, formés d'une alternance de lamines stromatolithiques onduleuses (**Planche 2 / Photo 4**), avec des polygones de dessiccation à la surface de quelques bancs. Les laminations sont par endroits désorganisées par des structures en "teepee", par de la bioturbation ou par un réseau de diaclases.

Généralement, les dix derniers centimètres des bancs sont caractérisés par une désorganisation encore plus forte que la stratification par dissolution et par remplacement plus ou moins total de l'aspect originel en un faciès essentiellement bréchiq. Ces brèches carbonatées sont constituées presque essentiellement par des fragments légèrement anguleux de calcaire dolomitique. Les vacuoles sont nombreuses et certaines peuvent atteindre plusieurs centimètres. Celles de petite taille forment de véritables birds-eyes ou « fenestras ». Il faut rappeler qu'il s'agit de structures de petite taille disposées parallèlement à la stratification, souvent allongées et à bordure irrégulière. Elles caractérisent le milieu inter à supratidal et se forment soit à partir du piégeage de gaz libérés par actions bactériennes ou par balancement des eaux, soit à partir de la rétraction d'une boue carbonatée au moment de son émergence.

Les éléments bréchiq. de ces calcaires peuvent parfois se concentrer en certains endroits, ce qui permet d'atténuer le degré désorganisation de la roche et de conférer à celle-ci un aspect relativement homogène. Dans certaines brèches carbonatées, outre les éléments dolomitiques, on rencontre aussi des éléments argilo-silteux anguleux et de taille variant du millimètre au centimètre. Ces derniers sont surtout abondants dans la partie supérieure des bancs. A la base, se rencontrent, mais rarement, des nodules de grande taille (15-20 cm) perturbant fortement la stratification.

Les horizons bréchiq. ne sont pas associés à des fentes de dessiccation, bien qu'elles existent par endroits, et sont plutôt associées à des figures de collapse.

D'une manière générale, ce faciès bréchiq ue affecte toutes les formations calcaro-dolomitiques étudiées et son développement considérable en certains niveaux permet même de le considérer comme un faciès à part de type cargneule.

#### **b. Observation microscopique**

Ce sont des lamines cryptoalgaires. Elles forment une alternance de feuillets sombre et de feuillets clairs d'épaisseur variable.

-Les feuillets sombre (0,1- 0,2 mm) sont des lits micritiques généralement parallèles à légèrement ondulés, évoquant des structures stromatolithiques. Ils sont formés de particules micritiques à structure pellétoïdale à très rare quartz silteux. A ces lamines micritiques sont également associées une multitude de microdébris organiques recristallisés et quelques microfentes de dessiccation ou "sheet cracks" sous forme de petites lentilles discontinues obliques, ainsi que des structures oeillées.

- Les feuillets clairs (0,2-0,3 mm) sont faits de grains fins de quartz (100 µm), plus ou moins alignés. Ce sont des dolosparites à quartz. Des niveaux bréchifiés en forme de petits copeaux apparaissent localement dans le sédiment.

#### **c. Diagenèse**

Les phénomènes diagénétiques se résument en :

-un développement de la dolomitisation qui affecte les feuillets clairs ;

-une micritisation des débris organiques en particules micritiques de la forme et de la taille des pellets ;

-une bréchification due au développement de la silice néoformée dans des vides précoces, notamment dans les grandes vacuoles.

#### **d. Interprétation**

Le microfaciès présente une lamination algair e qui évoque les structures d'algal mats observées dans les domaines intertidaux de "Tidal flats" ou plaine d'estran.

L'association des brèches et des fentes de dessiccation, qui attestent des conditions d'émersion temporaires ou durables, plaide en ce sens.

### **Conclusion sur les faciès carbonatés**

L'ensemble des observations des faciès carbonatés a permis de mettre en évidence une évolution dans les conditions de leur mise en place. Depuis celles réalisées dans une zone intertidale d'énergie faible à modérément agitée, d'un domaine marin abrité, vers des environnements de dépôts plus superficiels, favorisant le développement des stromatolithes, des laminites, des processus de dolomitisation, de dessiccation et de bréchification, caractéristiques des zones inter à supratidales.

## **B. faciès évaporitiques**

### **1. Faciès gypseux (F3)**

#### **a. observation macroscopique**

Il s'agit de gypse primaire qui peut être soit massif, de couleur généralement blanche ou gris blanchâtre, soit lité de teinte rose et même noire. Il forme des bancs décimétriques à métriques, lenticulaires ou continus, intercalés à plusieurs reprises au sein des bancs de calcaire dolomitique ou dans les niveaux argileux.

Ce gypse se présente suivant plusieurs aspects :

-gypse saccharoïde à structure entérolithique, en bancs de 1 à 2 m d'épaisseur et de forme généralement lenticulaire ;

-gypse cristallin grossier avec une taille moyenne de 1 à 2 cm de cristaux de sélénite ;

-gypse saccharoïde à aspect chaotique, à petites intercalations silto-marneuses à la base. Vers le sommet se manifeste une lamination onduleuse et crénelée semblable à des structures algaires ;

-gypse massif et sans structure interne, mais pouvant prendre toutes les teintes : blanc, gris, bleu pale, noir.

#### **b. Interprétation**

Il s'agit d'un faciès caractérisant un milieu marin épicontinental (zone supratidale confinée, sous un climat chaud et aride), typique des sebkhas côtières.

## **Faciès F4 : Les argiles à évaporites**

#### **a. Observation macroscopique**

Surmontant les barres de calcaires dolomitiques, ce faciès représente de puissants dépôts (jusqu'à 40 m) d'une argileuse rouge à grise contenant du gypse secondaire.

Au sein des argiles, le gypse se présente sous plusieurs aspects. Il est notamment en nodules et en paillettes millimétriques (2-4 mm) à centimétriques (5-10 cm), le plus souvent dans toutes les directions, ou quelques fois formant des laminites à structure fibreuse disposées parallèlement ou perpendiculairement à la stratification. La couleur de ces paillettes varie du noir au blanc en passant par le gris, le rose et le bleu.

Vers le sommet des argiles, le gypse peut se rencontrer sous forme de bancs décimétriques à métriques, montrant des caractéristiques identiques au faciès F3 précédent. Parfois, et à leur base, ces argiles présentent, en intercalation, des niveaux peu épais (4-10 cm) de grès blancs et friables contenant des cubes de sel.

#### **b. Interprétation**

La mise en place de ce faciès s'est effectuée, comme pour le précédent faciès (F3), dans un domaine marin de type sebkha, avec toutefois

des apports périodiques en matériel détritique fin. La présence du gypse témoigne d'un milieu marin épicontinental (zone supratidale confinée, sous un climat chaud et aride, la cristallisation du gypse sous forme de nodules dans ces sédiments argileux ou dans des carbonates encore meubles (comme ceux des sebkhas d'Abdou-Dabi) est considérée comme liée à une sur saturation en sel en relation avec un milieu confiné.

### **C. Faciès conglomératiques**

Ces faciès affleurent soit directement au-dessus des bancs de calcaires dolomitiques du Lias, soit en intercalation à différents niveaux au sein des dépôts du Dogger.

En se basant sur une certaine organisation sédimentaire des éléments figurés, on peut distinguer trois principaux faciès.

#### **1. Faciès F5 : Conglomérat massif inorganisé**

##### **a. Observation macroscopique**

Il s'agit d'un conglomérat composé de galets hétérométriques (centimétriques à décimétriques) à faible degré d'usure et polygéniques (quartzite blanche, calcaire, silex, schiste, rhyolite, diorite et andésite). La matrice qui supporte ces divers éléments conglomératiques est de composition, pétrographique tout autant hétérogène. Elle est en effet grésocarbonatée ou plus fréquemment gréseuse avec des proportions variables de limon, d'argile et d'oxyde de fer.

L'aspect anguleux et légèrement émoissé caractéristique des galets est fonction de leur taille et de leur lithologie. La tendance à la sphéricité et la réduction marquée de la taille sont surtout appréciables au niveau de quelques clasts de quartz et des galets calcaires, schisteux. Outre leur aspect massif et dépôt en "vrac" de leurs clasts hétérométriques, ces conglomérats sont aussi caractérisés par la forme lenticulaire de leur corps à des échelles métriques et décimétriques avec des épaisseurs variables (0,5 à 10 m).

Il est également fréquent d'observer dans ces conglomérats des horizons d'encroutements calcaires (calcrète).

##### **b. Interprétation**

Les calcarètes sédimentologiques du faciès conglomératique permettent de l'identifier au faciès "cross stratified conglomerat", et serait ainsi le résultat d'un dépôt de barre.

Le caractère massif de ce faciès, la présence d'une base érosive et chenalisée, ainsi que le mauvais tri et le mauvais classement des éléments attestent des courants de forte énergie.

#### **2. Faciès F6 : Conglomérat inorganisé à vague litage**

##### **a. Observation macroscopique**

Il est défini sur la base d'une certaine organisation des éléments figurés qui sont relativement peu abondants. Il s'agit d'un conglomérat pressentant un vague granoclassement positif marqué par des brusques

modifications de taille des clastes et de l a forte proportion d'argile et de limon dans le liant.

A leur base, certains bancs présentent une surface érosive chenalisée et à leur sommet, des niveaux sableux de faible épaisseur.

Au sein des bancs, on observe également de petits chenaux décimétriques formés de petits galets allongés, de graviers et du sable sans organisation interne. Cependant, l'alignement de ces petits galets et graviers peut constituer, en certains endroits des horizons rectilignes peu étendus sous forme de litage. Les fréquentes et brusques variations verticales et latérales de la texture et de la proportion de la matrice peuvent même donner naissance à des concentrations de conglomérats sans matrice, rappelant les structures "open framwork".

Ces niveaux grossiers alternant souvent avec des niveaux où la matrice et les galets constituent un mélange plus ou moins dosé, formant des structures semblables aux structures "infield framwork". Des imbrications simples et des imbrications frustes de galets peuvent être présentes.

#### **b. Interprétation**

L'ensemble des caractéristiques de ce faciès permet de l'assimiler aux lithofaciès « massive or crudely bedded gravel » c'est -à-dire des conglomérats massifs ou à stratification fruste. Il est aussi comparable au faciès "Stream chenal deposits". Ces faciès sont interprétés comme appartenant à un environnement de type dépôt proximaux de rivière en tresse. De plus, les structures "open and infiled framwork", l'imbrication fruste des galets et les variations fréquentes de la texture et de la structure, sont caractéristiques d'un réseau en tresse. En effet, les faciès conglomératiques à vague litage horizontal traduisent des barres longitudinales, diagonales ou médianes.

L'existence de poches argileuses et sableuses, coincées entre les gros galets, résulte d'un dépôt instantané d'éléments fins d'un courant dont la dynamique est influencée par les mêmes gros blocs.

Le vague granoclassement positif observé refléterait une sédimentation par accréation verticale.

Ainsi, la présence des structures "open and infiled framwork", atteste des conditions à la fois de forte et de faible régime de dépôt :

-Des courants de fort régime, favorisant la concentration des éléments grossiers et l'élimination des fins, seraient à la base des structures "open framwork",

-les structures "infield framwork", quant à elles, seraient dues soit à un dépôt presque simultané d'éléments grossiers et fins, soit à un dépôt du matériel par un courant de fort régime, suivi du dépôt par infiltration du matériel fin au cours du ralentissement du courant.



### **3. Faciès microconglomératique F7**

#### **a. observation macroscopique**

Ce faciès est fréquemment observé dans les formations conglomératiques de la base et du sommet du Dogger. Il est formé de fragments peu usés et mal classés de roche de nature variée : calcaire, quartz filonien, matériel grésilo-silteux, débris de basalte et graviers avec des formes variables et de taille moyenne inférieure à 10 mm. Ces éléments figurés sont supportés par une matrice calcitique ou grésilo-argileuse ou même gréseuse.

Ces microconglomérats se présentent sous forme des lentilles ravinantes, souvent superposées, et d'extension variable : une largeur métrique à décimétrique et une épaisseur relativement faible, décimétrique à métrique. Notons qu'à la base de ces lentilles, on observe quelquefois d'importants horizons de galets mous grésilo-silteux, de couleur rouge à grise, de taille de 2 à 8 mm, et de formes variables. Alors qu'au sommet de certaines lentilles, on assiste à un passage plus ou moins progressif à des grès fins et finement lités.

L'organisation sédimentaire des éléments à l'intérieur de ces lentilles montre soit une structure désorganisée où les clasts sont disposés en vrac, soit un litage grossier et oblique s'organisant en feuillets entrecroisés. Chaque feuillet présente une base érosive et un granoclassement positif net. Il est à remarquer également que ces unités (feuillets) sont composées elles-mêmes par des lamines élémentaires obliques de petite taille (5 mm à 2 cm). Les figures de base de bancs sont représentées par des rigoles (canneleurs) de creusement centimétriques.

Sous forme des lentilles emboîtées à la base du Dogger, ce faciès, tout en conservant la même géométrie au sein des argiles, passe à des corps épars et bien individualisés, de taille relativement réduite.

#### **b. Interprétation**

Ce faciès étant souvent associés aux faciès grossiers précédents, dont il occupe notamment le sommet, pourrait donc également être interprété comme un dépôt de rivière en tresse. Les horizons à galets mous à la base attestent que ce faciès pourrait être déposé dans les niveaux les plus bas d'une barre ou dans la partie distale d'un cône, et serait ainsi exposé à un remaniement plus ou moins prolongé.

### **D. Faciès gréseux**

Ces faciès sont, de loin, les plus abondants des formations du Dogger, leurs affleurements sont les plus dominants sur la carte géologique de la feuille d'Imin-Tanout (1972) à l'ouest de notre région.

Malgré leur abondance, ces faciès demeurent peu variés. Ils ont en commun plusieurs caractéristiques.

Ce sont des grès rouges et jaunâtres à l'affleurement et en cassure, caractérisés par une granulométrie moyenne à fine, avec une géométrie

lenticulaire des corps à base érosive ou plane assez nette. Ces lentilles sont généralement massives, mais peuvent présenter localement un litage oblique, horizontal, entrecroisé et des rides sous divers aspects : rides d'interférence, rides de courant « current ripple » et rides chevauchantes. En association à ces structures, on trouve une rare bioturbation tubiforme.

On trouve rarement ces structures associées en un même niveau. Les surfaces structurales en affleurement montrent souvent des rides de petites dimensions (10 cm de longueur d'onde) et une rare bioturbation sous forme de tubes déformés.

L'extrême variabilité de la taille des corps lenticulaires (0,5-10 cm), la présence de grains calcaires et de petits galets mous, de taille également variable et une matrice ferrugineuse quasi dominante en constituent aussi les caractéristiques de ces grès.

En se basant sur les structures sédimentaires, l'analyse des microfaciès, sur les relations réciproques des corps lenticulaires et sur la nature du ciment, nous pouvons distinguer deux types de faciès gréseux.

### **1. Faciès F8 : Grès massif a ciment hétérogène**

#### **a. Observation macroscopique**

Il s'agit de corps souvent lenticulaire de grès rouge d'une dizaine de mètres d'extension et d'épaisseur atteignant 8 mètres, toujours en intercalation dans les niveaux argilo-silteux. En bancs continus, ils présentent des dimensions modestes, 0,1 à 2 mètres d'épaisseur, et de longueur métrique.

Les structures de base de bancs sont rares. La base est soit érosive, soit plane, souvent tapissée de galets mous. Les structures internes des bancs sont représentées par des lamines horizontales, obliques planes ou arquées, de grandes dimensions. Chaque lamine (feuille) est constituée par de petits lits centimétriques à millimétriques et présente une granulométrie granodécroissante.

Les figures observables au sommet des bancs sont représentées essentiellement par les fentes de dessiccation (mud-cracks) bien développées et de rares rides de petites longueurs d'ondes (3 cm).

A l'affleurement, ces corps lenticulaires sont soit isolés, en intercalation au sein des argiles, soit emboîtés. Dans ce derniers cas, les contacts entre les différentes lentilles deviennent obliques, résultant du ravinement des niveaux sous-jacents par les mécanismes de dépôt des horizons supérieurs.

Dans certains niveaux existent des « crachées » microconglomératiques à conglomératiques, ainsi que quelques fragments de bois. Le ciment, quand il est ferrugineux, se transforme parfois en goethite et engendre une coloration jaune ocre pour certains niveaux.

Ces niveaux présentent des structures particulières. Il s'agit des concrétions indurées, de taille variable (5 à 10 mm), plus ou moins sphériques, disséminées ou regroupées dans des horizons donnés au sein des grès. Ces structures sont identiques aux concrétions calcareuses désignées par « kerkoub », terme vient du verbe arabe « kerkar » « mettre en boule ».

Sur les affleurements, les kerkoubs peuvent être observés soit en place dans la roche, soit détachés individuellement, semblable à des billes généralement sphériques ou ovoïdes. Ils montrent une remarquable similitude de granulométrie avec la matrice (grès encaissant).

Le concrétionnement résulte, du moins en partie, de ce que la calcite a simplement réuni des éléments de grès poreux encaissants de façon plus cohérente et dure.

L'étude des lames minces confirme ce fait, avec notamment la calcite cryptocristalline occupant la quasi-totalité des pores de la roche. Les teintes brun-jaune, roses ou rouille sont dues à des oxydes ou hydroxydes ferriques contenus dans des fissures. Cet état, qui est le résultat de la plus ou moins grande cohésion des grains, favorise le détachement individuel des kerkoubs.

#### **b. Observation microscopique**

L'observation microscopique a mis en évidence deux principaux microfaciès : grossier et fin.

#### **Microfaciès moyen à grossier**

En lame mince, ce microfaciès révèle un classement moyen avec une taille des grains variant de 0,02 à 3 mm. La forme des grains est anguleuse à émoussée et subarrondie, avec un contact intergranulaire dominant. Plus de 70% de ces grains sont quartzeux, plus ou moins corrodés par la micrite.

Des éléments volcaniques arrondis, les grains carbonatés et les feldspaths (plagioclase, microcline), généralement altérés, constituent, avec le mica et les opaques, 7% de la surface de la lame.

Le nourrissage en silice, phénomène dû à une circulation post-sédimentaire de la silice, existe mais il est peu développé.

La diagenèse d'enfouissement est caractérisée par la présence d'une calcite poecilitique autour de certains grains quartzeux.

Outre la calcite, le ciment est ferrugineux et occupe 15 à 20% de la surface de la lame.

#### **Microfaciès fin**

Il s'agit d'un microfaciès de grès quartzeux fin à ciment calcaire. Le quartz en grains fins (100 microns) de forme émoussée à arrondie occupe 70% de la surface de la lame.

Le nourrissage est très abondant mais malgré ça, certains grains (ceux bien protégés par les minces pellicules ferrugineuses) montrent une

sphéricité remarquable, ce qui suggère une influence éolienne. Les contacts intergranulaires sont linéaires à imbriqués. Les plagioclases sont peu abondants (8-10%) et montrent divers stades d'altérations.

Le mica, le zircon et les opaques existent, mais sont rares. La bioturbation est abondante et se traduit par de fins grains de quartz entourés par des grains de taille relativement plus grande et sans limite nette.

Le ciment est une calcite de recristallisation, souvent dolomitisée.

### **c. Interprétation**

Nous avons vu que ce faciès se caractérise par

- la géométrie lenticulaire des corps,
- l'existence d'une base plane ou érosive des corps,
- la présence des galets mous silteux,
- un litage oblique et entrecroisé de dimensions variables,
- un litage horizontal, associé aux linéations de délit,
- une granulométrie granodécroissante,
- des rides de courant, d'interférence et de rides chevauchantes de faibles dimensions,
- des fentes de dessiccation,

-la présence de niveaux à kerkoubs. L'ensemble de ces observations fait penser à un milieu sédimentaire où des courants d'énergie modérée à faible étalent largement des sédiments, probablement sur des surfaces subhorizontales et sous une faible tranche d'eau dans un milieu relativement calme. Il est vraisemblable qu'il pourrait s'agir d'un faciès de type de barre dans un système de réseau méandriformes.

Ce fait est confirmé, du moins en partie, par le mode d'association des chenaux gréseux en structure progradante vers l'ouest ou le NW. La présence des kerkoubs témoigne par ailleurs d'un climat chaud et semi-aride.

### **Faciès F9 : Grès quartzeux fin à ciment calcaire**

Ce faciès se présente sous forme de bancs isolés de 0,1 à 1 m d'épaisseur en intercalation dans les faciès argilo-silteux.

Outre les fentes de dessiccation au sommet des bancs, les caractéristiques essentielles de ces faciès résident en la présence d'un litage horizontal fin, d'une bioturbation plus ou moins importante sous forme de tubes et de la présence de taches de réduction.

Au microscope le matériel est homogène et il est constitué de 90% de grains de quartz de taille comprise entre 200-100 et 63 microns. Le ciment est calcaire et les phénomènes de nourrissage en silice sont bien développés.

Les caractéristiques sédimentologiques et structurales que présente ce faciès permettent de l'interpréter comme des grès de plaine d'inondation. Les tubes verticaux de bioturbation perforant les surfaces structurales des bancs,

témoignant d'un ralentissement ou d'un arrêt de sédimentation, confirment, du moins en partie, cette hypothèse.

## **E. Faciès argileux**

### **1. Faciès F10 : Argiles silteuses rouges avec taches de réduction**

Ce sont des argiles des couleurs rouges où s'intercalent des petits bancs de calcaire dolomitique centimétriques à métriques de grès et de silt.

Localement, on observe des niveaux argileux entièrement verdâtres avec une abondance bioturbation exprimée sous forme de perforation. Cette couleur verte peut être isolée au sein des argiles rouges et former alors des taches circulaires de taille variable, pouvant atteindre 4cm, communément appelées taches de réduction « bleed spots » ou « green réduction spots » par les auteurs anglo-saxons. Selon quelle est stratiforme ou qu'elle épouse les diaclases, cette couleur est supposée primaire ou secondaire. Indicatrices d'environnements continentaux, ces taches ont une origine qui est souvent liée aux phénomènes de réduction du fer par la matière organique lors du battement des nappes phréatiques.

Comparée à la structures des argiles rouges, celles des bancs entièrement affectés par des taches est plus grossière, toutefois les deux variétés se débitent en petits cubes aux contours assez nets. Localement et rarement, ces argiles peuvent cependant montrer une structure litée.

Le passage des argiles aux bancs calcaires sus-jacent est généralement marqués par horizons centimétriques (15cm) de galets mou silteux ou argileux, de couleur et de dimensions variables.

Des niveaux décimétriques (10 cm) des calcaires marneux ou de marno-calcaire, noduleux et désorganisé, signalent souvent le banc calcaire sus-jacent quand ils ne le remplacent pas.

A l'affleurement, le sommet de ces argiles silteuses laisse généralement paraître d'abondantes figures polygonales de dessiccation et de traces d'activité biologique.

Il faut également noter que ces argiles et les corps gréseux associés sont tous affectés par des failles normales synsédimentaires de direction NS et de faible rejet (5 à 30 cm).

### **Faciès F11 : argile rouge compacte**

Ce faciès se présente sous forme de niveaux décimétriques à métriques composés d'argiles de couleur rouge vif. C'est une argile généralement compacte azoïque et d'aspect homogène et très plastique. Elle montre des pseudolaminations obliques millimétriques dont certaines présentent des décolorations.

Ce faciès n'est pas observé dans les associations carbonato-évaporitiques.

### **Interprétation**

Les traits sédimentologiques de ce faciès traduisent un milieu de sédimentation à faible hydrodynamisme, se manifestant par un dépôt de matériel fin sous une faible tranche d'eau.

Les nombreux polygones de dessiccation, la présence de la bioturbations (terriers) et des rides au sommet de ces argiles témoignant de la faiblesse de la tranche d'eau.

L'origine des horizons réduits (couleur verte) peut être aussi bien liée aux échanges physico-chimiques s'effectuent au toit des nappes phréatiques qu'aux phénomènes pédogénétiques (racines).

Ce faciès ne se distingue du faciès précédant que par son régime hydrodynamique relativement plus fort. Il semble ainsi que le dépôt de cette série argileuse, entrecoupée par divers corps chenalisés, traduirait une accumulation par une dynamique fluviale, de matériel détritique fin, dans une plaine inondée et soumise à des exondations temporaires, type playa saisonnièrement inondée.

Toutefois les caractéristiques du faciès F11 suggèrent des argiles de plaine d'inondation **S.S** (environnement continental). Ce faciès est souvent rencontré dans les deux cuvettes (Wanina et Adendim).

### **F. Les siltites (F12)**

#### **1. Observation macroscopique**

Il s'agit de niveaux de grès très fin, de couleur variant du rouge au jaunâtre (orange), s'organisant en lentilles de 0,2 à 2 m d'épaisseur et d'extension métrique à décimétrique.

Ces lentilles, qui présentent une structure interne soit massive, soit à litage légèrement incliné, s'observent tantôt au sommet des grès du faciès F8, tantôt en intercalations au sein des argiles du faciès F10. Elles présentent une base généralement plane, pouvant être légèrement ravinantes, avec absence de structures de semelle de bancs. Cependant, à la faveur de l'affleurement de quelques surfaces structurales, on peut observer de petites ondulations évoquant des rides de courant. Certaines de ces surfaces montrent des structures de bioturbation plus ou moins nettes. Quand le liant carbonaté est abondant, on peut rencontrer des nodules carbonatés centimétriques à décimétriques.

En lame mince, ces siltites montrent une abondance en grains de quartz (90%). Ces derniers (20 à 30 microns) sont bien classés, émoussés à subarrondis et sont associés à quelques grains de zircon, des paillettes de mica et de plagioclase.

La phase de liaison « 10% ) et argileuse ou carbonatée (calcite de recristallisation).

## **2. Interprétation**

Les caractéristiques de ce faciès plaident en faveur d'un dépôt sous un régime hydrodynamique modéré à faible, qui le rapproche des levées naturelles en bordure de chenaux.

Ainsi, nous admettons sa position distale par rapport au faciès gréseux F8 dont il occupe généralement le sommet.

### **I. Géochimie et recommandations**

La géochimie, des 3 échantillons analysés :

-Echantillon 2, comme référence, a été pris au niveau du Dogger dans la région d'Ourika, au niveau des exploitations artisanales pour la poterie ;

-Echantillons 8, a été pris au niveau du Lias dans la région de Tnine Ourika, vers l'Est ;

-Echantillon 12, pris dans la formation F6 du Trias dans la région d'Arbiaa n'Tighdwine (AIT-OURIR), vers l'Ouest.

Ces trois échantillons analysés révèlent une géochimie relativement semblable à l'argile de la région d'Ourika à douar TAFZA.

Vue l'ampleur de l'affleurement de la formation F6 du Trias dans la région d'Ait Ourir et vu sa proximité de la ville et l'accès facile (route goudronnée), nous recommandons de s'orienter vers cette région pour d'éventuels projets d'exploitation.

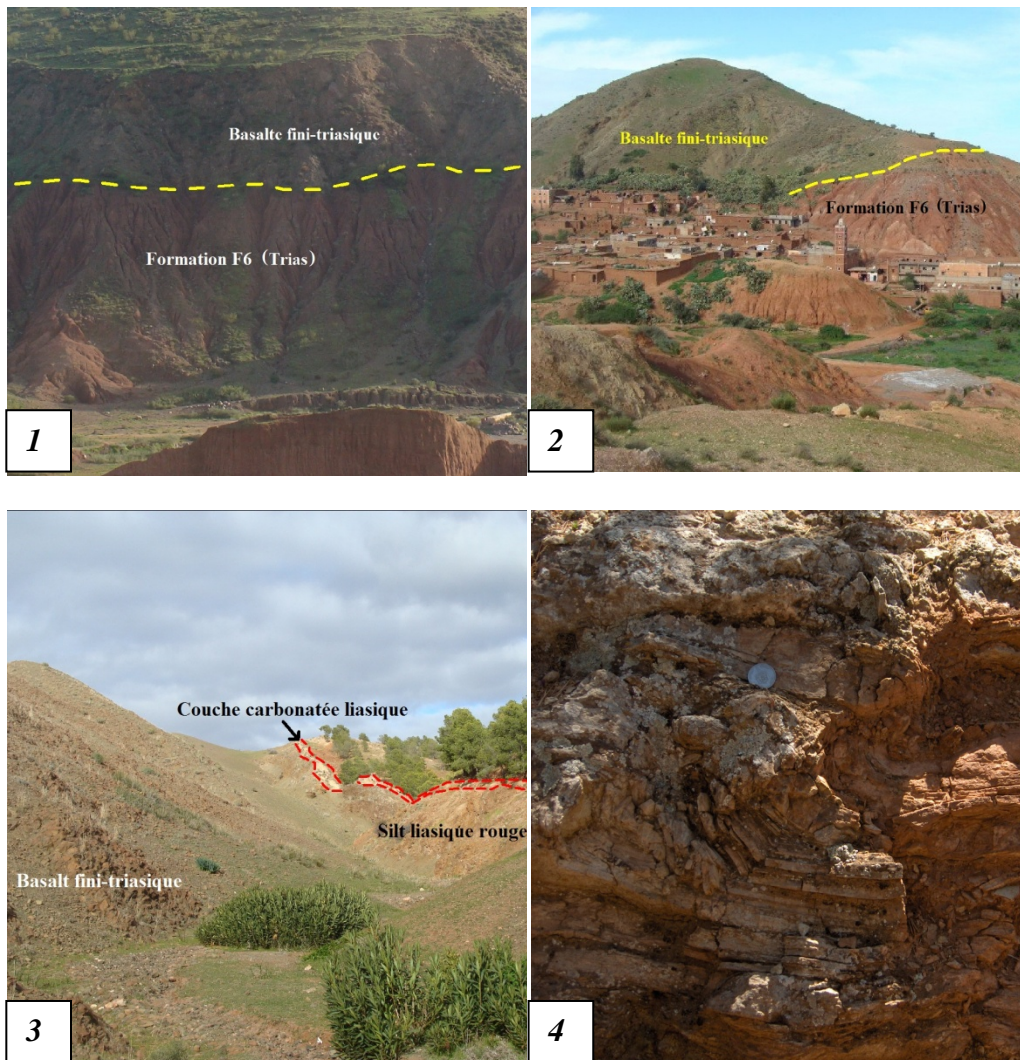
**Planche 1**

**Photo 1 et photo 2 :** Le contact du Basalte fini triasique avec la formation F6

**Photo 3 :** Les basaltes fini- triasiques en contact avec les dépôts carbonatés du Lias

**Photo 4 :** Des brèches de dissolution au niveau de Lias

***Planche 1***





**Planche 2**

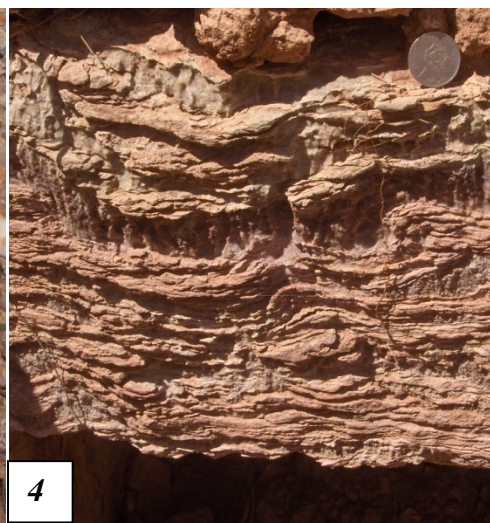
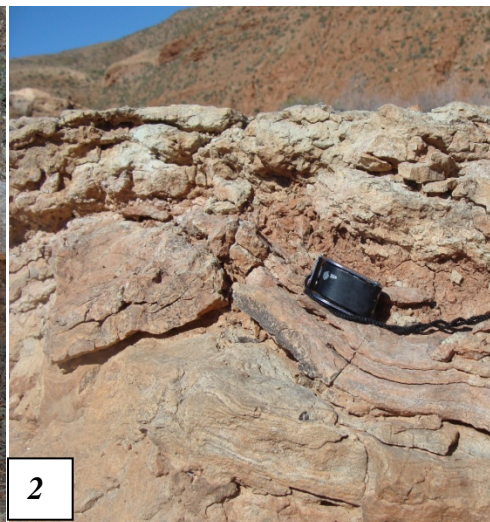
**Photo 1 :** Des bancs lenticulaires (Grès) au niveau du Dogger.

**Photo 2 :** Les structures en teepee au niveau de Lias.

**Photo 3 :** Des conglomérats polygéniques au niveau de Dogger.

**Photo 4 :** Des structures stromatolithiques au niveau de Dogger.

**Planche 2**



**Annexe :**

	<b>Désignation</b>		
	<i>Echantillon 2</i>	<i>Echantillon 8</i>	<i>Echantillon 12</i>
PF %	6,00	4,94	5,38
Na <sub>2</sub> O %	0,22	0,34	1,4
SiO <sub>2</sub> %	60,22	62,63	67,94
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	18,95	11,82	12,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	7,79	7,75	4,13
CaO %	0,79	1,79	0,66
MgO %	2,01	5,13	2,46
K <sub>2</sub> O %	3,2	4,38	4,82
MnO %	0,1	0,08	0,05
TiO <sub>2</sub> %	1,18	0,87	0,89
Ag G/T	< 2	< 2	< 2
As G/T	16	< 8	< 8
B G/T	< 5	< 5	< 5
Ba G/T	652	410	363
Be G/T	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Bi G/T	48	< 20	32
Cd G/T	19	19	24
Co G/T	9	< 7	< 7
Cr G/T	138	147	80
Cu G/T	37	< 2	10
Ge G/T	< 10	< 10	< 10
Li G/T	87	82	100
Mo G/T	128	< 8	< 8
Ni G/T	45	27	20
Pb G/T	265	67	< 26
Sb G/T	107	< 32	< 32
Se G/T	< 40	< 40	< 40
Sr G/T	219	80	81
W G/T	< 23	< 23	< 23
Y G/T	32	25	23
Zn G/T	92	41	70

**References:**

- ALGOUTI A. (1991). Turonien supérieur et sénonien de versant Nord du Haut Atlas de Marrakech : caractérisation sédimentologique et stratigraphique .Thèse de 3ème cycle, Univ. Cadi Ayyad, Marrakech. 250p
- ALGOUTI A. (1999). Le Sénonien (CONIACIEN, SANTONIEN, CAMPANIEN, ET MAASTRICHTIEN) du Haut Atlas occidental (MAROC) : Sédimentologie, stratigraphie séquentielle, biostratigraphie et évolution géodynamique.Thèse d'état es-Science, Fac. Sci. Semlalia, Marrakech.
- FERRANDINI J. et LE MARREC A. (1982). La couverture jurassique est allochtone dans la « zone des cuvettes » d'Ait Ourir (Maroc).C.R.Acad. Sc. Paris, t.295, série II.pp.813-816.
- HADACH F., ALGOUTI Ah., ALGOUTI Ab. et MOURABIT Z. (2015). Example of paleosebkha littoral deposits of Senonian in the "basins zone" of Ait Ourir (Marrakech High Atlas, Morocco). European Scientific Journal (ESJ). V11, N°18, pp.306-316.