

N° d'ordre : 02/DSTU/2024



MEMOIRE

Présenté

à

L'UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE
L'UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Pour obtenir

LE DIPLÔME DE MASTER PROFESSIONNEL

Spécialité

Géo-Ressources

par

Amina BOUCHIKHI

**LES ARGILES CALLOVO-OXFORDIENNES DES MONTS DE SAÏDA :
INTERET ECONOMIQUE**

Soutenu le 22 septembre 2024 devant les membres du jury :

Salamet MAHBOUBI MC (A), Univ. Tlemcen
Choukri SOULIMANE MC(A), Univ. Tlemcen
Abdelkader MOUSSAOUI Ingénieur D E M, Saida
Mustapha BENADLA MC(A), Univ. Tlemcen

Président
Encadreur
Co-encadreur
Examineur

DEDICACES

DEDICACES

*Je dédie mon modeste travail :
Mes chers respectueux et magnifiques parents*

A mon cher père :

Mon fière exemple Père pour sa patience, ses encouragements, son Soutien moral et financier qu'il a consenti depuis ma naissance Jusqu'au ce jour

A ma Mère adorée

Pour tous sa bienfaits, sa tendresse, ses sages conseils Dont j'ai toujours bénéficié

A mes chères sœurs : Fatema et Asma

Merci mes anges d'avoir été à mes côtés. Ensemble, nous avons grandi, nous avons partagé des joies et des peines, nous nous sommes soutenus à chaque instant. Je vous souhaite un océan de joie et une vie pleine de succès.

A mes très chers frères Kasam Said Anes et Mohamed

Qui ont souffert sans me laisser souffrir, qui n'ont jamais dit non à mes exigences et qui n'ont épargné aucun effort pour me rendre heureuse. Je vous aime tellement

À mes neveux, Adem, Azzadine, Zaki ; Abdel Ilah, Ismail, et mes nièces Ghofran, Ritaj et Chaima

Qui savent toujours comment me rendre le sourire procurer la joie et le bonheur à toute la famille. Je vous aime énormément mes amours.

*A mes très chères cousines, et copines Rabia, kheira, Fadia, Malek, Sara, Meriem et Tema.
Sans oubli mes professeurs, qui ont joué un rôle important dans les conseils et L'orientation tout au long de notre cursus universitaire
A tous ceux que je porte dans mon cœur*

Amina

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	4
RESUME	5
ABSTRACT	6
ملخص	7

Premier chapitre : CADRE GENERAL DE L'ETUDE

I. INTRODUCTION	8
II. PROBLEMATIQUE	8
III. OBJECTIFS DU MEMOIRE	9
IV. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE	9
A. Contexte géographique	9
1. Situation générale des Monts de Saïda	9
2. Situation générale des secteurs d'étude	10
B. Contexte géologique	12
1. Aperçu stratigraphique des Monts de Saïda	12
1.1. Le Socle	12
1.1.1. Le Silurien	12
1.1.2. Le Dévonien	12
1.1.3. Le carbonifère	12
1.2. Le Mésozoïque	12
1.2.1. Trias	12
1.2.2. Jurassique	12
1.2.3. Crétacé	14
1.3. Le Cénozoïque	14
1.3.1. Pliocène-Quaternaire	14
1.3.2. Quaternaire récent	14
2. Aperçu structurel des Monts de Saïda	14
2.1. Chaîne montagneuses	15
2.2. Hautes Plaines oranaises	15
3. Aperçu stratigraphique de la région de Saïda	16

V. METHODOLOGIE	17
A. Sur le terrain	17
B. Au laboratoire	17

Deuxième chapitre : LITHOSTRATIGRAPHIE DES GISEMENTS

I. INTRODUCTION	19
II. CADRE GEOGRAPHIQUE DES GISEMENTS	19
A. Gisement de Djebel Ben Kmar	19
B. Gisement d'Aïn Manaa	19
III. GEOLOGIE DES GISEMENTS	19
A. Gisement de Djebel Ben Kmar	20
1. Dolomie de Balloul	20
2. Alternance de Ben Kmar	20
3. Argile de Saïda	20
B. Gisement d'Aïn Manaa	20
1. Argile de Saïda	20
2. Grès de Boumedien	21
VI. ETUDE LITHOLOGIQUE DES GISEMENTS	21
A. Secteur de Djebel Ben Kmar	21
1. Un membre argilo-gréseux et carbonaté à la base	21
2. Un membre argileux au sommet.	21
B. Secteur d'Aïn Manaa	21
1. Argiles de Saïda	21
1.1. Un membre argilo-gréseux et carbonaté à la base	23
1.2. Un membre argileux au sommet.	23
2. Grès de Boumedien	23
V. CORRELATION LITHOLOGIQUE	23

Troisième chapitre : ANALYSE GEOCHIMIQUE

I. INTRODUCTION	
II. ETUDE GEOCHIMIQUE	27
A. Secteur de Djebel Ben Kmar	
1. Analyses chimiques	27

B. Secteur d'Aîn Manaa	27
1. Analyses chimiques	27
	28
CONCLUSION GENERALE	28
PERSPECTIVES	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	30
LISTE DES FIGURES	30
LISTE DES TABLEAUX	31
LES PLANCHES	32
	33
	34

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Au terme de ce mémoire, je tiens à exprimer mes remerciements à tous ceux qui de près ou de loin m'ont aidé à le réaliser :

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à mon encadreur Monsieur **SOULIMANE Choukri**, Maitre de conférences classe (A) à l'Université Abou-Bekr Belkaid de Tlemcen qui m'a accordé sa confiance et son suivie générale durant tout le long de sa réalisation, ses conseils constructifs et sa précision étaient un support solide permettant l'élaboration de ce travail. Merci pour sa bonne volonté, sa patience et ses précieux conseils.

Mes vifs remerciements s'adressent à mon tuteur professionnel **MOUSSAOUI AEK** Ingénieur à la direction des énergies et des mines de la wilaya de Saïda, pour l'accueil chaleureux qu'il m'a réservé lors de notre mission de terrain et dont je garde un agréable souvenir. Ses connaissances de terrain ma a été très bénéfiques.

J'exprime aussi mes vifs remerciements aux membres du jury :

Madame **MAHBOUBI Salamet**, Maitre de conférences classe (A) à l'Université Abou-Bekr Belkaid de Tlemcen pour avoir voulu présider le jury.

J'exprime également mes reconnaissances à **Mr Abbes MAROK**, Professeur des Universités au Département des Sciences de la Terre et de l'univers et **Mr Kamaredine BENSEFIA**, (MCB) à l'Université de Tlemcen. Je les remercie pour leurs intérêts qu'ils portent à cette formation de Master Professionnel. Je vous remercie de m'avoir accueillie dans votre laboratoire, vos conseils et vos enseignements ainsi que votre encouragement ont été un grand apport pour ma formation.

Monsieur **BENADLA Mustapha** Maitre de conférences classe (A), pour l'intérêt qu'il a porté à examiner mon travail et de l'enrichir par ses précieuses remarques.

Je remercie infiniment, Madame **HADJI Fatiha**, chef d'équipe de recherche au laboratoire de recherche « Spectrochimie et Pharmacologie Structurale » à l'Université de Tlemcen, ainsi que le Directeur de ce laboratoire, Monsieur **BENAMAR Dahmani**, pour les analyses géochimiques.

Mes remerciements s'adressent aussi à ma tante **Dr. MELIANI Nawel eps HAMZAOUI** pour son aide et pour m'avoir accueillie dans son Laboratoire.

Une pensée toute particulière au défunt **Pr. TABTI Boufeldja**, ancien Doyen de la Faculté des Sciences que je lui dois une grande reconnaissance de m'avoir orienté vers le Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, de m'avoir enrichi et encouragé par ses précieux conseils. Que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

Enfin, je ne peux oublier de remercier nos amis de la promotion Master Gé-Ressources professionnel 2023-2024 pour leurs soutiens et leurs encouragements, surtout **Mlle KADA BELGHITRI Hidayet**, mon accompagnatrice durant notre séjour inoubliable sur le terrain et dont je garde un bon souvenir.

RESUME

RESUME

La formation des argiles de Saïda est bien exposée sur l'ensemble de la région de la wilaya de Saïda. Afin de caractériser la qualité lithologique et géochimique de la substance utile qui constitue cette formation, deux coupes ont été levées dans deux secteurs différents et qui sont respectivement : le secteur de Djebel Ben Kmar au Nord et le secteur d'Aïn Manaa au Sud.

L'étude lithologique a montré que cette formation est une puissante série essentiellement argileuse entrecoupée de quelques passées de grès et de calcaires. A cet effet, nous pouvons donc affirmer, que ces argiles sont suffisamment épaisses dans ces deux gisements pour pouvoir l'exploitées.

En se basant sur les observations des coupes, on déduit deux principaux

membres lithologiques ; un membre inférieur constitué d'une alternance argilo-gréseux et carbonaté et un membre supérieur, essentiellement argileux, en concordance sur le membre précédant.

. Par ailleurs, l'évolution latérale de cette formation montre l'équivalence des épaisseurs et de la lithologie entre les deux secteurs étudiés.

D'un point de vue géochimique, ces argiles présentent une pauvreté en éléments primaires tel que : SiO_2 , Al_2O_3 et Fe_2O_3 et une proportion considérable de matière organique, cela dit, cette région peut être une source potentiel du pétrole. En revanche, les autres éléments, notamment le sodium, le magnésium, le calcium, le titane, le phosphore, le soufre, le potassium, le manganèse et le zinc, présentent des pourcentages nettement faibles parfois négligeables.

Mot clés : Monts de Saïda, Djebel Ben Kmer, Aïn Manaa, argile de Saïda, lithologie, géochimie.

ABSTRACT

ABSTRACT

The clay formations in the Saida province are extensively exposed. In order to characterise the lithological and geochemical characteristics of the useful materials that make up this formation, two sections were measured in two different areas : the Djebel Ben Kmar area in the north and the Ain Manaa area in the south.

The lithological study demonstrated that this formation is a robust series, predominantly composed of clay, with intercalated layers of sandstone and limestone. It can therefore be stated that the clay deposits in question are sufficiently extensive to warrant exploitation.

Based on the observations made during the sectioning process, it can be concluded that there are two main lithological members. The lower member

is composed of a clay-sandy and carbonate alternation, while the upper member is essentially clay and concordant with the previous member. Furthermore, the lateral evolution of this formation demonstrates that the thicknesses and lithologies of the two studied areas are equivalent.

From a geochemical perspective, these clays exhibit a paucity of the primary elements SiO_2 , Al_2O_3 & Fe_2O_3 and a considerable proportion of organic matter, rendering them highly oil-bearing. In contrast, the remaining elements, including sodium, magnesium, calcium, titanium, phosphorus, sulfur, potassium, manganese and zinc, display markedly low or negligible ratios.

Keywords : Saïda Mount, Djebel Ben Kmer, Aïn Manaa, clays of Saïda, lithology, geochemistry.

ملخص

ملخص

تظهر التطورات الجانبية لهذا التكوين تكافؤ السماكات والصخارة بين القطاعين المدروسين.

البحث استكشف أيضاً الخصائص الجيوكيميائية للطين في المنطقة من خلال تحليل عينات مختارة. أظهرت نتائج هذه التحليلات احتواء هذه الطفوح على نسب عالية من المواد العضوية مما يجعلها ذات أهمية بترولية كبيرة. بالإضافة إلى ذلك، فإن العناصر الرئيسية مثل السيليكا والألومنيوم والحديد تنسب بنسب منخفضة، في حين أن العناصر الأخرى كالصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم والمنغنيز والزنك تتميز بنسب ضعيفة جداً أو معدومة.

تنتشر تكوينات الطين في منطقة ولاية سعيذة بشكل واسع. من أجل توصيف الخصائص الصخرية والجيوكيميائية للمادة النافعة التي تشكل هذا التكوين، تم رفع مقطعين في قطاعين مختلفين هما قطاع جبل بن كمر في الشمال وقطاع عين مناع في الجنوب.

أظهرت الدراسة الصخرية أن هذا التكوين عبارة عن سلسلة رسوبية قوية تتكون أساساً من الطين مع بعض الشرائح من الرمال والحجر الجيري. وبناءً على ذلك، يمكننا القول بأن هذه الطفوح كافية في هذين المودعين لأن يتم استغلالها.

بالاستناد إلى ملاحظات المقطعين، نستخلص أن هناك عضوين رئيسيين صخريين: عضو أسفل مكون من تناوب طيني رملي وكربوناتى وعضو أعلى، أساساً طيني، متوافق مع العضو السابق. علاوة على ذلك،

الكلمات المفتاحية: جبال سعيذة، جبل بن كمر، عين مانعة، طين سعيذة، علم الصخور، جيوكيمياء.

Premier Chapitre : **CADRE GENERAL DE L'ETUDE**

I. INTRODUCTION

Le but fondamental de cette présente étude est basé sur l'analyse des caractéristiques lithologiques et géochimiques des argiles qui s'étalent sur une grande partie dans les Monts de Saïda et qu'ils appartiennent plus précisément à la formation des «argiles de Saïda». Ce présent mémoire s'intègre dans un travail de collaboration entre la **Direction des Mines et de l'Industrie** de la wilaya de Saïda « **DMI** » et notre jeune équipe de recherche dirigé sous la direction de Professeur MAROK. Ainsi, L'intérêt principal de cette étude porte sur la mise en valeur de ces assises qui affleurent largement dans cette wilaya et plus particulièrement dans la partie septentrionale.

Par ailleurs, à part les quelques travaux qui ont été réalisés auparavant par BENEST (1973) et l'équipe d'école oranaises (OUARDAS, 1983 ; BOUTERFA, 1999 ; BOUGARA, 2012 ; BENDELLA, 2011), où ses derniers se sont basés essentiellement sur la paléontologie, ainsi que des études publiées sur la diagenèse des argiles de Saïda, des approches et techniques modernes telles que la géochimie sont pratiquement inexistante. Le troisième chapitre de cette étude constitue probablement une première de ce genre ; elle contribuera, entre autres, à mieux comprendre la composition minéralogique et chimique de ces argiles afin de déterminer les différents domaines d'utilisation.

Néanmoins, Ce mémoire comprend un premier chapitre représenté par le cadre général de l'étude, ce dernier est suivi par deux autres chapitres fondamentaux qui sont respectivement :

- Le deuxième chapitre est consacré à la description des argiles de Saïda dans le secteur de Ben Kmar et Aïn Manaa, ce qui nous a permis de comparer les diverses natures lithologiques de ces deux secteurs.
- En fin, le troisième chapitre est réservé à l'interprétation des données géochimiques réalisées sur quelques échantillons sélectionnés sur des argiles provenant de deux secteurs d'étude.

Ce mémoire se termine par une conclusion générale et quelques perspectives

II. PROBLEMATIQUE

La stratigraphie de ces argiles est bien connue grâce aux nombreux travaux de recherches, paléontologiques et lithostratigraphiques, effectués notamment par l'école oranaise (citées précédemment). Cependant la composition minéralogique et chimique qui détermine l'intérêt économique reste à notre connaissance encore mal élucidée.

Par ailleurs, si certains auteurs ont bien décrit l'évolution stratigraphique et sédimentologique, notamment ELMI (1973), pour ces argiles, beaucoup reste à faire pour l'étude géochimique afin de déterminer l'intérêt économique et surtout son utilisation dans les différents domaines, tel que : la cimenterie, la céramique, la porterie, la briqueterie, produits pharmaceutiques, produits cosmétiques...etc

Dans ce contexte, nous avons jugé utiles de mener une étude géochimique détaillée pour ces argiles afin de caractériser leur composition chimique et minéralogique, pour voir une idée plus claire sur les différents domaines d'utilisation. Cela dit, l'exploitation de cette matière utile qui s'avère nécessaire pour la direction des mines et de l'industrie de la wilaya de Saïda, reflète positivement sur la richesse et le développement de cette wilaya. Ceci coïncide bien avec la stratégie qui est envisagée par l'état.

III. OBJECTIFS DE MEMOIRE

L'étude qui va suivre se propose de décrire les caractéristiques lithologiques et géochimiques des argiles provenant des Monts de Saïda et de donner un aperçu de la valeur économique de cette matière utile dans les différents domaines d'utilisation. Les principaux objectifs de ce travail sont résumés comme suit :

- Décrire les principales caractéristiques lithologiques des argiles d'âge Callovo-Oxfordien rencontrées dans la région de la wilaya de Saïda et plus précisément la formation des «Argiles de Saïda».
- Suivre l'évolution latérale de ces argiles par l'élaboration d'une corrélation lithologique entre les deux coupes levées dans les deux extrémités (Nord et Sud) de la région de Saïda.
- Evaluer l'intérêt économique de ces argiles, par un ensemble des analyses géochimiques effectuées sur quelques échantillons sélectionnés dans les deux sites études.

IV. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

A. Contexte géographique

1. Situation générale des Monts de Saïda

Les Monts de Saïda constituent la partie centrale du domaine Tlemcénien (ELMI, 1973), entité morphologique située entre les Hautes Plaines Oranaises au Sud et les Monts de Beni Chograne au Nord. Ils sont encadrés à l'Est par le Djebel Nador, et à l'Ouest par les Monts de Daïa (**Fig. 01**).

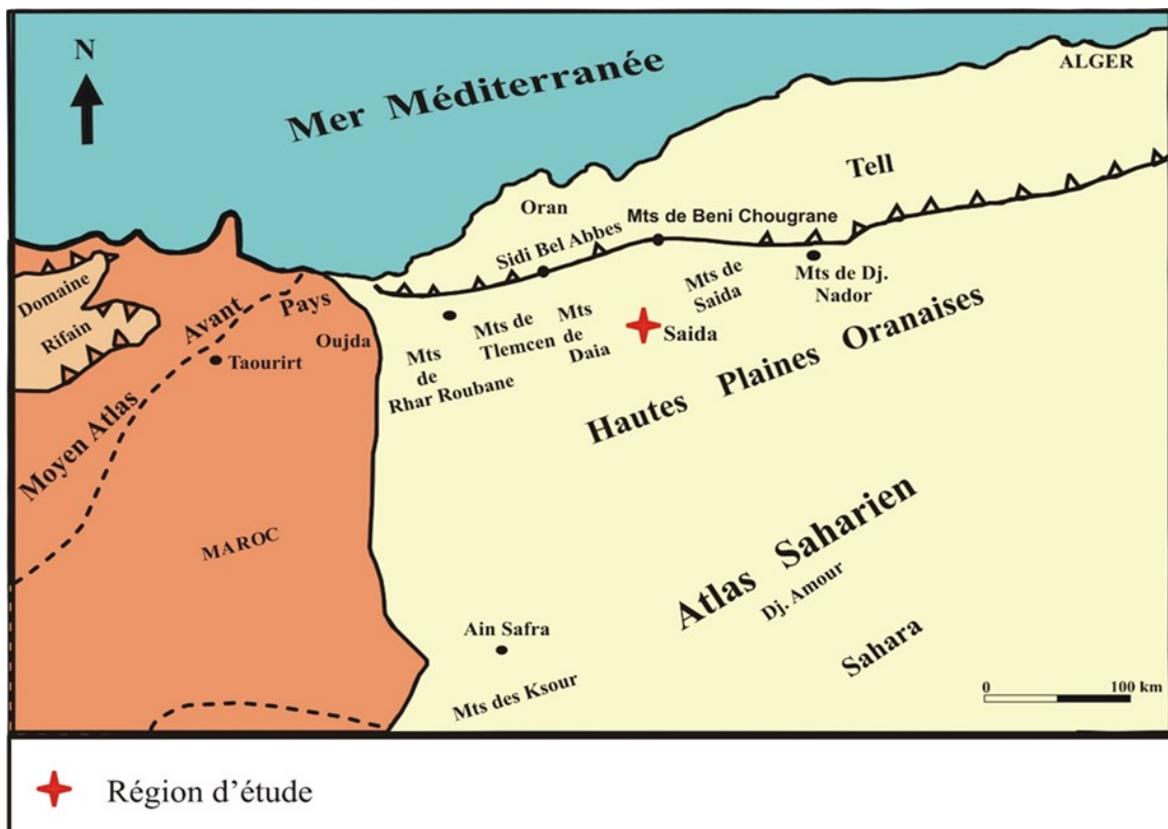


Fig. 01 : Situation géographique générale des Monts de Saïda (D'après BENEST et *al.* 1996).

En outre, au point de vue administrative, la wilaya de Saïda est située dans la région des Hauts plateaux à l'Ouest du pays. Elle est limitée par les wilayas de (**Fig. 02**) :

- Mascara au Nord ;
- Tiaret à l'Est ;
- Sidi Bel Abbès à l'Ouest ;
- El Bayadh au Sud.

Il est à noter que la ville de Saïda, chef-lieu de la wilaya, est située à 600km au Sud-Ouest de la capitale d'Alger.

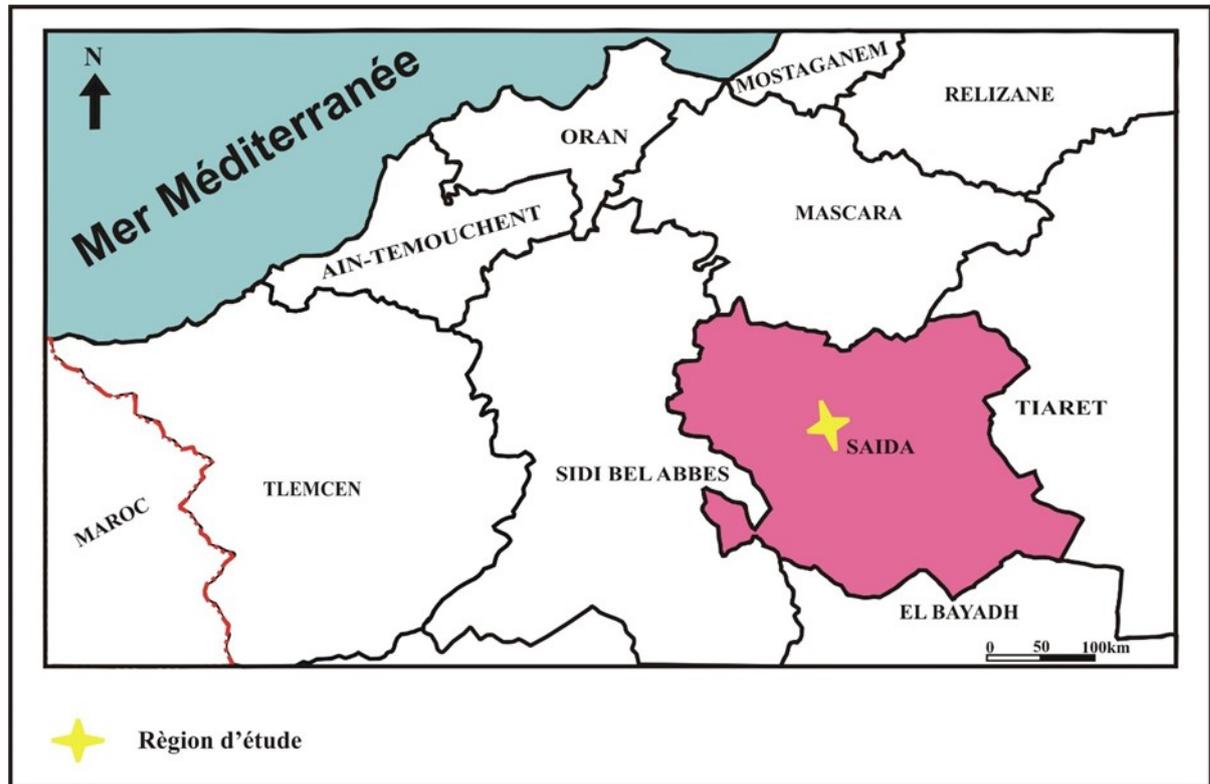


Fig. 02 : Localisation géographique de la wilaya de Saïda

2. Situation générale des secteurs d'études

2.1. Secteur de Djebel Ben Kmar

Situé à 12 Km au Nord de la ville de Saïda et à 06 Km de la station hydrothermale de Hammam Rabi (**Fig. 03**).

B. Contexte géologique

1. Aperçu stratigraphique des Monts de Saïda

Les Monts de Saïda se composent d'un socle paléozoïque et d'une couverture mésozoïque et cénozoïque (**Fig. 04**).

1.1 Le Socle

Il affleure en surface dans la zone de Tiffrit où il est représenté par les formations du Silurien, du Dévonien et du Carbonifère.

1.1.1. Le Silurien

D'une puissance de 600m en moyenne, il est formé par un faciès schisto-gréseux.

1.1.2. Le Dévonien

Il s'agit d'un faciès schisto-gréseux avec des conglomérats et micro-brèches

1.1.3. Le carbonifère

Constitué des conglomérats de base auxquels fait suite des schistes argileux et des formations volcaniques.

1.2. Le Mésozoïque

On se référant aux travaux précédents (OUARDAS, 1983 ; BOUGARA, 2012), la couverture sédimentaire des Monts de Saïda est constituée dans un ordre ascendant par la série suivante :

1.2.1. Trias

Cet intervalle chronologique est composé de :

- formation continentales reposant directement sur les formations du horst de Tiffrit. Ce sont essentiellement des conglomérats et grès rouges ;
- argiles bariolées gypseuses admettant des débris de roches anciennes et des basales dans les zones de subsidence ;
- « formation triasique supérieur » représenté par des argiles intercalées de carbonates, des brèches gypseuses, des roches effusives basiques (basalte-dolérites), et des alternances de grès, gypses et calcaires.

1.2.2. Jurassique

-Le Lias : Il début par des dolomies à silex « Fm de dolomie de Tiffrit » surmontées d'une alternance marno-calcaire à ammonites et de nombreux brachiopodes « Fm marno-calcaire de Keskas ».

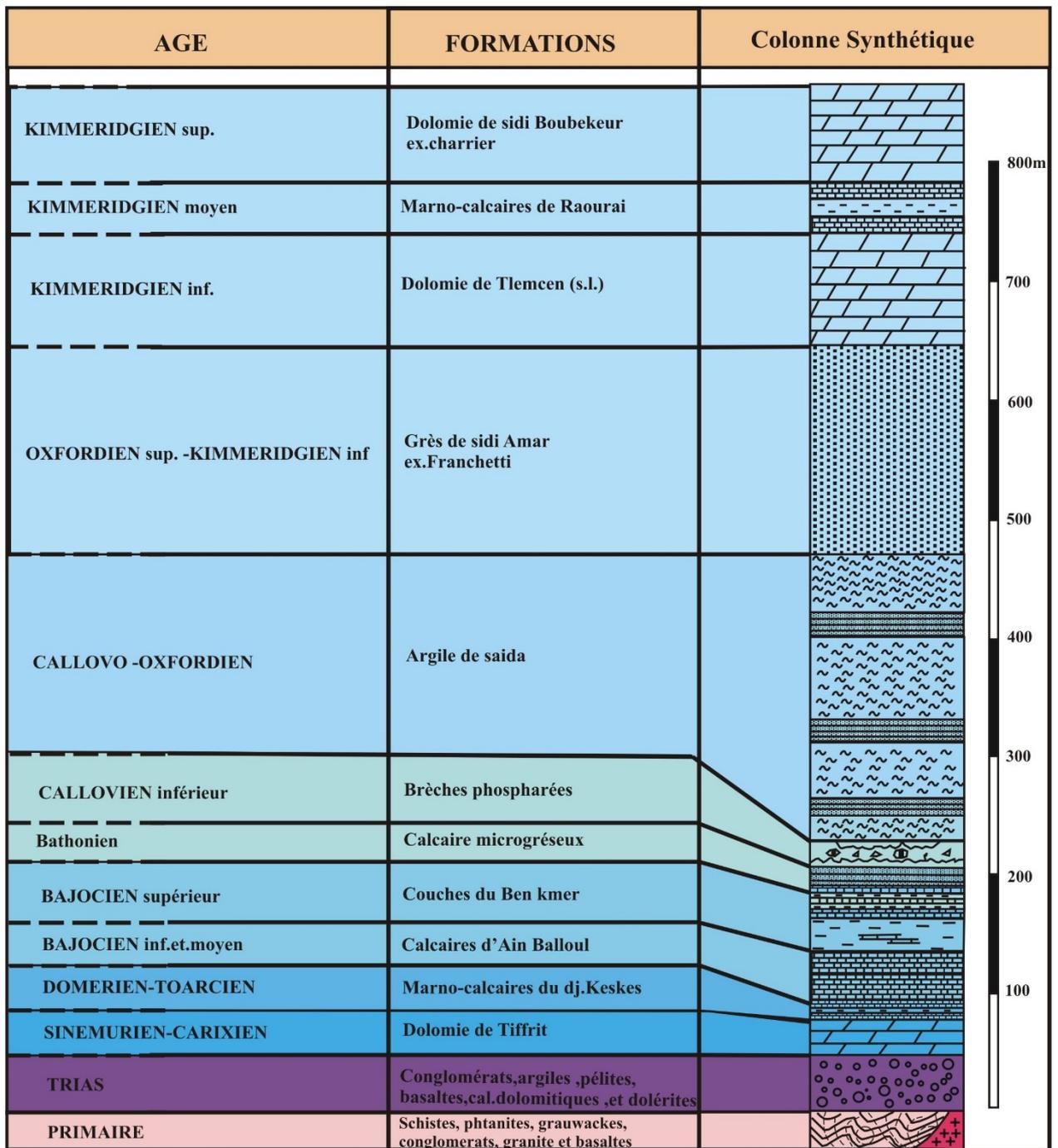


Fig. 04 : Colonne lithologique synthétique des Monts de Saïda (OUARDAS, 1983, *modifiée*)

-Le Dogger : Il se distingue à la base par des faciès carbonaté « Fm des calcaires d'Ain Balloul ». Ils sont suivis par une alternance de marne et de calcaire « Fm les couches de Ben Kmer ». Passant vers le haut à des brèches phosphatées et ferrugineuses à ammonites « Fm brèches phosphatées ».

-Le Malm : Il occupe la plus grande partie du territoire de la wilaya de Saïda. Avec des formations :

- argileuses terrigènes attribuées au Callovo-Oxfordien « Fm des argiles de Saïda » ;
- terrigenes-carbonatées de l'Oxfordien supérieur et Kimméridgien inférieur « Fm des grès de Boumediene » ;
- formations franchement carbonatées du Kimméridgien-Tithonien « Fm des dolomies de Tlemcen et marno-calcaire de Raourai ».

1.2.3. Crétacé

-Crétacé inférieur : Il est peu développé dans la partie Nord-Ouest, pour une puissance d'environ 700m, avec des marno-calcaires du Valanginien (10 à 30m), des faciès marneux-gréseux de l'Hauterivien (1 à 150m) et des intercalations de grès quartzeux, calcaires et argiles du Barrémien (500m). L'albien n'affleure que rarement sous forme de grès et d'argiles.

-Crétacé supérieur : Sa présence est très réduite dans la région. Il est représenté par le Cénomaniens marneux, à puissance réduite (140 à 15m), reposant en concordances sur l'Albien.

1.3. Le Cénozoïque

1.3.1. Pliocène-Quaternaire

Il est caractérisé par des dépôts continentaux représentés par des conglomérats détritiques grossiers, ferrugineux, parfois de calcaires pelitomorphiques et des tufs calcaires. Sa puissance ne dépasse pas les 20m.

1.3.2. Quaternaire récent

Il s'agit des éluvions constituées de sables et conglomérats observables surtout le long des oueds. Sa puissance est de 11m au maximum.

2. Aperçu structurel des Monts de Saïda

La structure des Monts de Saïda comprend deux unités principales (**Fig. 05**), délimités par des zones accidentées nettement exprimées et allongées suivant la direction générale atlasique SW-NE :

- chaîne montagneuse au Nord et au centre ;
- hautes plaines oranaises au Sud.

2.1. Chaines montagneuses

Cette chaîne de montagne est caractérisée sur le plan tectonique par une structure compartimentée en horsts et grabens. La tectonique plicative est de moindre importance et n'intervient qu'au voisinage des failles de ruptures importantes et d'orientations diverses. Tandis que, la tectonique cassante est représentée par un système d'accidents qui s'organisent selon trois directions principales

- des accidents orientés suivant la direction NO-SE ; Ces failles prédominent et ont rejoué plusieurs reprises lors des différentes phases tectoniques. Ce sont celles-ci qui ont compartimentés la zone en horsts et grabens.
- des accidents de direction subméridienne ;
- des accidents orientés NE-SW.

2.2. Hautes Plaines oranaises

Les Hautes Plaines oranaises apparaissent comme un vaste plateau dans lequel affleurent des couches horizontales. Une grande partie de ce plateau est recouverte par des dépôts continentaux d'âge quaternaire.

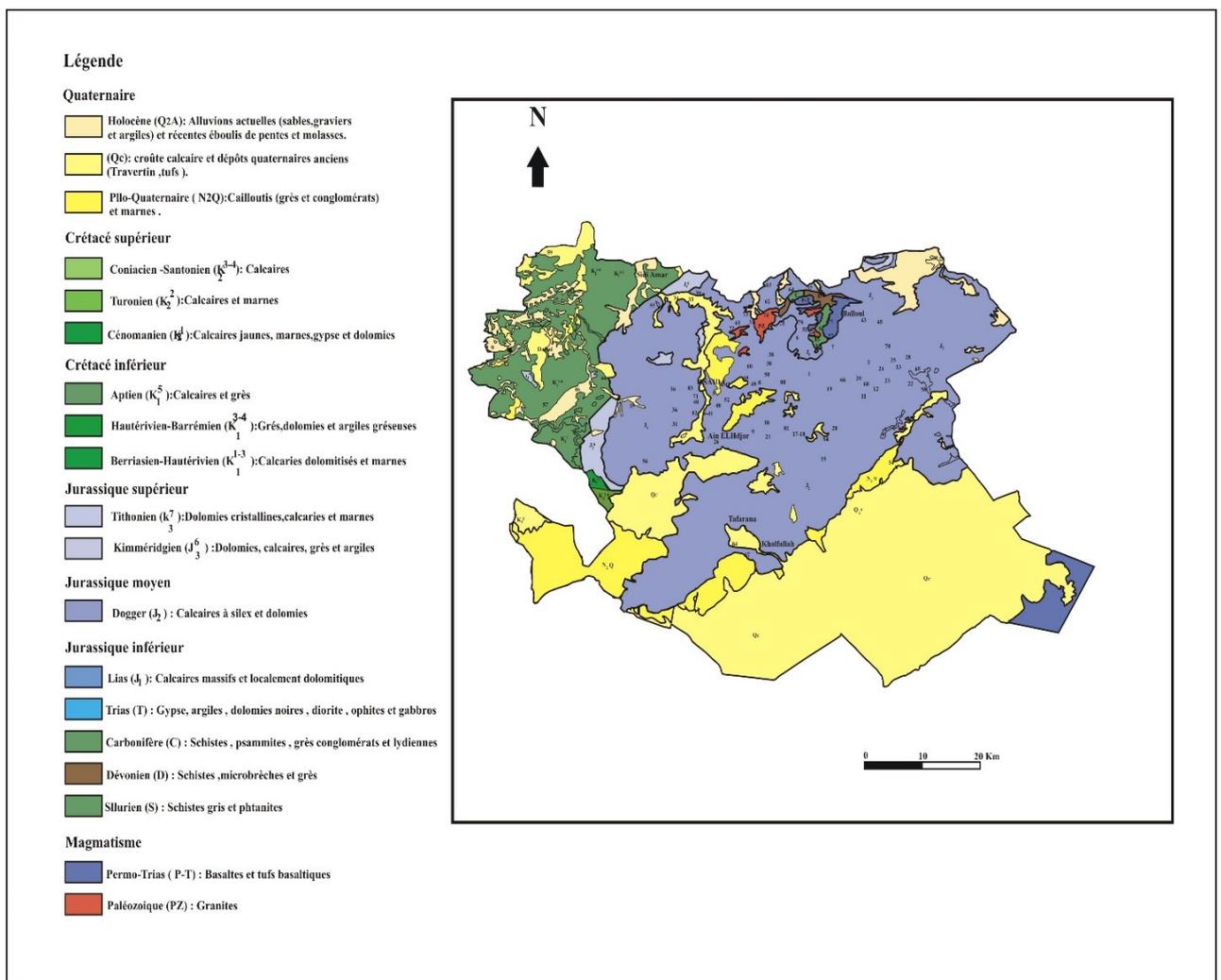


Fig. 05 : Contexte géologique des Monts de Saida (A. S. G. A., 2017)

3. Aperçu stratigraphique de la région de Saïda

Dans la région de Saïda sur un « socle » volcanique ou volcano-sédimentaire, la couverture mésozoïque associe des terrains qui vont du Trias au Kimméridgien inférieur (Fig. 06).

Le remplissage du Trias au Kimméridgien inférieur de cette région est classiquement subdivisé par différents auteurs (*in* OUARDAS, 1983) en un certain nombre d'unités lithostratigraphiques classique.

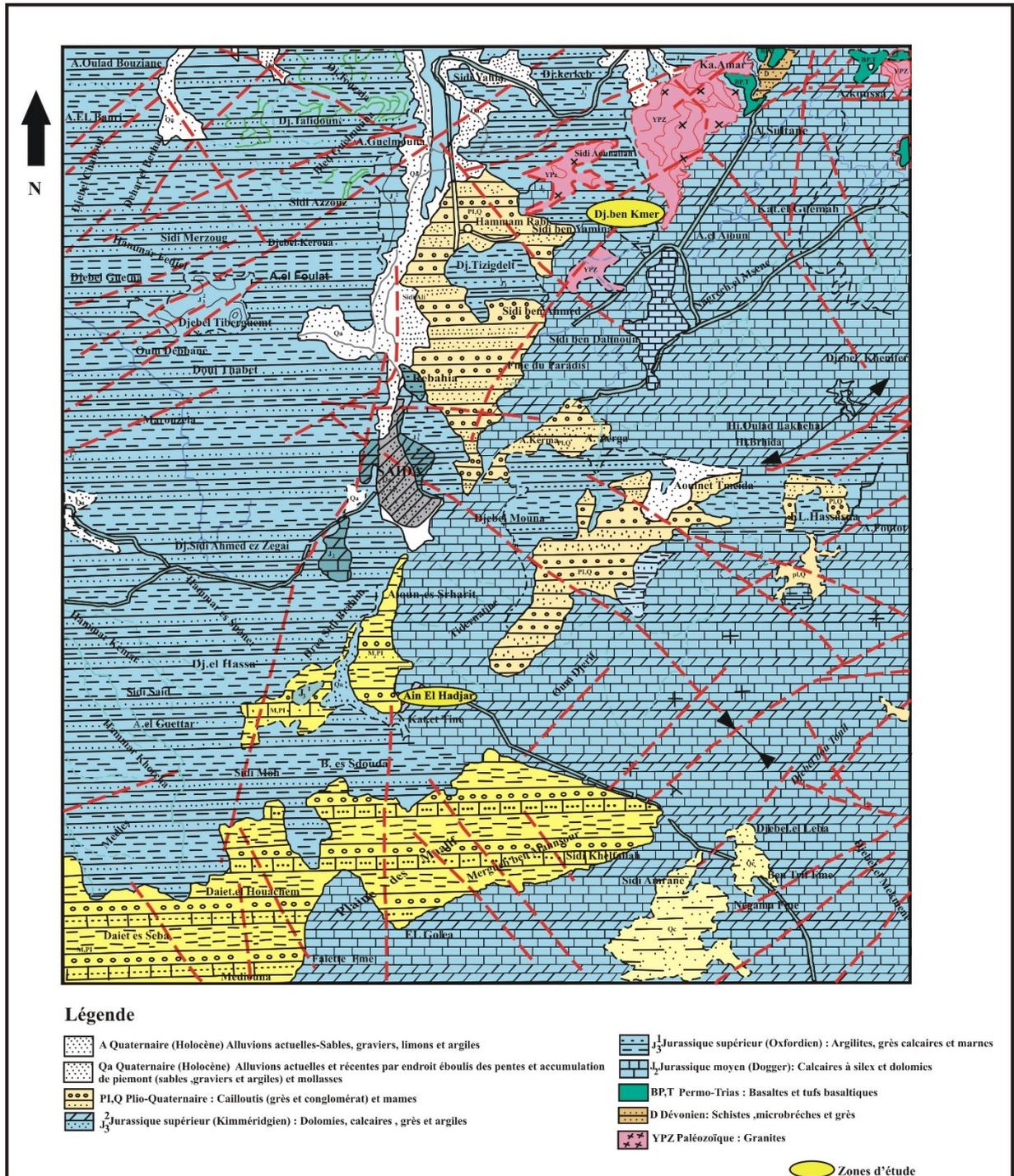


Fig. 06 : Carte géologique de la région d'étude (Extrait de la carte géologique de Saïda, échelle 1/ 200 000).

V. METHODOLOGIE

A. Sur le terrain

Le travail de terrain a eu lieu dans deux secteurs différents de la région de Saïda, il s'agit du secteur de Djebel Ben Kmar au Nord et le secteur d'Aïn Manaa au Sud). Il est fondé essentiellement sur une description plus ou moins détaillée de deux sections levées et sélectionné quelques échantillons dans les combes argileuses.

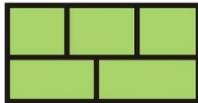
Il est à noter, que le positionnement précis des échantillons sur les deux sections levées ainsi que la numérotation et l'étiquetage sont indispensables.

B. Au laboratoire

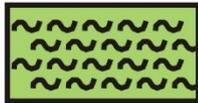
L'étude géochimique est portée principalement sur près de 06 échantillons sélectionnés dans les deux secteurs d'étude. Ces derniers ont été analysés par le laboratoire de recherche « **Spectrochimie et Pharmacologie Structurale** » à l'université de Tlemcen. Cette étude nous a permis de bien définir la composition chimique et minéralogique de cette substance utile.

La deuxième étape a été consacrée à l'interprétation des données géochimiques obtenues pour évaluer la qualité et les potentiels des domaines d'utilisation des argiles. Cette méthodologie combinant entre le travail de terrain et les analyses de laboratoire a permis de caractériser la lithologie et la géochimie des argiles de Saïda afin d'évaluer leur intérêt économique potentiel.

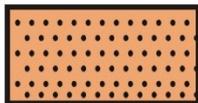
Légende des figurées



Calcaire



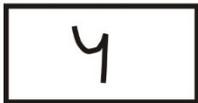
Argile



Grès



Ride de courant



Trace de terriers

Deuxième Chapitre : **ANALYSE LITHOSTRATIGRAPHIQUE**

I. INTRODUCTION

Nous allons dans ce qui suit décrire les principales caractéristiques lithologiques des argiles rencontrées dans la région de la wilaya de Saïda. Cette description est basée sur les coupes de terrains affleurant. Notons que ces coupes se situent dans les secteurs de Djebel Ben Kmar et d'Aïn El Hadjer. Les prélèvements ont été effectués dans les argiles d'âge Callovo-Oxfordien de la formation des « Argiles de Saïda ».

Nous signalons que ces argiles couvrent de grandes étendues dans cette région

II. CADRE GEOGRAPHIQUE DES GISEMENTS

A. Gisement de Djebel Ben Kmar

Ce gisement est situé à environ 6Km à l'Est de la localité de la station hydrothermale de Hamm Rabi et à 12Km au Nord-Est de la ville de Saïda, plus précisément sur le bord gauche de la route qui mène à Aïn Soltane (**Fig. 07**).

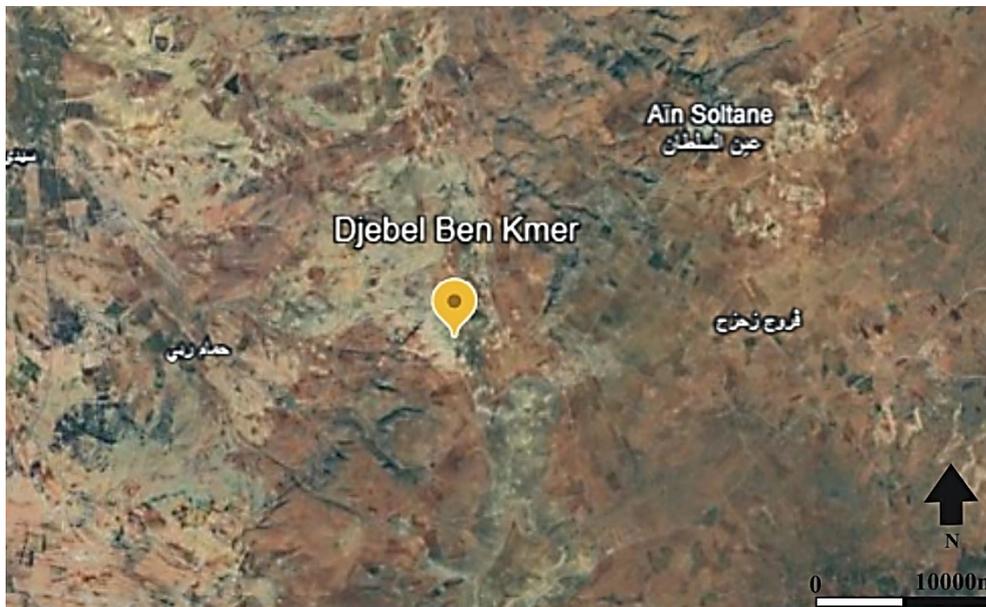


Fig. 07 : Photo satellitaire de gisement de Djebel Ben Kmar.
(Google Earth)

B. Gisement d'Aïn Manaa

Le secteur de Manaa se situe dans l'extrémité méridionale des Monts de Saïda et plus précisément à plus de deux Km au Sud-Ouest de la Daïra d'Aïn El Hadjer et à 13Km au Sud de la ville de Saïda (**Fig. 08**).



Fig. 08 : Photo satellitaire de gisement d'Ain Manaâ.
(Google Earth)

III. GEOLOGIE DES GISEMENTS

A. Gisement de Djebel Ben Kmar

Au sein de Djebel de Ben Kmar, on reconnaît trois formations lithologiques, qui sont de bas en haut :

1. Dolomie de Balloul

Il s'agit d'une succession des dalles dolomitique dans leur ensemble mal stratifié et de teinte beige. Ce sont des dalles carbonatées très massifs, qui forment un empilement de quelques bancs décimétriques.

2. Alternance de Ben Kmar

Elle est représentée par une alternance calcaro-marneuse à prédominance marneuses, surtout vers le sommet de la formation. Les fossiles sont représentés par les ammonites, échinodermes et rostrés de bélemnites. Cette formation fait un plus de 12 mètres d'épaisseur (AMARA & MERABTI, 2019).

3. Argile de Saïda

Au-dessus du dernier banc bréchique commence une série argileuse admettant des intercalations gréseuses et carbonatées. Cette formation se distingue aux formations précédentes par sa très grande épaisseur et l'abondance des figures sédimentaires surtout des figures de la semelle du banc, tel que : *Flute casts*, *Groove casts*...etc.

B. Gisement d'Ain Manaa

On peut facilement reconnaître deux formations superposées dans ce gisement séparées par une surface distincte sur le terrain :

1. Argile de Saïda

Elle est représentée par des argiles vertes à fines passées gréseuses et carbonatées. Il s'agit essentiellement d'une épaisse série d'argiles, plus ou moins indurées et finement feuilletée.

2. Grès de Boumedien

A la sédimentation argileuse de la formation des argiles de Saïda succède donc une sédimentation détritique à dominance gréseuse présentant des litages horizontaux plans, des bois silicifiés. L'ensemble de ces caractères se rapporterait à un milieu mixte.

Sur le plan structural, ces deux gisements se caractérisent, par un style tectonique assez accidenté généralement des failles, surtout synsédimentaires, et parfois normales de direction principalement Est-Ouest.

VI. ETUDE LITHOLOGIQUE DES GISEMENTS

A. Secteur de Djebel Ben Kmar

Cette coupe occupe l'extrémité méridionale de Djebel Ben Kmar. Elle est orientée de sud est vers nord est

Elle surmonte le niveau béchique de la formation « brèches phosphatées ». Elle est essentiellement argileuse avec des intercalations de grès et de carbonates. Selon la fréquence des passées gréseuses, cette formation peut être subdivisée en deux membres (**Fig. 09**) :

+

1. Un membre argilo-gréseux et carbonaté à la base

Il a une épaisseur de 58 m. Il s'agit des argiles vertes dans lesquelles apparaissent des fines passées des grès et des calcaires. Il est composé d'argiles verdâtres à passées rougeâtres. Les niveaux de grès sont à grains fins, à ciment argileux ou argilo-carbonaté et sont de teinte brunes à rougeâtre à litages horizontaux plans.

On rencontre à la base des bancs des figures de courant telles que les *flutes castes* et *Groove casts*.

Nous signalons également, que les structures d'origine biologique sont fréquentes : bioturbation, pistes...etc.

Enfin, il est à signaler qu'au sommet du membre, les bancs gréseux s'épaississent (jusqu'au 2 m) et comportent à la surface des rides de courants asymétriques.

2. Un membre argileux au sommet.

Ce sont des argiles verdâtres, légèrement silteuses et pyriteuses, indurées, plus ou moins compactes, d'aspect feuilleté, avec de rare intercalation de grès. Ce membre fait un plus de 23 mètres d'épaisseur.

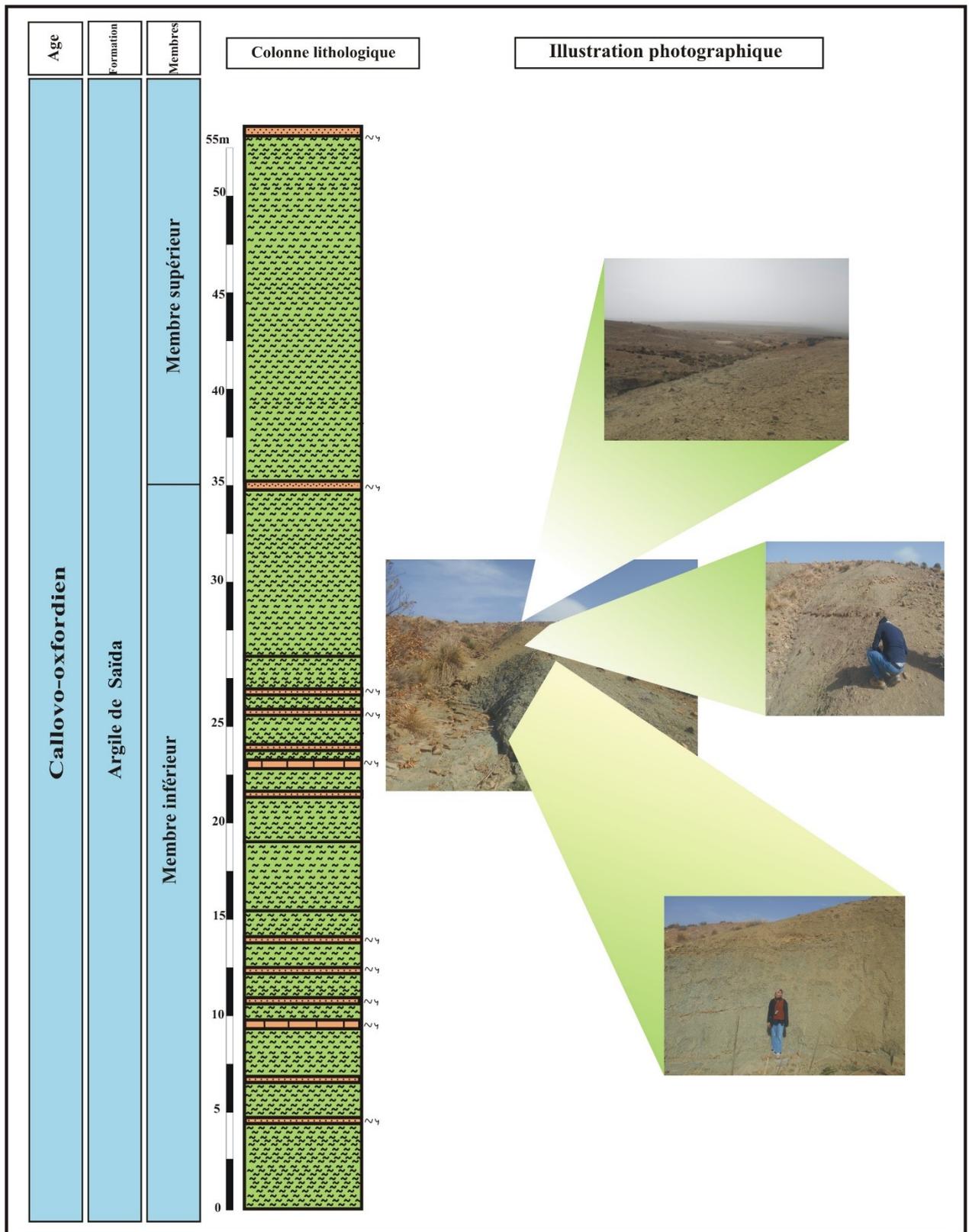


Fig. 09 : Colonne lithologique de la succession de Djebel Ben Kmer

B. Secteur d'Aïn Manaa

C'est en réalité un ensemble de deux formations de bas en haut :

1. Argiles de Saïda

Dans le secteur d'Aïn Manaa les dépôts des argiles de Saïda ont été subdivisés également en deux membres (**Fig. 10**) :

1.1. Un membre argilo-gréseux et carbonaté à la base

C'est une puissante masse d'argiles vertes, ayant des niveaux des grès et des calcaires de plus en plus nombreux dans la partie supérieure. Les argiles sont verdâtres à passées rougeâtres vers le sommet, tendre à indurée, finement micacée et pyriteuse. Tandis que, les grès sont de teinte rougeâtre à la patine et verdâtre à la cassure, à grain fins, à ciment argileux et très riches en figures de bases du banc et des rides de courant. Tandis que, les niveaux carbonatés sont rares et ils sont représentés uniquement par des fines passées de calcaires verdâtres montrant des ripples marks.

1.2. Un membre argileux au sommet.

Il est constitué d'une puissante série entièrement argileuse avec de rares fines intercalations gréseuses. Ces argiles sont verdâtres plus ou moins schisteuses et finement micacées.

2. Grès de Boumedien

A la formation argileuse de la formation des argiles de Saïda, se succède donc une sédimentation détritique à dominance gréseuse présentant des litages horizontaux plans, c'est la formation « des grès de Boumedien ». Cette dernière, débute par un épais banc des grès rougeâtre (20 mètres d'épaisseur), compact, fins et bien classés à ciment argileux. Suivie par une alternance irrégulière d'argiles vertes et de grès rougeâtre.

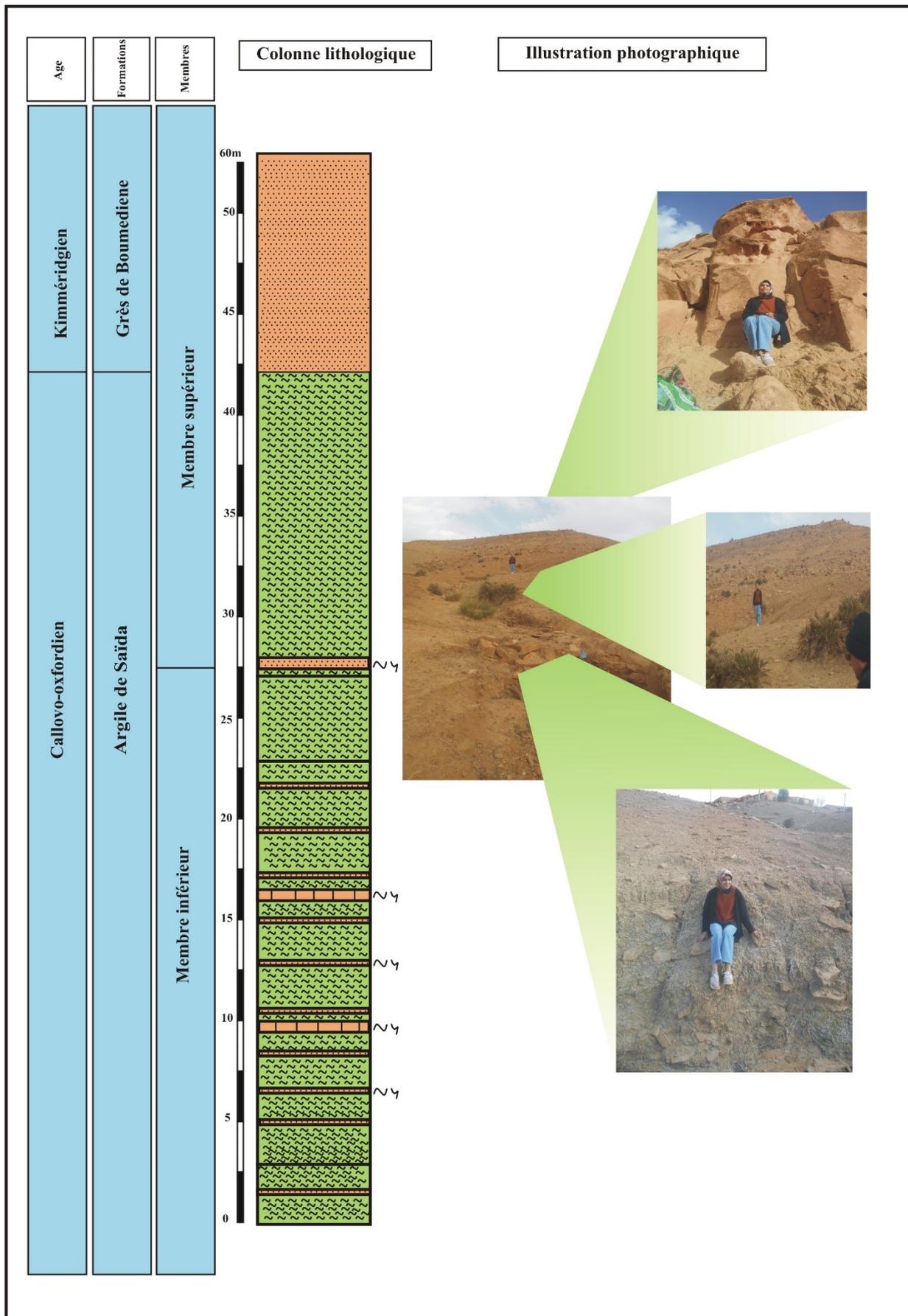


Fig. 10 : colonne lithologique de la succession d'Ain Manaâ

V. CORRELATION LITHOLOGIQUE

Pour illustrer les variations des épaisseurs et des faciès des deux membres lithologiques formant la formation « des argiles de Saïda », nous avons établi une corrélation entre les deux coupes levées (**Fig. 11**).

Cette corrélation montre l'équivalence lithologique et des épaisseurs entre les deux secteurs d'étude. Dans ces dernières, la formation des argiles de Saïda est très développée. Elle est représentée par une série essentiellement argileuse qui a une épaisseur moyenne de 57m environ. S'ajoutant aussi, que cette formation est différenciées en membre inférieur « argilo-gréseux et carbonaté » et en membre supérieur « membre argileux » pour les deux zones. La partie inférieure est un ensemble d'argiles vertes à passées gréseuses et calcareuses et se terminant par un banc de grès rougeâtre. La partie supérieure est dominée par des argiles vertes à rares intercalations.

Cette corrélation montre également, la présence des niveaux gréseux et carbonatés plus fréquent vers la partie basale de la formation.

Par ailleurs, il est à noter que la formation de grès de Boumedién est absente dans le secteur de Djebel Ben Kmar.

A la fin, nous pouvons affirmer que les argiles de Saïda sont suffisamment épaisses, cela offre une possibilité pour pouvoir exploitées dans ces deux gisements.

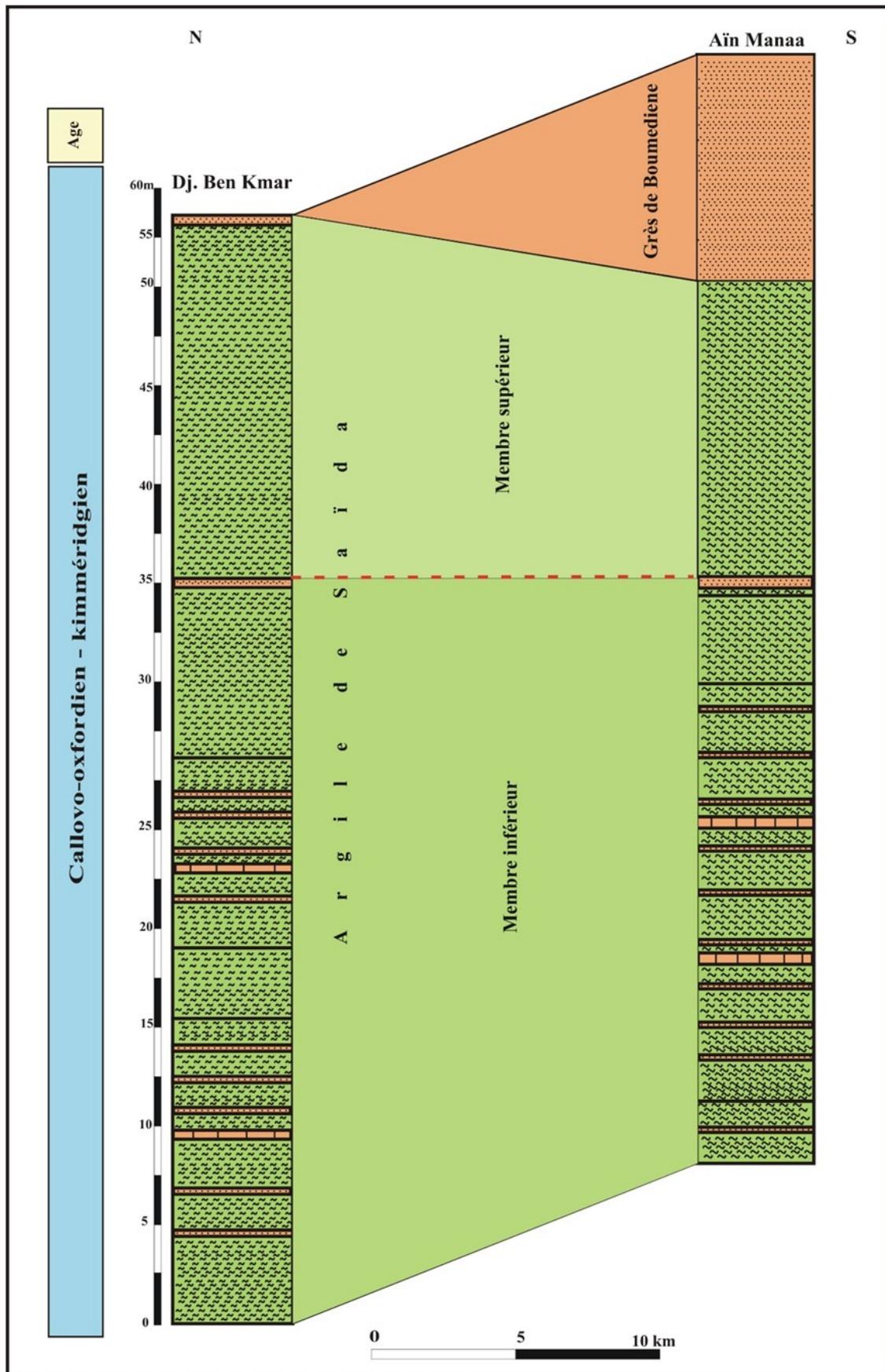


Fig. 11 : Corrélation lithologique entre les deux coupes levées dans le secteur Djebel Ben Kmer aux Nord et le secteur de d'Ain Manaa aux Sud

Troisième Chapitre : **ANALYSE GEOCHIMIQUE**

I. INTRODUCTION

La géochimie a apporté, ces dernières années un apport indiscutable pour l'étude de la qualité des argiles. Elle constitue un outil très important et très performant pour toutes les études d'évaluation de l'intérêt économique des argiles. Dans ce présent travail, cette étude est basée essentiellement sur les analyses chimiques (FRX). Ces analyses ont été effectuées dans le laboratoire de recherche « Spectrochimie et Pharmacologie Structurale » à l'Université de Tlemcen. .

II. ETUDE GEOCHIMIQUE

A. Secteur de Djebel Ben Kmar

1. Analyses chimiques

Les analyses chimiques effectuées sur les quatre échantillons des argiles prélevées de la section de Djebel de Ben Kmer (Tab. 01) montrent que cette substance utile est formée essentiellement de matières organiques dont la teneur dépasse les 30%. Par ailleurs, les éléments fondamentaux (SiO_2 , Al_2O_3 & Fe_2O_3) entrant dans la constitution des argiles de Saïda se distinguent par des valeurs faibles attestant la mauvaise qualité de ces argiles. Les valeurs mesurées pour ces éléments principaux varient respectivement de 7,13 à 11,93 %, soit en moyenne 9.60 % pour la Silice, 2,87 à 5,20%, soit en moyenne de 4.21 % pour l'Aluminium et 2,71 à 3,73%, soit en moyenne 3.29 % pour le Fer.

Cependant, les autres oxydes tel que : NaO, MgO, CaO, TiO, P, S, K_2O , MnO et ZnO, sont marqués par des taux relativement très faible (0,01 à 1,56%).

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	CaO	TiO2	P	S	K2O	Mn	Fe	Zn	PF
Ech 04	0,01	0,06	5,20	11,93	0,01	0,23	0,05	0,09	1,56	0,05	3,73	0,12	
Ech 03	0,19	0,24	4,98	11,34	0,01	0,23	0,08	0,08	1,07	0,06	3,53	0,13	14.43
Ech 02	0,03	0,01	3,02	7,13	0,35	0,20	0,04	0,04	0,93	0,06	2,71	0,13	35.61
Ech 01	0,01	0,01	3,65	8,02	0,01	0,22	0,04	0,02	0,92	0,06	3,21	0,14	

Tab. 01 : Résultat d'analyse chimique des argiles prélevées de la section de Djebel de Ben Kmar

Les résultats de cette analyse chimique sont visualisés par un ensemble de courbes pour chaque élément étudié (**Fig. 12**).

L'évolution de la composition chimique des argiles de Saïda de ce secteur est assez variable (**Fig. 12**). Cependant, le pourcentage des éléments essentiels varient verticalement. A cet effet, les proportions des éléments fondamentaux (SiO_2 , Al_2O_3 & Fe_2O_3) montrent une allure généralement progressive. L'exception faite pour l'échantillon deux où on observe une excursion négative de ces éléments. En revanche, les éléments secondaires enregistrent de très faibles variations des valeurs et ils se distinguent par une évolution homogène le long de la coupe étudiée.

B. Secteur d'Aïn Manaa

1. Analyses chimiques

Les valeurs des oxydes obtenues par les analyses chimiques effectuées sur les deux échantillons prélevés dans la section d'Aïn Manaa sont représentées dans le tableau ci-dessous (**Tab. 02**) :

	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	TiO ₂	P	S	K ₂ O	Mn	Fe	Zn
Ech 02	0,01	0,01	2,87	6,48	0,01	0,20	0,04	0,04	0,62	0,06	2,14	0,15
Ech 01	0,01	0,01	4,29	9,71	0,08	0,22	0,08	0,02	0,91	0,07	5,13	0,13

Tab. 02 : Résultat d'analyse chimique des argiles prélevées de la section d'Aïn Manaa

L'analyse de ces valeurs montre que ces argiles possèdent des valeurs très faibles en éléments chimiques. Ces analyses montrent la pauvreté de cette substance utile en éléments chimiques et la richesse en matières organiques. Cependant, les éléments essentiels entrant dans la composition des argiles tels que : SiO_2 , Al_2O_3 & Fe_2O_3 sont représentés par des faibles valeurs, avec un taux oscillant respectivement entre 4,71% à 6,48% ; 2,87% à 4,29% et 2,14% à 5,13%. Tandis que, la matière organique est représentée par des valeurs moyennes variant de 30 à 35%.

Les autres éléments ? tels que ; NaO, MgO, CaO, TiO, P, S, K₂O, MnO et ZnO sont considérés comme des éléments en traces dont leur pourcentage ne dépasse guère les 1%.

Par ailleurs, on constate un manque des données géochimique sur les argiles de la partie médiane et sommitale de cette dernière section dont on ne peut pas réaliser l'évolution verticale formant ainsi cette matière utile de ladite zone.

En conclusion, il s'est avéré que ces argiles contiennent beaucoup de matière organique et ne sont pas utiles ni à la briqueterie, ni aux cimenteries, mais elles possèdent un intérêt pétrolier très important.

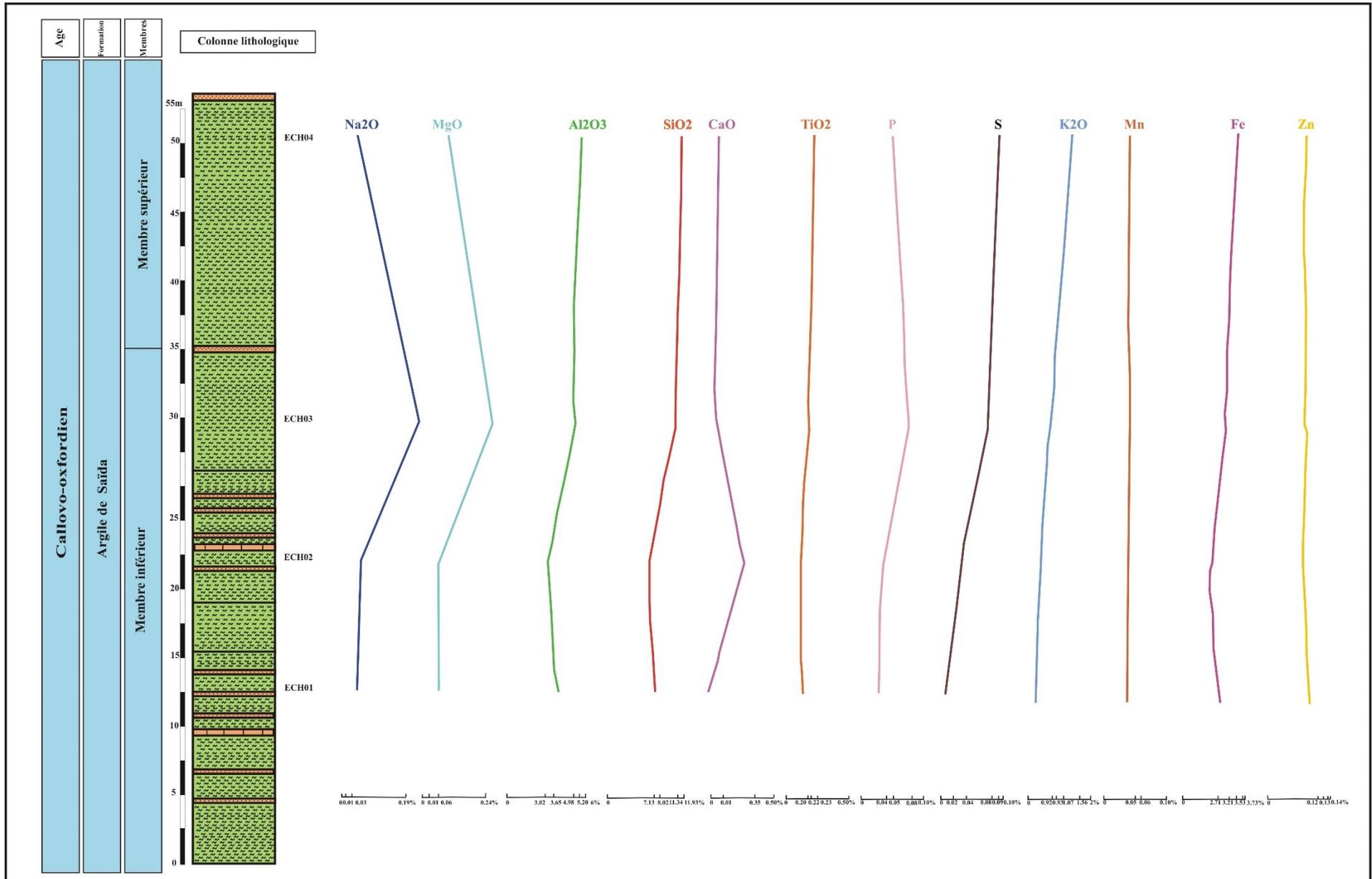


Fig. 12 : Courbes d'évolution verticale de la composition chimique des argiles de Saïda le long de la section de Djebel de Ben Kmar

CONCLUSION GENERALE & PERSPECTIVES

CONCLUSION GENERALE & PERSPECTIVES

I. CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce travail relatif à l'aspect minier des argiles affleurant dans la région de la wilaya de Saïda, nous pouvons conclure par ceci :

A. Sur le plan lithologique

La formation des argiles de Saïda affleure sur l'ensemble de la région de la wilaya de Saïda et est constituée d'une puissante série essentiellement argileuse, contenant quelques passées de grès et de calcaires. Elle est différenciée en membre inférieur « argilo-gréseux et carbonaté » et en membre supérieur « membre argileux ». La partie inférieure est un ensemble d'argiles vertes à passées gréseuses et calcareuses et se terminant par un banc de grès rougeâtre. La partie supérieure est entièrement argileuse avec de rares fines intercalations gréseuses.

La corrélation lithologique entre les deux coupes levées montre l'équivalence des épaisseurs et de la lithologie. Par ailleurs, nous pouvons affirmer que ces argiles sont suffisamment épaisses pour pouvoir exploitées dans nos deux gisements d'étude.

B. Sur le plan géochimique

D'une manière générale et selon leur teneur en matières organiques, les argiles de Saïda dans la région de la wilaya de Saïda peuvent présenter un intérêt pétrolier très important.

Les éléments majeurs qui montrent des teneurs faibles dans les deux gisements d'étude sont : SiO_2 (6.48 à 11.93%), Al_2O_3 (2.87 à 5.20 %) & Fe_2O_3 (2.14 à 5.13%). Cependant, les autres oxydes tel que : NaO, MgO, CaO, TiO, P, S, K_2O , MnO et ZnO, sont marqués par des taux relativement très faible ou négligeable (0,01 à 1,56%).

II. PERSPECTIVES

Suite aux résultats obtenus de ce modeste travail, de nombreuses perspectives nous apparaissent :

- Lever d'autre coupe dans la partie médiane de la région de la Wilaya de Saida ; entre la zone de Ben Kmer au Nord et Ain EL Hadjer au Sud : cela permettrait de mieux suivre l'évolution spatio-temporelle de la Formation de Saida.
- Etendre les investigations géochimiques, cela va nous permettre pour la première fois de mieux valoriser cette substance utile.
- Elargir cette étude Géologique vers l'Est de la Wilaya de Saida et plus précisément dans la Frontière de la Wilaya de Tiaret (Takhmeret) ou cette argile est bien exposée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMARA L. & MERABTI S. (2019)** - Etude biostratigraphique et sédimentologique de jurassique supérieure de djebel ben kmer (Monts de saïda). *Mémoire de Master.*, Université de Tlemcen, 51 p.
- A S G A (2017)** - Les Ressources Minérales de l'Algérie, rapport inédit, 53 p.
- BENEST M. (1973)** - Présence de faciès de haut- fond dans la plateforme carbonatée jurassique supérieur de la région de Beni Bahdel (Monts de Tlemcen, Algérie). *C. R. Acad. Sc.*, Paris, sér. D, t. 276, pp. 1385-1388, 2 fig.
- BENEST, M., GASPARD, D. ET GHALI, M., (1996)** - Les Brachiopodes de l'avant-pays ouestalgérien lors de la phase transgressive maximale du Berriasien supérieur : systématique, environnement, paléogéographie. *Geobios Lyon*, n029, fasc.1, pp.13-34,13 fig., 3 pl.
- BENDELLA M. (2011)** - Ichnology and sedimentology of the "Argiles de Saïda" formation (Callovo-Oxfordian) of the Djebel Brame (Tiaret, Algeria). *Bull. Soc. Géol. France*, t. 182, (5), (sous presse).
- BOUGARA M. (2012)** - Sédimentologie, paléontologie et environnements sédimentaires des dépôts silico-clastiques du Dévonien du môle de Tiffrit (Saïda, Algérie nord occidentale). *Thèse Doctorat.*, Université d'Oran, 168 p.
- BOUTERFA B. (1999)** - Enregistrement sédimentologique et séquentiel des événements CALLOVIENS, OXFORDIENS et KIMMERIDGIENS dans les monts de RHAR ROUBANE (Algérie occidentale). *Mémoire de magister.* , Université d'Oran, 180 p.
- ELMI S. (1973)** - Décrochements et mouvements atlasiques dans la région frontalière algéro-marocaine (Monts de Rhar Roubane). *C. R. Acad. Sc.*, Paris, sér. D, t. 176, pp. 1521-1524.
- OUARDAS T. (1983)** - Sédimentologie des grès de Sidi Amar ou grès de franchetti dans les Monts de Saïda et les Monts de Daïa (Algérie). *Thèse 3^{ème} cycle.*, Université de Grenoble, 206 p.

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Fig. 01 : Situation géographique générale Monts de Saïda (BENEST et al. 1996)	9
Fig. 02 : Localisation géographique de la wilaya de Saïda	10
Fig. 03 : Situation géographique générale des secteurs d'études	11
Fig. 04 : Colonne lithologique synthétique des Monts de Saïda (OUARDAS, 1983)	13
Fig. 05 : Contexte géologique des Monts de Saïda (A. S. G. A., 2017)	15
Fig. 06 : Carte géologique de la région d'étude (Extrait de la carte géologique de Saïda)	16
Fig. 07 : Photo satellitaire de gisement de Djebel Ben Kmar (Google Earth, 2024)	19
Fig. 08 : Photo satellitaire de gisement d'Aïn Manaa (Google Earth, 2024)	20
Fig. 09 : colonne lithologique de la succession de Djebel Ben Kmer	22
Fig. 10 : colonne lithologique de la succession d'Aïn Manaa	24
Fig. 11 : Corrélation lithologique entre les deux coupes levées dans le secteur Djebel Ben Kmer aux nord et le secteur de d'Aïn Manaa aux sud	26
Fig. 12 : Courbes d'évolution verticale de la composition chimique des argiles de Saïda le long de la section de Djebel de Ben Kmar	29

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tab. 01 : Résultat d'analyse chimique des argiles prélevées de la section de Djebel de Ben Kmar	27
Tab. 02 : Résultat d'analyse chimique des argiles prélevées de la section d'Aïn Manaa	28

LES PLANCHES

PLANCHE 01



Fig01 : Vue panoramique du secteur d'étude (d'Ain Mana)



Fig 02 : Vue panoramique du secteur d'étude (Djebel de Ben Kmar)

PLANCHE 02



Fig 03 : Ride de courant (d'Ain Mana)



Fig 04 : Trace de terriers (Djebel de Ben Kmar)

MEMOIRE DE MASTER

Type de Master : Professionnel

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Géo-Ressources

Titre du mémoire : LES ARGILES CALLOVO-OXFORDIEN DES MONTS DE SAÏDA : INTERET ECONOMIQUE

Auteurs : Amina BOUCHIKHI

Résumé

La formation des argiles de Saïda est bien exposée sur l'ensemble de la région de la wilaya de Saïda. Afin de caractériser la qualité lithologique et géochimique de la substance utile qui constitue cette formation, deux coupes ont été levées dans deux secteurs différents et qui sont respectivement : le secteur de Djebel Ben Kmar au Nord et le secteur d'Aïn Manaa au Sud.

L'étude lithologique a montré que cette formation est une puissante série essentiellement argileuse entrecoupée de quelques passées de grès et de calcaires. A cet effet, nous pouvons donc affirmer, que ces argiles sont suffisamment épaisses dans ces deux gisements pour pouvoir l'exploitées.

En se basant sur les observations des coupes, on déduit deux principaux membres lithologiques ; un membre inférieur constitué d'une alternance argilo-gréseux et carbonaté

et un membre supérieur, essentiellement argileux, en concordance sur le membre précédant.

. Par ailleurs, l'évolution latérale de cette formation montre l'équivalence des épaisseurs et de la lithologie entre les deux secteurs étudiés.

D'un point de vue géochimique, ces argiles présentent une pauvreté en éléments primaires tel que : SiO_2 , Al_2O_3 et Fe_2O_3 et une proportion considérable de matière organique, cela dit, cette région peut être une source potentiel du pétrole. En revanche, les autres éléments, notamment le sodium, le magnésium, le calcium, le titane, le phosphore, le soufre, le potassium, le manganèse et le zinc, présentent des pourcentages nettement faibles parfois négligeables

Mot clés : Monts de Saïda, Djebel Ben Kmer, Aïn Manaa, argile de Saïda, lithologie, géochimie.

