

**République Algérienne Démocratique et Populaire.**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.**

**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**

**Faculté des Sciences Biologique et des Sciences Agronomiques.**

**Département des Sciences Géologiques.**



**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de :  
Master en Géologie.**

**Option : Géologie des Bassins Sédimentaires.**

**Thème :**

**Caractérisation sédimentologiques et tectoniques du massif Ighoulad  
Tefrent dans la commune d'At Bouaddou (flanc Nord du Djurdjura)**

Thème proposé et encadré par : M. ACHOUI M'hand

Réalisé par : - BOUNIF Lyes

- LADREM Amar

Soutenu publiquement le 30/06/2025 devant le jury composé de :

M.AMROUCHE Farid	MAA / UMMTO	Président
M.BRAHMI Boualem	MAA / UMMTO	Examineur
M.ACHOUI M'hand	MAA / UMMTO	Promoteur
M. AIGOUN Chabane	Enseignant Retraité / UMMTO	Invité

**Année universitaire :2024/2025.**

# Remerciement

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre gratitude au Dieu Tout-Puissant, qui nous a donné la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.

Au premier lieu, nos pensées reconnaissantes vont à nos familles respectives et surtout nos parents, pour leur soutien moral, leurs encouragements constants et leur confiance tout au long de notre parcours.

Nos remerciements les plus sincères pour notre promoteur Monsieur **ACHOUI M'hand**, tout d'abord pour avoir proposé ce thème pour notre mémoire de fin d'étude, pour sa précieuse disponibilité, ses conseils avisés, sa bienveillance et son accompagnement tout au long de la réalisation de ce mémoire. Son soutien scientifique et humain a été fondamental pour la réussite de ce travail.

Nous remercions également :

Monsieur **BRAHMI Boualam** pour avoir accepté d'examiner notre travail. Nous le remercions chaleureusement pour son aide précieuse dans l'analyse structural et surtout dans la projection, que ce soit à travers le temps qu'il nous a consacré, ou sa disponibilité constante, toujours accompagnée de pédagogie et de patience, tout au long de notre parcours universitaire.

Monsieur **AMROUCHE Farid**, pour avoir accepté de présider le jury et pour sa présence durant notre cycle universitaire et dans tous nos stages sur le terrain.

Mademoiselle **OUIKEN Karima** pour son aide pour la description des lames minces pour ce mémoire ainsi que tout ce qu'elle nous a enseigné durant tout notre parcours.

Monsieur **AIGOUN Chabane** et Monsieur **ABDESSLAM Malek** pour leur aide précieuse en nous mettant à disposition la documentation que nous l'avons demandée et qui a été très utile durant notre travail.

**Madame ABDERRAHMANI Farida** pour sa présence et son aide au laboratoire durant la confection des lames minces et de mettre à notre disposition le matériel nécessaire.

Et l'ensemble **des enseignants du département de géologie** (Université Mouloud MAMMERI), pour les connaissances qu'ils nous ont transmis au cours de notre formation.

Nous adressons enfin nos remerciements à nos **camarades de promotion**, ainsi qu'à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce mémoire.

# Dédicace

*Je dédie ce mémoire à toutes les personnes qui ont marqué de près ou de loin ce parcours académique.*

## À ma chère mère

*Aucune dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, tu as été présente à chaque moment de ma vie, dans les instants de bonheur comme dans les épreuves les plus difficiles. Bien plus qu'une mère aimante, tu as su être un père fort, un pilier indéfectible. Tu as tout donné, sans jamais compter, portant nos douleurs dans le silence, et te battant chaque jour pour que je ne manque de rien. Tu représentes à mes yeux le courage, le sacrifice et l'amour dans sa forme la plus pure. Tu m'as appris à avancer fièrement, à ne jamais baisser les bras, et à croire en moi, même dans les moments de doute. Par ta force tranquille et ton cœur immense, tu m'as offert bien plus que ce qu'une personne pouvait espérer. Chaque page de ce mémoire, chaque pas sur ce chemin, porte ton empreinte. Ce travail t'est dédié, maman, en hommage à tout ce que tu es, et à tout ce que tu as fait pour moi. Tu es la lumière de ma vie, mon modèle, ma plus grande fierté. Je t'aime au-delà des mots, et je te promets de toujours faire honneur à ton amour et à ta force.*

## À ma famille

*Mon premier cercle, mon repère, mon refuge. Pour leur encouragement constant et leur présence rassurante, leur amour inconditionnel, leur soutien constant et leurs innombrables sacrifices. Vous avez cru en moi, même dans mes silences, et vous avez semé en moi la force de poursuivre mes rêves.*

## À mes amis

*Ma deuxième famille, Khaled, Yanis, Bilal, mon binôme Lyes, mon copain de chambre Jigo, Ibrahim, Malik, Hakim, Youyou, Aziz, Rafik, Amel, Radia, Titam, Lydia, Lyna, Maya, et à tous ce qui ne sont pas mentionnés mais je porte dans mon cœur.*

*Ceux qui ont été là dans les moments d'effort comme dans ceux de doute, ceux avec qui j'ai partagé bien plus que des études : des rires, des silences, des encouragements, des nuits blanches, et tant de souvenirs inoubliables. Merci pour votre soutien indéfectible, vos mots qui apaisent, vos gestes simples mais vrais. Votre présence m'a souvent redonné courage quand je vacillais, et votre amitié a été une véritable force tout au long de ce parcours. Ce mémoire vous est dédié, en témoignage de ma gratitude et de l'importance que vous avez dans ma vie.*

*Mon succès n'est pas un miracle, c'est une lente orogenèse. Il a fallu des millions de secousses invisibles pour qu'une chaîne se forme.*

**LADREM Amar**

# Dédicace

*Je dédie ce travail à mes parents bien aimé, le socle précambrien de mon existence, je tiens à vous dire que vos bras ont toujours été mon premier refuge, vos paroles mes plus précieuses leçons, vos sacrifices la subduction qui a fait plonger vos désirs pour faire émerger les miens. Merci d'avoir transformé mes rêves en réalité, mes doutes en défis, et mes échecs en victoires. Votre foi inébranlable en moi fut la boussole qui m'a mené jusqu'à ces lignes. Puissent ces pages incarner un fragment de la fierté que vous m'avez enseignée.*

*À mon cher frère et ma chère belle-sœur, même si vous n'êtes pas toujours présent à mes côtés mais comment puis-je me passer de votre soutien morale et physique que vous m'apportez à chaque fois, la complicité qui nous unis a été l'oxygène de mes jours difficiles. Merci d'avoir été cette main qui me relevait quand je touchais le fond. Chaque idée discutée avec vous a germé dans ce mémoire.*

*À ma famille, vous avez crû en moi et vous m'avez appris à être déterminé et ne pas baisser les bras quoi que ça soit la situation, vous étiez mes premiers enseignants même avant l'école je vous remercie pour vos encouragements si précieux et votre présence quotidienne qui m'a donné de la force pour que ce jour arrive.*

*À mes camarades de promotion je tiens à vous remercier pour toutes ces années d'entraide silencieuse, pour votre contribution précieuse, pour vos échanges intellectuels stimulant. Vous avez transformé l'exigence académique en une partie de plaisir. Je tiens aussi à dédier ce travail à mes meilleurs amis mon binôme Amar, Lydia et Billal. Vous étiez des inconnus pour moi au début de cette aventure universitaire et vous voilà maintenant comme des frères et sœurs je vous remercie pour votre patience infinie, votre complicité et votre soutien moral. Je n'oublierai jamais nos fous rires, nos révisions tardives, nos stages de terrains ...etc. Je tiens à vous dire que cette réussite est la NOTRE et sans vous ce diplôme n'aurait pas la même saveur. A notre avenir !*

*À tous mes amis qui étaient là quand j'en avais besoin, je vous remercie pour vos encouragements et votre soutien quotidien qui me donne assez de force pour continuer de me perfectionner de plus en plus et d'avancer dans mon parcours scolaire.*

***Comme les couches sédimentaires, chaque étape de ma vie a sagement empilé ses leçons.  
Mon succès est un stratotype***

**BOUNIF Lyes**

## Résumé

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre d'une étude géologique approfondie de la dorsale Kabyle, plus précisément dans la région de Aït Djemaa, située au sein de la dorsale médiane dans le Djurdjura, au nord de l'Algérie. La dorsale Kabyle fait partie intégrante de la chaîne alpine des Maghrébides, issue de la collision entre les plaques tectoniques africaine et eurasienne.

L'étude aborde dans un premier temps le cadre géodynamique et tectonique régional, en expliquant l'évolution de la chaîne maghrébine à travers différentes phases : rifting mésozoïque, subduction cénozoïque et collision miocène. La dorsale Kabyle se distingue par une structure complexe composée de plusieurs unités géologiques (dorsale interne, médiane, externe), formées de roches mésozoïques à paléogènes sur un socle métamorphique.

L'approche méthodologique combine les observations de terrain (log stratigraphique, reconnaissance de structures plissées et structures faillées), de l'échantillonnage lithologique et des analyses microscopiques de lames minces. Deux coupes géologiques principales ont été levées et étudiées : la première dans le Lias supérieur, marquée par des calcaires à silex (Mudstone, Packstone), la seconde dans l'Éocène, avec des dépôts marneux, conglomératiques et gréseux.

Les analyses sédimentologiques et paléontologiques ont permis d'identifier différents faciès reflétant une évolution environnementale depuis des milieux profonds marins (marnes, Ammonitico Rosso) jusqu'à des environnements fluviatiles (conglomérats, grès). La présence de nummulites, d'ammonites et d'autres microfossiles permet une datation précise et une reconstitution paléoenvironnementale.

Du point de vue structural, la zone est très tectonisée, avec une coexistence de déformations ductiles (plis) et cassantes (failles, décrochements, cisaillements). Plusieurs types de plis (plis droits, plis déjetés) ont été identifiés et classifiés selon la méthode de Fleuty (1964), révélant une vergence dominante vers le NO avec un champ de contraintes principal NE-SO. Les failles et décrochements observés témoignent de la complexité de la déformation post-collisionnelle.

En conclusion, ce travail met en lumière la complexité géologique et tectonique de la dorsale Kabyle, à travers une étude intégrée combinant stratigraphie, sédimentologie et géologie structurale. Il contribue à la compréhension de l'histoire tectonique du nord de l'Algérie et à la reconstitution des environnements anciens.

## Summary

Our thesis is part of an in-depth geological study of the Kabyle Dorsale, specifically in the Aït Djemaa region, located within the median dorsal zone of the Djurdjura Mountains in northern Algeria. The Kabyle Dorsale is an integral part of the Maghrebide Alpine chain, formed as a result of the collision between the African and Eurasian tectonic plates during the Cenozoic era.

The study first addresses the regional geodynamic and tectonic framework, explaining the evolution of the Maghrebide chain through several phases: Mesozoic rifting, Cenozoic subduction, and Miocene collision. The Kabyle Dorsale stands out for its complex structure, composed of several geological units (internal, median, and external dorsales), made up of Mesozoic to Paleogene rocks over a Paleozoic metamorphic basement.

The methodological approach combines field observations (stratigraphic logging, fold and fault recognition), lithological sampling, and microscopic analysis of thin sections. Two main geological sections were studied: the first in the Upper Lias, characterized by cherty limestones (mudstone, packstone), and the second in the Eocene, with marly, conglomeratic, and sandy deposits.

Sedimentological analyses allowed the identification of different facies reflecting an environmental evolution from deep marine settings (marls, *Ammonitico Rosso*) to fluvial environments (conglomerates, sandstones). The presence of nummulites, ammonites, and other microfossils enables precise dating and paleoenvironmental reconstruction.

From a structural perspective, the area is highly tectonized, exhibiting both ductile (folds) and brittle (faults, strike-slips, shear zones) deformations. Several types of folds (upright, asymmetric) were identified and classified according to Fleuty's method (1964), showing a dominant vergence toward the northwest and a principal stress field-oriented NE–SW. The observed faults and strike-slips reflect the complexity of post-collisional deformation.

In conclusion, this work highlights the geological and tectonic complexity of the Kabyle Dorsale through an integrated study combining stratigraphy, sedimentology, and structural geology. It contributes to the understanding of the tectonic history of northern Algeria and the reconstruction of ancient environments.

## **Sommaire :**

Introduction générale et problématique.	1
Méthode de travail.	2
<b><u>Chapitre I : généralités.</u></b>	<b>3</b>
<b><u>Partie I : La chaîne des Maghrébides.</u></b>	<b>4</b>
Introduction au Maghrébides.	4
La chaîne des Maghrébides en général.	4
La chaîne des Maghrébides algérienne.	5
I. Les zones internes :	5
I.1 Le socle Kabyle.	5
I.2 La chaîne calcaire.	6
I.3 Le domaine des Flyschs	7
I.3.A Flyschs maurétanien.	8
I.3.B Flyschs massylien.	8
I.3.C Flyschs numidien.	8
I.4 L'Oligo-Miocène Kabyle.	9
I.5 Le bassin Miocène post-nappe.	10
II Les zones externes :	12
II.1 Le domaine des nappes de charriage.	12
II.1.1 Nappes Supérieures.	12
II.1.2 Nappes Intermédiaires.	12
II.1.3 Nappes Inférieures.	12
III-Le cadre géodynamique et tectonique des Maghrébides.	13
<b><u>Partie II : La dorsale Kabyle :</u></b>	<b>15</b>
I Introduction et situation géographique.	15
II Cadre géologique.	15
II.1 Dorsale interne.	16
II.2 Dorsale médiane.	16
II.3 Dorsale externe.	16
III Plan lithostratigraphique.	18

III.1 Socle Kabyle. _____	18
III.2. Le Paléozoïque kabyle. _____	19
III.2.1.A La série infra-Dévonienne. _____	19
III.2.1.B La formation carbonatée du Dévonien. _____	19
III.2.2. La formation du Carbonifère. _____	20
III.3. La couverture mésozoïque. _____	21
III.3.1 Le permo-trias. _____	21
III.3.2 Jurassique inférieur. _____	21
III.3.2.A Le Rhétien-Hettangien. _____	21
III.3.2.B Lias inférieur. _____	21
III.3.2.C Lias supérieur. _____	21
III.3.3 Jurassique moyen et supérieur. _____	21
III.3.3.A Dogger. _____	21
III.3.3.B Le malm. _____	21
III.3.4 Crétacé. _____	21
III.3.4.A Crétacé inférieur. _____	21
III.3.4.B Crétacé supérieur. _____	21
III.3.4.C Cénomanién-turonien. _____	23
III.3.4.D Sénonien. _____	23
III.3.4.E Paléogène. _____	23
IV. Contexte tectonique. _____	23
V. Évolution géodynamique de la dorsale Kabyle. _____	24
V.1. La Dorsale kabyle (ou zone des Dorsales). _____	24
V.2. Le domaine tellien. _____	24
V.3. La Dorsale kabyle dans le cadre téthysien. _____	24
VI. Conclusion. _____	24
<b>Chapitre II : sédimentologie</b> _____	<b>26</b>
I. Situation géographique de la zone d'études. _____	27
II. Introduction à la sédimentologie. _____	29

III. Travaux réalisés sur le terrain. _____	30
IV. Échantillonnage. _____	31
V. Travail au laboratoire. _____	31
VI. Étude sédimentologique. _____	33
VII. Description des lames minces. _____	35
VIII. Conclusion. _____	36
<b><u>Chapitre III</u> Analyse structurale _____</b>	<b>39</b>
<b><u>Partie 1</u> : La déformation souple _____</b>	<b>40</b>
I. Introduction. _____	40
II. Zone d'étude. _____	41
III. Interprétation des données. _____	42
IV. Conclusion. _____	48
<b><u>Partie II</u> : La déformation cassante _____</b>	<b>49</b>
I. Introduction. _____	49
II. Les failles. _____	50
III. Les décrochements. _____	51
IV. Les cisaillements. _____	52
V. Conclusion. _____	55
<b><u>Chapitre IV</u> Conclusion générale et discussion _____</b>	<b>57</b>

**Liste des figures :**

**Chapitre 1 : généralités / partie 1 : la chaîne des maghrébides :**

**Figure I.1** : L'orogène alpin péri-méditerranéen (d'après Durand-Delga, 1969).....4

**Figure I.2** : Position des différentes unités géologique des Maghrébides (Domzig, 2006).....5

**Figure I.3** : A – Colonne synthétique des différents ensembles tectono métamorphiques du socle Kabyle (Gani ;1988).....6

B- Couverture paléozoïque (partie supérieure) et mésozoïque associé à la Dorsale calcaire, Grande Kabylie (Djurdjura, Gélard, 1979).....	6
<b>Figure I.4 :</b> Vue vers le sud de la Dorsale Kabyle (GK : Djurdjura), le socle et le bassin miocène de Tizi-Ouzou (Magné et Raymond, 1974), (b) Dorsale externe (Lias), Djurdjura, Grande Kabylie). Vers le nord, le socle est recouvert localement par des flyschs. Les limites entre les différents domaines sont très approximatives. (Arab Mohamed 2016).....	7
<b>Figure I.5 :</b> Reconstitution paléogéographique des différents domaines des Maghrébides du Crétacé inférieur (d'après Bouillin, 1986).....	7
<b>Figure I.6 :</b> Position des nappes de flyschs par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides (coursgeologie.com/la-chaine-des-maghrébides).....	8
<b>Figure I.7 :</b> 8-A Colonne stratigraphique synthétique du flysch massylien de Tagdint (Petite Kabylie) (Gélard, 1979).....	9
8-B Flysch maurétanien type Guerrouch (Jijel, Petite Kabylie, Durand Delga,1971 ; Bouillin,1978).....	9
<b>Figure I.8 :</b> Coupe litho-stratigraphique de l'Oligo-Miocène kabyle dans la région de Tizi n'Telata, route Tizi-Ouzou- Ouadhias (Grande Kabylie). (Arab Mohamed, 2016).....	10
<b>Figure I.9 :</b> Colonne stratigraphique de la série miocène de Taguersift-Fréha (Marie-Denise Courme-Rault, Alain Coutelle ; 1979).....	11
<b>Figure I.10 :</b> Les grands ensembles de l'édifice structural alpin de l'Algérie du nord orientale (Durand Delga 1969).....	12
<b>Figure I.11 A :</b> Modèle de reconstruction géodynamique et cinématique de l'édification de la chaîne des Maghrébides (modifié et complété de Vergès & Sàbat,1999 ; Frizon de Lamotte et al., 2000).....	13
<b>Figure I.11 B :</b> Évolution géodynamique des orogènes périméditerranéens et les Maghrébides.....	14

**Chapitre 1 : généralités / Partie 2 : la dorsale Kabyle :**

<b>Figure I.12 :</b> carte du nord de l'Algérie indiquant la position géographique du Djurdjura. Wikipédia (modifié).....	15
<b>Figure I.13 :</b> Cadres géographiques et géologiques schématiques de la Dorsale de Grande Kabylie (Djurdjura et massif de Chellata) et localisation des sites fossilifères considérés dans le présent travail (d'après Cattaneo <i>et al.</i> 1999).....	16
<b>Figure I.14 :</b> image satellite de la dorsale Kabyle et les différentes unités (Google Earth, modifiée).....	17
<b>Figure I.15 :</b> Lithostratigraphie du Paléozoïque de la Dorsale interne. (Naak F,2010).....	19

<b>Figure I.16</b> : Carte géologique du Djurdjura par M. J. Flandrin, 1952.....	<b>25</b>
--	-----------

**Chapitre 2 : Sédimentologie**

<b>Figure II.1</b> : Carte géographique de la wilaya de TIZI-OUZOU (situation géographique de la zone d'étude).....	<b>27</b>
---	-----------

<b>Figure II.2</b> : Situation géographique du village Ath Djemaa (Wikipédia).....	<b>28</b>
--	-----------

<b>Figure II.3</b> : image satellite Google Earth montrant la zone d'étude.....	<b>28</b>
---	-----------

<b>Figure II.4</b> : situation géographique de la zone d'étude.....	<b>29</b>
---	-----------

**A** : Image satellite montrant la situation géographique de la zone d'étude dans la dorsale Kabyle

**B** : Zoom du cadre en pointillé (A) : Photo de la zone d'étude.

<b>Figure II.5</b> : A. Photo montrant la Position des coupes 1 et 2 dans la zone d'étude / B. photo Zoom sur la falaise.....	<b>31</b>
---	-----------

<b>Figure II.6</b> : Log lithologique du Lias supérieur.....	<b>38</b>
--	-----------

<b>Figure II.7</b> : Log stratigraphique de l'écène.....	<b>39</b>
--	-----------

**Chapitre 3 : Analyse structurale / Partie 1 : La déformation souple**

<b>Figure III.1</b> : Quelques types de plis.....	<b>41</b>
---	-----------

<b>Figure III.2</b> : Les éléments d'un pli.....	<b>41</b>
--	-----------

<b>Figure III.3</b> : image satellite montrant la zone des plis.....	<b>42</b>
--	-----------

<b>Figure III.4</b> : Classification géométrique des plis selon Fleuty (1964).....	<b>42</b>
--	-----------

<b>Figure III.5</b> : Photo et projection du pli n°1.....	<b>43</b>
---	-----------

<b>Figure III.6</b> : Photo et projection du pli n°2.....	<b>44</b>
---	-----------

<b>Figure III.7</b> : Photo et projection du pli n°3.....	<b>44</b>
---	-----------

<b>Figure III.8</b> : Photo et projection du pli n°4.....	<b>45</b>
---	-----------

<b>Figure III.9</b> : Photo et projection du pli n°5.....	<b>45</b>
---	-----------

<b>Figure III.10</b> : Photo et schéma du pli n°6.....	<b>46</b>
--	-----------

<b>Figure III.11</b> : projection du pli n°6.....	<b>46</b>
---	-----------

<b>Figure III.12</b> : Photo et schéma du pli faillé n°1.....	<b>47</b>
---	-----------

<b>Figure III.13</b> : projection du pli faillé n°1.....	<b>47</b>
--	-----------

<b>Figure III.14</b> : Photo et schéma du pli faillé n°2.....	<b>48</b>
---	-----------

**Figure III.15** : Photo et schéma et projection du pli faillé n°2.....48

**Chapitre 3 : Analyse structurale / Partie 2 : La déformation cassante**

**Figure III.16** : Coupe géologique de la zone d'étude.....50

**Figure III.17** : Les types de faille.....51

**Figure III.18** : photo du décrochement sénestre.....52

**Figure III.19** : vue lointaine du premier mouvement de cisaillement.....53

**Figure III.20** : Une vue plus proche du premier mouvement du cisaillement.....54

**Figure III.21** : Vue de loin du deuxième mouvement du cisaillement.....55

**Figure III.22** : Image et schéma du deuxième mouvement du cisaillement.....55

**Liste des planches :**

**Planche II.1** : Différentes étapes au laboratoire pour la confection des lames minces..... 33

**Planche II.2** : photos des différentes lames minces de la première coupe sous microscope optique à lumière transmise..... 34

**Planche II.3** : photos des différentes lames minces de la deuxième coupe sous microscope optique à lumière transmise.....35

## **Introduction générale et problématique**

Le Djurdjura est un massif montagneux emblématique du nord de l'Algérie, appartenant à la chaîne tellienne des Montagnes de l'Atlas. Il constitue une partie de la dorsale kabyle, et se situe principalement dans la région de Kabylie, au sud de la wilaya de Tizi Ouzou, mais s'étend aussi sur les wilayas de Bouira et Béjaïa.

Le Djurdjura a fait l'objet de plusieurs études géologiques, les premières ont commencé à l'aube de la colonisation française telles que les études menées par Ficheur (1890). Ce dernier a décrit la géologie du Djurdjura et s'est intéressé à la tectonique du tell algérien.

Par la suite, les travaux de Flandrin (1952), Durand Delga (1969), Gélard (1979), Bouillin (1986), (Naak 1988 et 1996), (Saadallah 1996) ...etc. se sont intéressés aux études du remplissage sédimentaire durant le Mésozoïque notamment le Lias qui forme l'essentiel des affleurements de la chaîne, et le Cénozoïque, ère géologique durant laquelle s'est structurée dans un contexte tectonique global à l'origine de toutes les chaînes alpines périméditerranéenne.

La description des structures, à petite échelle, qui constituent la chaîne sont pour la plupart non décrites, dans le cadre de ce modeste travail, nous avons bien voulu travailler dans le majestueux Djurdjura et tenter de décrire une de ses structures qui se situe à la limite de l'unité interne de la dorsale kabyle, dans la commune d'ATH BOUADDOU et il s'agit du massif dit IGHOULAD TEFRENT.

Outre, la reconnaissance sur le terrain des formations liasiques et éocènes par leurs contenu fossilifères typique, telles que les ammonites et les nummulites, nous nous sommes intéressés à l'étude structurale pour caractériser les détails de la déformation de ce petit massif, par l'analyse des marqueurs de la déformation que nous avons pu observer.

## **Méthode de travail**

Pour la réalisation de notre mémoire de fin d'étude de Master 2 en géologie des bassins sédimentaires, nous avons structuré notre travail comme suit :

### 1. Choix du sujet

Nous avons choisi le sujet du Djurdjura proposé par notre promoteur Monsieur ACHOUI. Car c'est un sujet passionnant et riche en documentation (données, bibliographie...etc.) et que le Djurdjura n'a pas révélé tous ses secrets géologiques.

## 2. Problématique

Nous avons remarqué que la plupart des différentes structures qui constituent la chaîne du Djurdjura ne sont pas décrites et étudiées dans leurs moindres détails et pour cela, notre modeste travail consiste à décrire une structure qui se situe à la limite de l'unité interne de la dorsale Kabyle dans la commune d'Ath Bouaddou et il s'agit du massif dit "Ighoulad Tefrent" pour apporter le maximum de nouveautés sur notre zone de recherche.

## 3. Recherche bibliographique

Pour avoir le maximum d'informations sur notre sujet nous avons consulté les anciens travaux réalisés sur le Djurdjura tels que les mémoires de fin d'études, les articles publiés, les revues et les thèses de doctorat. Réalisés par les géologues chevronnés tels que M. Naak (1988,1996) ; D. Delga (1969,1971) ; Flandrin (1952) ; M. Arab (2016) ; M. Medaouri (2014).

## 4. Sorties sur le terrain

Même si nous avons collecté un maximum de données dans la recherche bibliographique, nous avons fait du terrain pour avoir nos propres données et les informations qui sont spécifiques à notre zone d'étude tels que les données sédimentologiques, les faciès, l'étude des coupes et levées de logs, l'échantillonnage...etc. Ainsi que les données tectoniques des failles présentes dans notre zone d'étude ainsi que les mesures des plis.

## 5. Le travail de laboratoire

Après échantillonnage nous avons confectionné des lames minces au niveau de l'atelier des lames minces au département des sciences géologiques à l'université Mouloud MAMMARI pour pouvoir effectuer l'étude sous microscope.

## 6. Plan du mémoire

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres. Au début nous avons évoqué l'introduction générale et la problématique ainsi que la méthodologie entreprise pour réaliser ce travail.

Dans le premier chapitre nous avons présenté le domaine des Maghrébides et les différents ensembles géologiques d'une façon générale puis les généralités sur la dorsale Kabyle.

Le deuxième chapitre concerne le travail personnel dans notre zone d'étude, il s'agit d'une étude sédimentologique où nous avons élaboré deux Log stratigraphique afin de reconstituer les différents milieux de dépôts des sédiments et pouvoir dater notre terrain.

Pour le troisième chapitre nous avons fait l'analyse structurale que ça soit pour ce qui concerne les plis que nous avons traités avec le logiciel Stereonet et que nous avons interprétés et classés selon la classification de Fleuty (1964). Et aussi ce qui concerne les failles (décrochement et cisaillements) pour pouvoir reconstituer l'évolution géodynamique de la zone d'étude.

Enfin le dernier chapitre comprend la conclusion générale et la discussion des résultats.

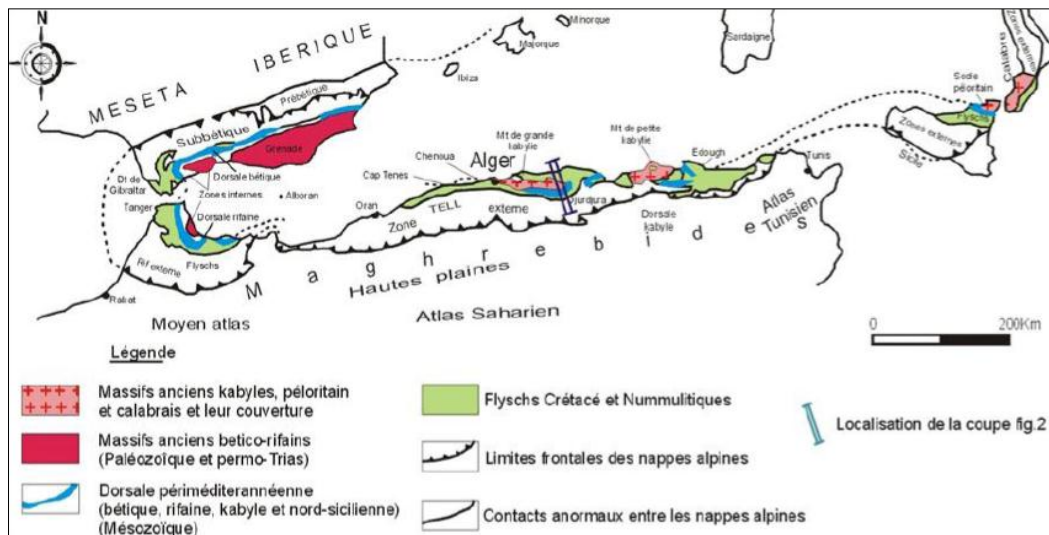
# **Chapitre I :**

## **Généralités**

# Chapitre I : Généralités / 1 : La chaîne des Maghrébides

## Introduction

La chaîne alpine péri-méditerranéenne est un ensemble montagneux formé par la collision des plaques tectoniques africaine et eurasienne au cours du Tertiaire. Elle a une forme d'anneau aplati où l'on distingue classiquement les zones internes, situées à l'intérieur de l'anneau, représentées par différents massifs, dispersés le long de la côte méditerranéenne et les zones externes situées à sa périphérie. Elle s'étend d'Ouest en Est sur 2000km ; depuis le Sud de l'Espagne jusqu'à l'arc Calabro Sicilien. Elle est représentée en Afrique du Nord par la chaîne des maghrébides. (Durand-Delga, 1969). (**Figure I.1**).



**Figure I.1** : L'orogène alpin péri-méditerranéen (d'après Durand-Delga, 1969).

## I : La chaîne des Maghrébides

La chaîne des maghrébides comprend les montagnes de l'atlas tellien ; marocain, algérien et tunisien, appelée également chaîne tello-rifaine. Elle est formée au cours du Cénozoïque suite à la fermeture de la Téthys et à l'ouverture de la mer méditerranée, après le morcellement de l'AlKaPeCa. Elle est structurée durant les phases tectoniques fini-mésozoïque (Sénonien) à Tertiaire (Eocène et Miocène) (Bouillin, 1977) lors de la collision entre les plaques africaines et eurasienne (Frizon de Lamotte et al. 2000, Michard et al, 2002). Elle est composée essentiellement par un complexe rocheux, cristallophyllien (métamorphique et des intrusions magmatiques) à la base constituant le substratum (le socle Kabyle) et d'une couverture sédimentaire à dominance carbonatée (marno-calcaire), exemple de la dorsale Kabyle et des nappes de charriage, et silicoclastique dans les niveaux triasique, d'Oligo-Miocène et Miocène.

Cette chaîne constitue un ensemble géologique très complexe, plissé, fracturé et structuré en nappes, suite à la collision continentale.

## Chapitre I : Généralités / 1 : La chaîne des Maghrébides

### La chaîne des Maghrébides algérienne

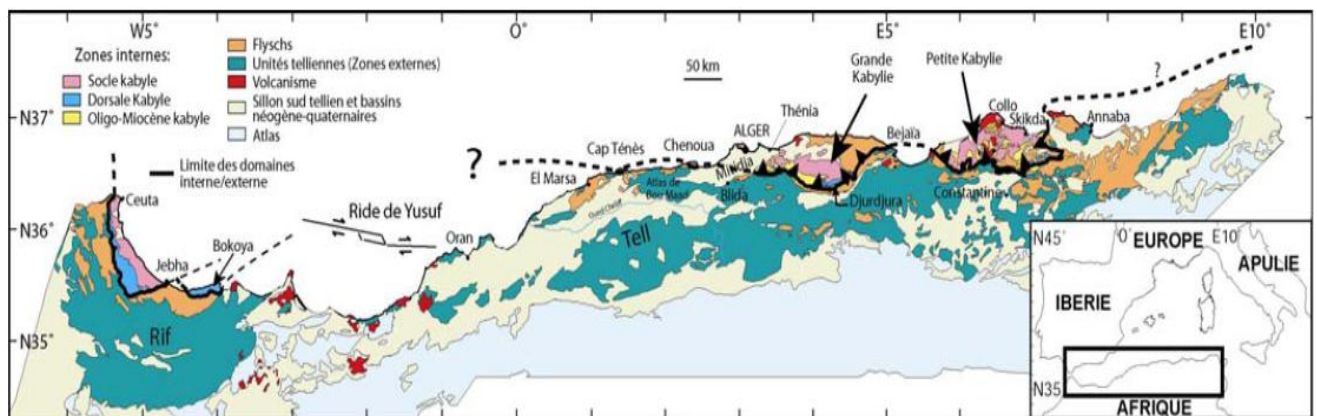
En Algérie, la chaîne des Maghrébides montre du nord au sud les zones suivantes :

#### I Les zones internes

Les zones internes sont formées par les ensembles géologiques suivants : (le socle Kabyle, la chaîne calcaire, les flyschs, l'Oligo Miocène Kabyle et le Miocène post-nappe)

##### I-1 Le socle kabyle

Le socle kabyle est une formation géologique ancienne d'âge d'environ 1.8 à 2.1 Ga qui affleure en Algérie de Ouest en Est dans les massifs du Ténès, Chenoua (à l'Ouest d'Alger), d'Alger, de grande Kabylie et de la petite Kabylie et peut être l'édoough qui est considéré comme étant interne par (Sadallah ; 1992) ou externe par (Bouillin et al ; 1984). (**Figure I.2**).

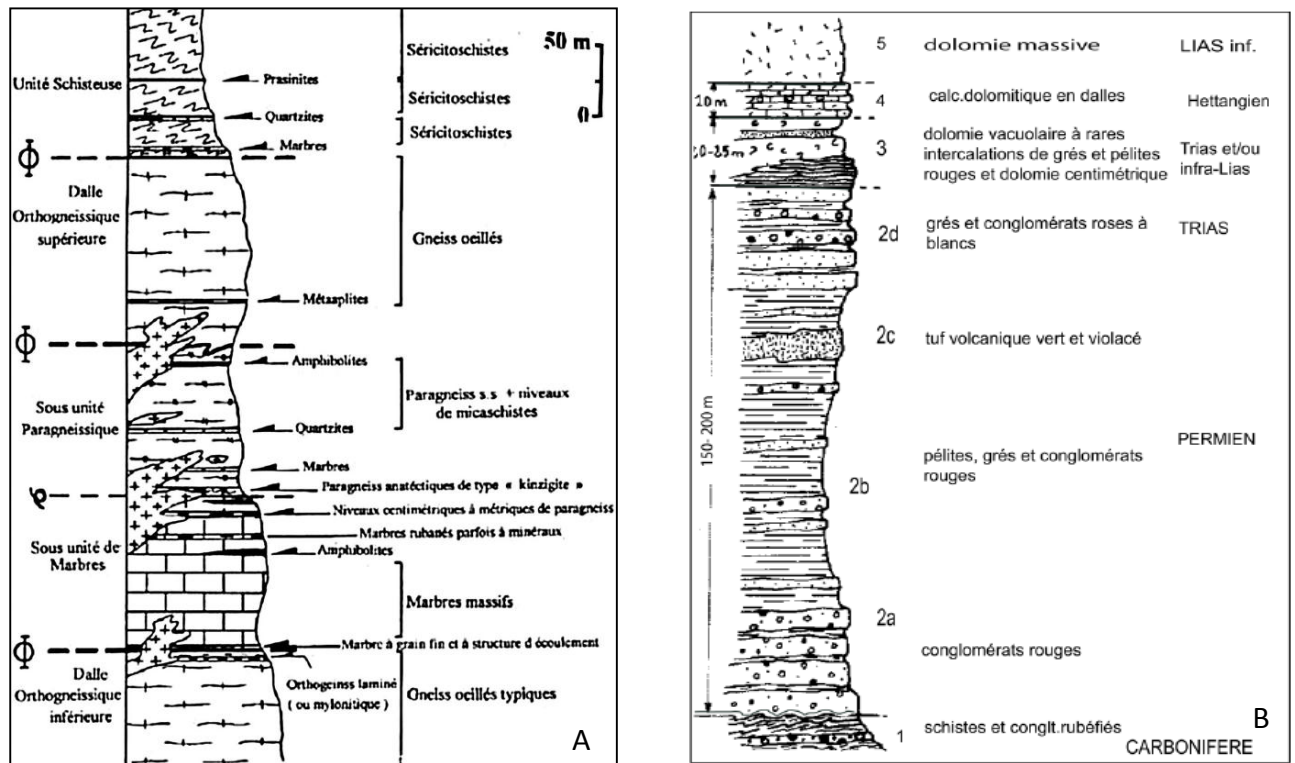


**Figure I.2** : Position des différentes unités géologique des Maghrébides (Domzig, 2006).

Le socle est composé de massifs cristallophylliens métamorphiques (gneiss, marbres, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque (Ordovicien à Carbonifère) peu métamorphique. (**Figure I.3**).

Ces formations appartiennent à la zone interne de la chaîne tellienne et résultent de la collision entre les plaques africaine et eurasiennne au cours du Tertiaire (Durand-Delga & Fontboté, 1980). Sur le plan tectonique, le socle kabyle a subi plusieurs phases de déformation, notamment lors de l'orogénèse hercynienne (Carbonifère) et alpine (Cénozoïque).

## Chapitre I : Généralités / 1 : La chaîne des Maghrébides



**Figure I.3 :** A – Colonne synthétique des différents ensembles tectono métamorphiques du socle Kabyle (Gani :1988).

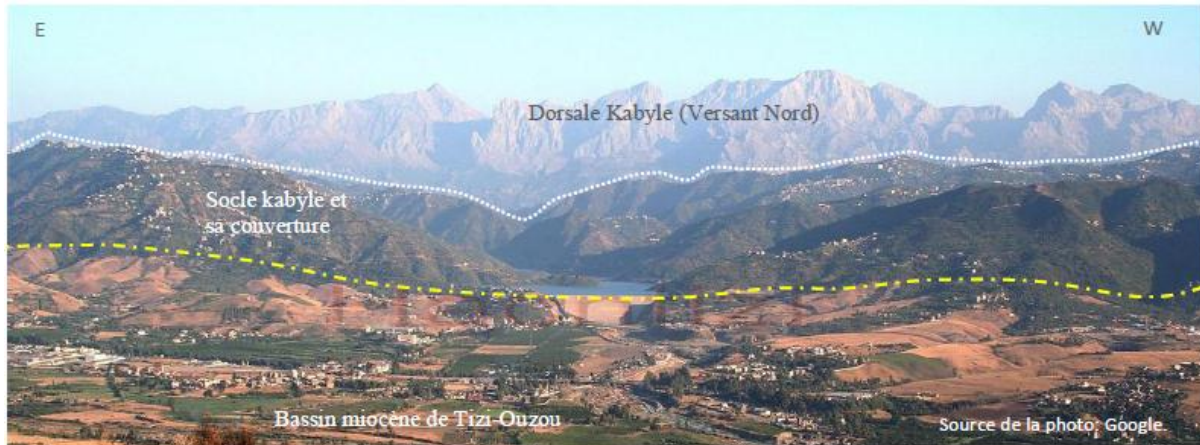
B- Couverture paléozoïque (partie supérieure) et mésozoïque associée à la Dorsale calcaire, Grande Kabylie (Djurdjura, Gélard, 1979).

### I-2 La chaîne calcaire

La chaîne calcaire ou la dorsale kabyle est une structure géologique majeure située dans le nord de l'Algérie, faisant partie de la chaîne alpine de la Méditerranée occidentale. Elle correspond à un ensemble de terrains anciens (socle) et de formations sédimentaires (triasico-liasique à Eocène) qui ont été soulevés et déformés lors des événements tectoniques. Elle s'étend sur près de 60 km, depuis la région de Béjaïa à l'est jusqu'à Ténès à l'ouest (Bouillin, 1986). Elle est subdivisée en deux grands ensembles, en grande Kabylie, nous avons les massifs du Djurdjura et de Chellata et en petite Kabylie, les Babors qui sont séparés par la faille de la Soummam, un accident majeur d'orientation NE-SW.

La dorsale kabyle est composée de couverture sédimentaire par-dessus le socle, on trouve des séries mésozoïques et cénozoïques formées de calcaires et de marnes essentiellement et des grès. (Figure I.4).

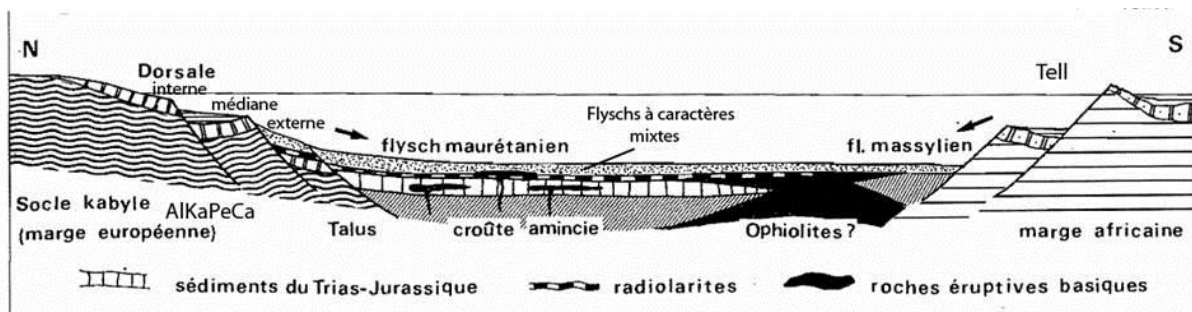
## Chapitre I : Généralités / 1 : La chaîne des Maghrébides



**Figure I.4 :** Vue vers le sud de la Dorsale Kabyle (GK : Djurdjura), le socle et le bassin miocène de Tizi-Ouzou (Magné et Raymond, 1974). (b) Dorsale externe (Lias), Djurdjura, Grande Kabylie). Vers le nord, le socle est recouvert localement par des flyschs. Les limites entre les différents domaines sont très approximatives. (Arab Mohamed 2016).

### I-3 Le domaine des Flyschs

Ce sont des nappes de flyschs d'âge Crétacé – Paléogènes représentés par des dépôts de mer profonde mis en place par des courants de turbidités avec une dominance carbonatée, décollés de leur substratum initial, (J.P. Bouillin, 1986), ils englobent des formations plissées et écaillées. (Figure I.5).



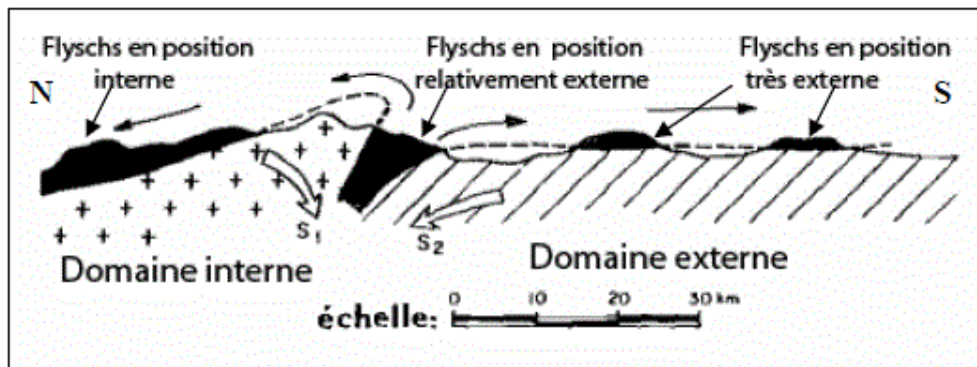
**Figure I.5 :** Reconstitution paléogéographique des différents domaines des Maghrébides du Crétacé inférieur (d'après Bouillin, 1986).

Les flyschs kabyles se présentent sous trois dispositions distinctes :

Position interne, superposées aux massifs kabyles, c'est-à-dire rétrocharriées sur les zones internes, et appelées flyschs Nord-kabyles : (Figure I.6).

Position relativement externe à la bordure Sud de la Dorsale kabyle (flyschs Sud-kabyle)

Position très externe, sous forme de masses isolées flottant sur le Tell charriées jusqu'à une centaine de kilomètres au Sud.



**Figure I.6 :** Position des nappes de flyschs par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides ([coursgeologie.com/la-chaîne-des-maghrébides](http://coursgeologie.com/la-chaîne-des-maghrébides)).

Les flyschs créacés-paléogènes maghrébins sont répartis en deux groupes du Nord au Sud : les flyschs maurétaniens (J.P. Gélard 1969) et les flyschs massyliens (J.F. Raoult 1969) auxquels s'ajoute une troisième série plus récente (Oligo Oligocène supérieur - Burdigalien inférieur miocène), le flysch numidien.

### A). Le flysch maurétanien (P.E. Coiffait 1992)

Il montre des faciès allant du Néocomien à l'Oligocène, relativement épais qui occupent une position interne dans le domaine des flyschs. Il est composé d'alternances de bancs calcaires, des argiles et de grès. La série débute par des radiolarites rouges du Dogger-Malm, ensuite des calcaires fins alternant avec des marnes schistosées d'âge Tithonique-Néocomien surmontés par des niveaux conglomératiques du Paléocène puis des grès d'âge Éocène à Oligocène. (**Figure I.7-B**).

### B). Le flysch Massylien (P.E. Coiffait 1992)

Il occupe une position externe dans le domaine des flyschs.

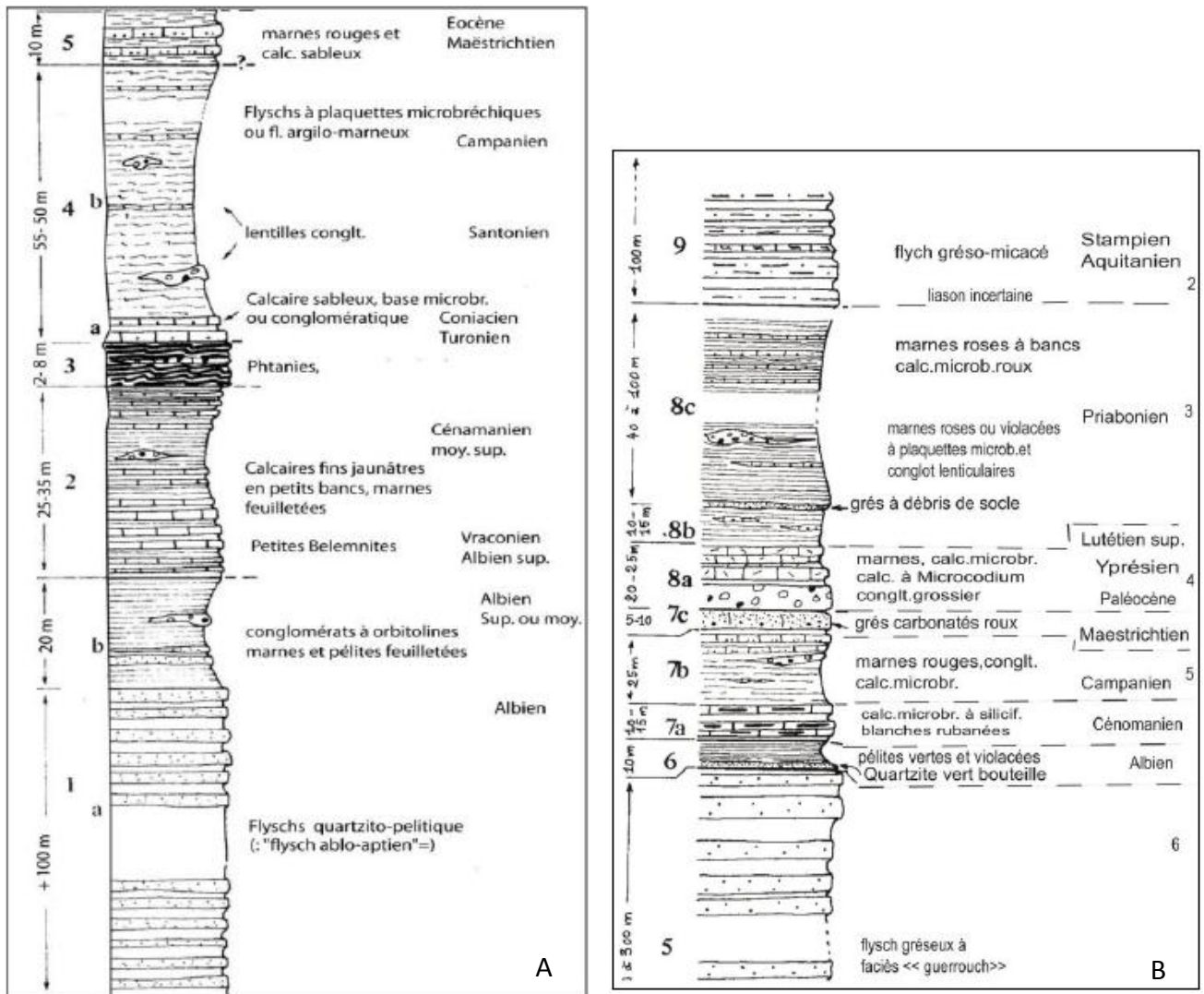
C'est un ensemble de formations qui présente des termes du Néocomien (Crétacé inférieur) calcaro-gréseux à l'Éocène inférieur et comporte en outre, le flysch « Albo-Aptien », le Cénomano-Turonien à phtanites et le Sénonien à microbrèches. (**Figure I.7-A**).

### C). Le flysch numidien

Il constitue une nappe indépendante d'âge Oligocène supérieur à Miocène inférieur et recouvre indifféremment toutes les unités de cet édifice et comprend, (P.E. Coiffait 1992) :

- des argiles sou-numidiennes à tubotomaculum (Oligocène supérieur).
- des grès numidiens en bancs (Aquitaniens -Burdigalien inférieur).
- des argiles et des marnes claires à silicite « supra-numidienne », (Burdigalien inférieur).

## Chapitre I : Généralités / 1 : La chaine des Maghrébides



**Figure 1.7 :** 8-A Colonne stratigraphique synthétique du flysch massylien de Tagdintt (Petite Kabylie) (Gélard, 1979).

8-B Flysch maurétanien type Guerrouch (Jijel, Petite Kabylie, Durand Delga, 1971 ; Bouillin, 1978).

### **I.4 Oligo-miocène Kabyle (OMK)**

L'OMK est une formation conglomératique et gréseuse, transgressive, repose en discordance sur le socle métamorphique de Grande Kabylie (Caire, 1965 ; Bouillin et Raoult, 1971).

Ces dépôts correspondent à des formations détritiques, souvent flyschoides, marquant la transition entre les phases de subduction et la surrection des reliefs kabyles (Wildi 1983).

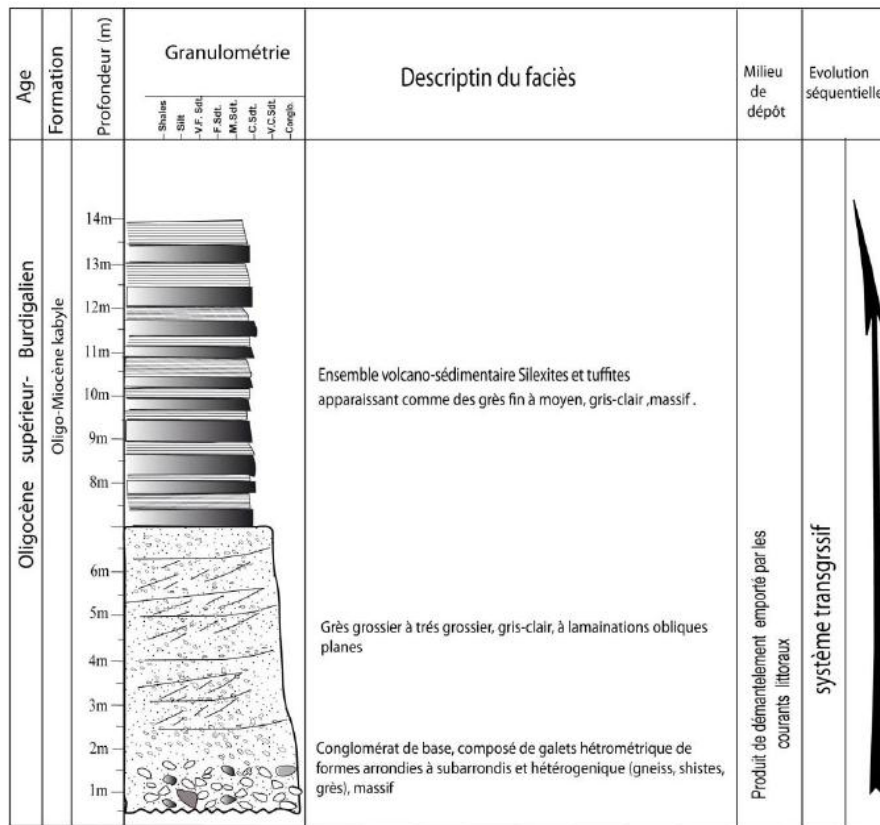
Caractéristiques des séries Oligo-miocènes en Kabylie :

En grande Kabylie l'OMK se présente sous forme de flyschs nummulitiques (Oligocène) recouverts par des marnes miocènes (Durand-Delga & Fonboté 1984).

Ces dépôts témoignent d'un bassin d'avant-pays en contexte de chevauchement (Wildi 1983).

## Chapitre I : Généralités / 1 : La chaine des Maghrébides

L'Oligo-Miocène kabyle représente un enregistrement sédimentaire de la fermeture de la Téthys en deux phases : la première phase à l'Oligocène représenté par des dépôts de flyschs en contexte de bassin étroit (Fenet 1975) et la deuxième au Miocène qui se caractérise par la mise en place des nappes telliennes et dépôt de molasses (Bouillin, 1986).



**Figure I.8** : Coupe litho-stratigraphique de l'Oligo-Miocène kabyle dans la région de Tizi n'Telata, route Tizi-Ouzou- Ouadhias (Grande Kabylie). (Arab Mohamed, 2016).

Dans le bassin de Tizi Ouzou, cette formation repose en discordance sur le Cambrien du Djebel Ath Aissa Mimoun, qui fait partie du socle kabyle. Dans cette série se déposent à la base et en transgression des conglomérats surmontés de calcaires coiffés par des marnes gréseuses. Le sommet de cette série est constitué d'argiles brunes à vertes. (Magné et Raymond, 1971 ; Gelard et al., 1973 ; Raymond, 1976 ; Gery et al., 1981, 1983). (**Figure I.8**).

### I.5 Bassin miocène post nappe

Le bassin miocène de Tizi Ouzou, situé dans le nord de l'Algérie, fait partie des bassins néogènes de la marge sud de la Méditerranée. Ce bassin sédimentaire est caractérisé par des dépôts marins et continentaux datant principalement du Miocène, offrant des informations importantes sur l'évolution géodynamique de la région.

## Chapitre I : Généralités / 1 : La chaîne des Maghrébides

Le bassin de Tizi Ouzou s'inscrit dans le domaine tellien, une zone marquée par une tectonique compressive liée à la convergence entre les plaques africaine et eurasienne (Bracène & Frizon de Lamotte, 2002). Durant le Miocène, cette région a connu une subsidence active, favorisant l'accumulation de séries sédimentaires variées (Raoult, 1974).

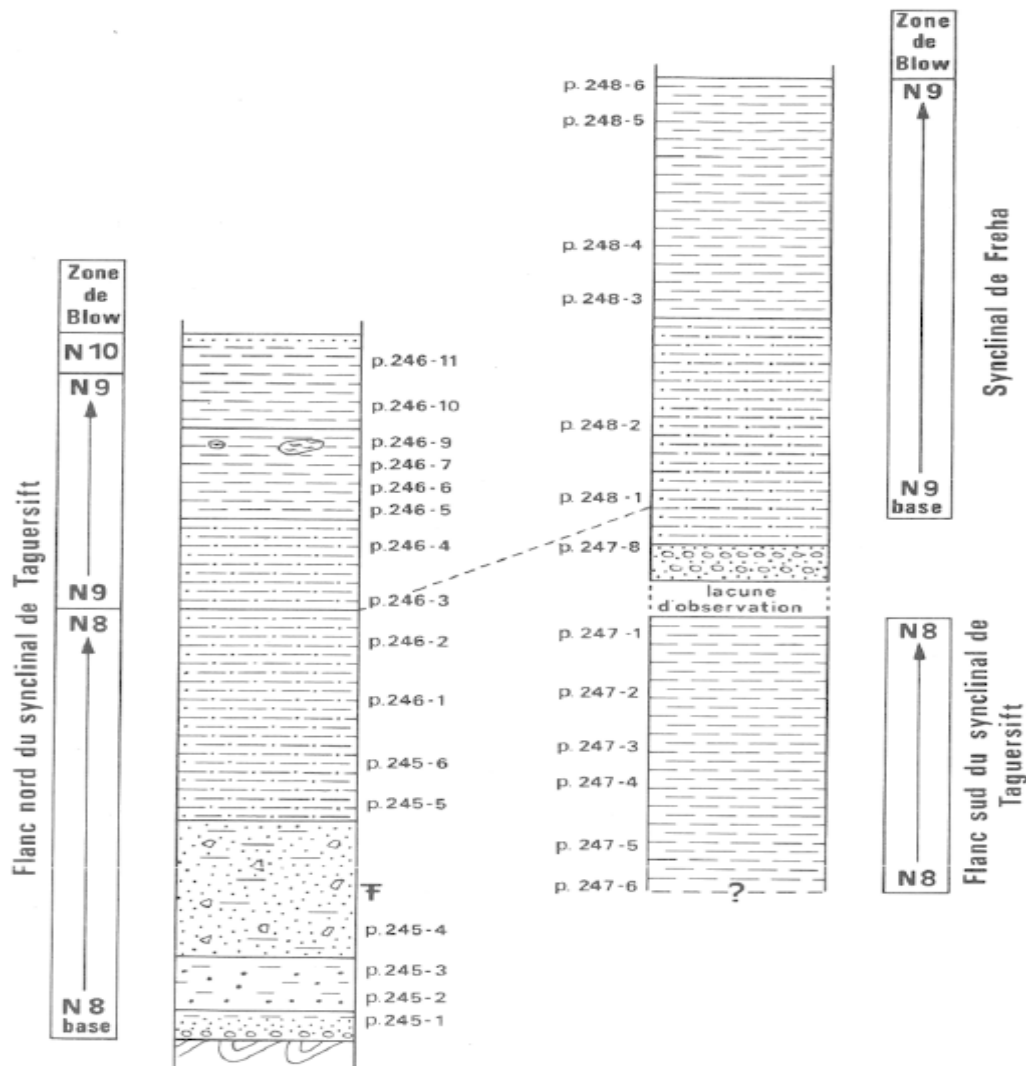
### Stratigraphie et sédimentologie

Les dépôts miocènes du bassin de Tizi Ouzou selon Raymond (1976) comprennent :

**Le Miocène inférieur** : Des conglomérats (100 à 250 m).

**Le Miocène moyen** : Une formation molassique grés-marneuse (250 m).

**Le Miocène supérieur** : Une formation marneuse (500 m max).



**Figure I.9** : Colonne stratigraphique de la série miocène de Taguersift-Fréha (Marie-Denise Courme-Rault, Alain Coutelle : 1979).

### II Zone externe

#### II.1 Domaine des nappes de charriage

Une nappe de charriage est définie comme une unité allochtone, déplacée tectoniquement sur de grandes distances (plusieurs kilomètres) par-dessus des séries autochtones ou para-autochtones. Les nappes de charriage constituent l'une des caractéristiques structurales majeures du domaine externe des Maghrébides, témoignant des processus tectoniques complexes liés à la fermeture de la Téthys occidentale. Ces structures allochtones, résultant de la convergence entre les plaques africaine et eurasienne, jouent un rôle clé dans la compréhension de l'évolution géodynamique de la chaîne alpine nord-africaine (Durand-Delga, 1980 ; Frizon de Lamotte et al., 2000).

Selon leur position et origine, les nappes telliennes sont classées selon Bouillin (1986) : (Figure I.10).

#### 1. Nappes Supérieures (Téthysiennes)

Exemple : Nappe des Flyschs Numidiens

Origine : Domaine océanique téthysien

Âge de mise en place : Oligo-Miocène

#### 2. Nappes Intermédiaires (Zones de Transition)

Exemple : Nappe de la Kabylie

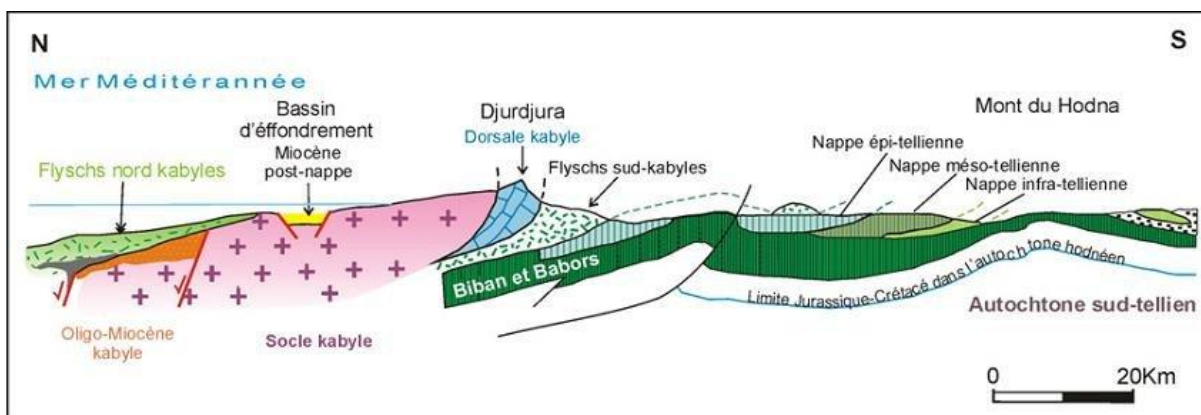
Origine : Marge continentale distale

Caractère : Métamorphisme faible à moyen

#### 3. Nappes Inférieures (Autochtones Relatives)

Exemple : Unité des Hauts Plateaux

Origine : Plateforme saharienne



**Figure I.10** : Les grands ensembles de l'édifice structural alpin de l'Algérie du nord orientale (Durand Delga 1969).

## Chapitre I : Généralités / 1 : La chaîne des Maghrébides

### III Le cadre géodynamique et tectonique des Maghrébides

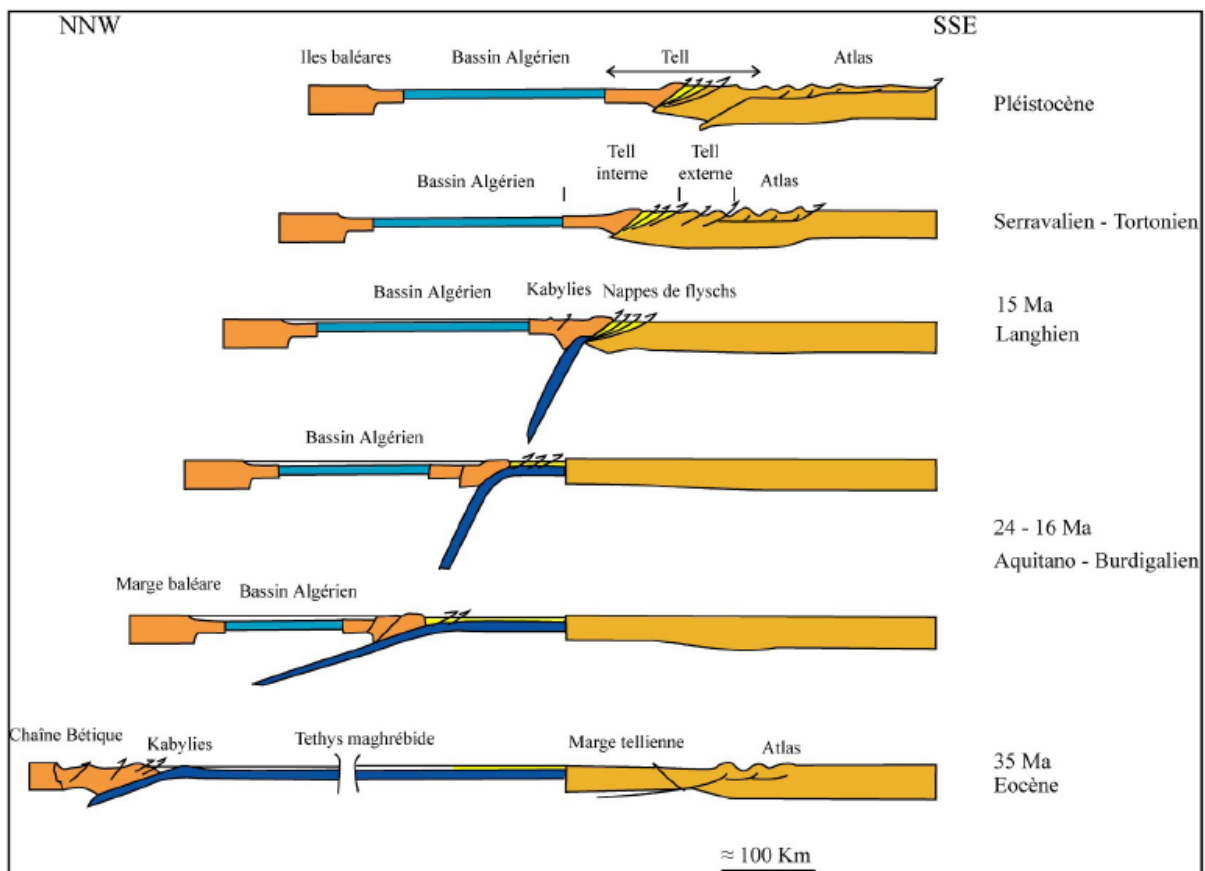
Les Maghrébides se classent dans le système orogénique bético-rifain et tellien, formés lors de la fermeture de la Téthys occidentale au cours du Cénozoïque (Dewey et al. 1989) elles résultent de la collision entre la marge nord-africaine et les blocks crustaux d'origine européenne (Frizon de Lamotte et al. 2000).

L'évolution tectonique des Maghrébides peut être subdivisée en trois grandes phases :

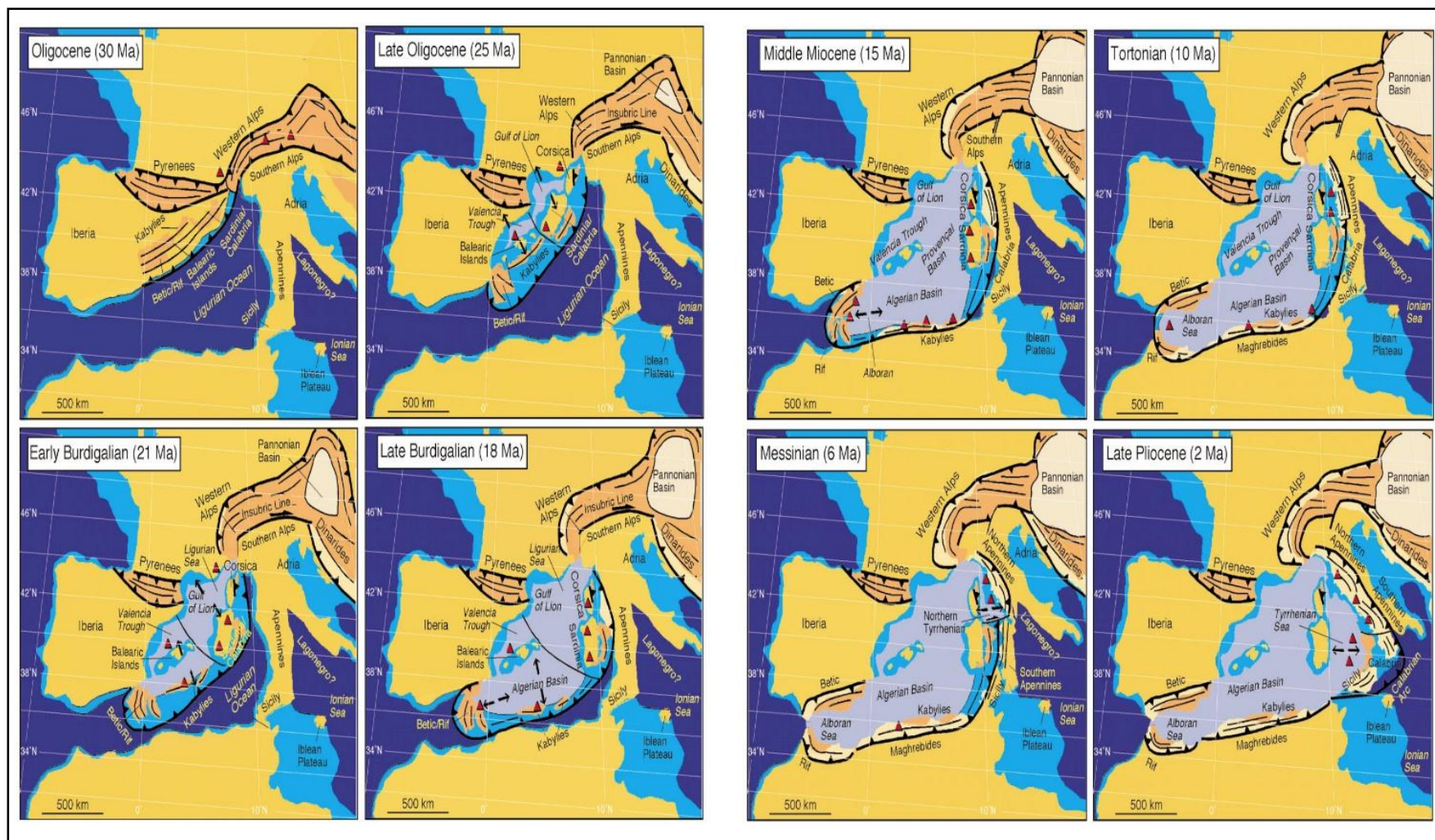
Phase Extensive Mésozoïque (Trias à Crétacé inférieur), qui est associée à l'ouverture de la Téthys occidentale et à la formation de bassins marginaux le long de la côte nord-africaine et qui est caractérisée par un rifting et distension crustale (Bouillin, 1986), volcanisme basaltique (Caby et al. 2001) et une sédimentation carbonatée (Vila, 1980).

Phase Compressive Cénozoïque (Crétacé supérieur à Miocène), cette phase est divisée en deux étapes, la subduction au (Crétacé supérieur à éocène) et la collision (Oligocène à Miocène) qui est à l'origine de la surrection de la chaîne du Djurdjura et la structuration de tout le tell algérien y compris l'atlas saharien.

Phase post-collision (Pliocène à Quaternaire), caractérisée par l'ouverture des bassins néogènes en pull-apart comme le bassin de Chéelif et de Tizi-Ouzou qu'on appelle bassin Miocène post-nappe. Cette période se caractérise également par une forte activité sismique qui marque l'actuel, témoin de la fermeture de la mer méditerranée.



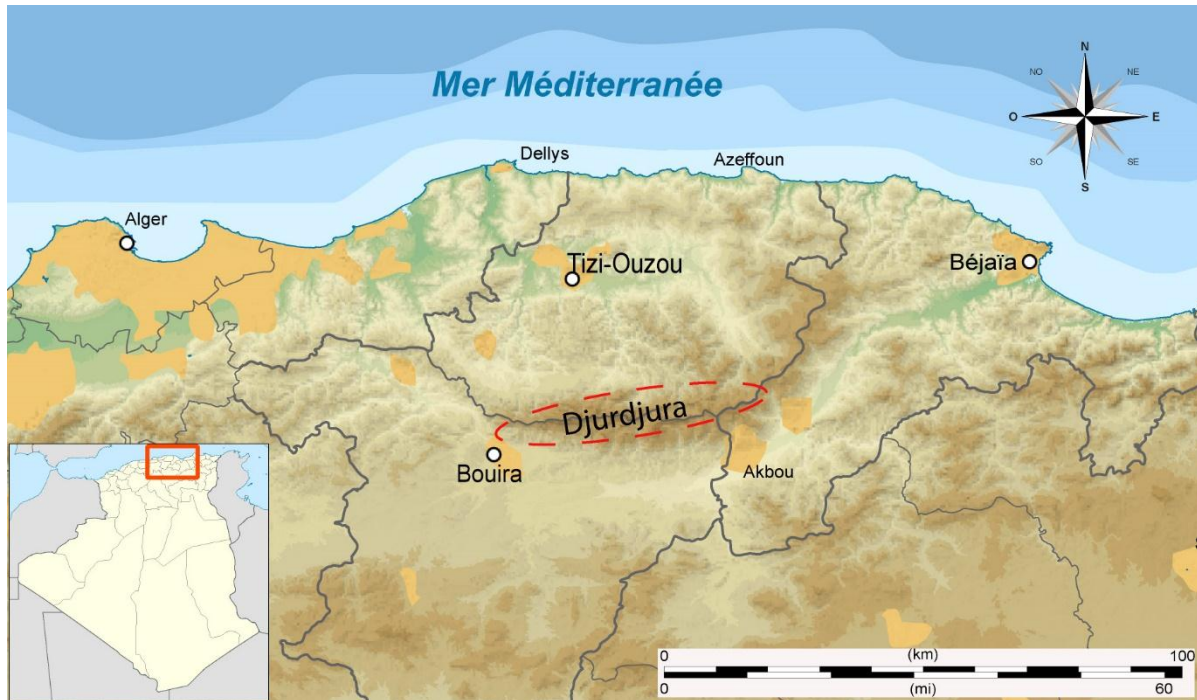
## Chapitre I : Généralités / Partie 1 : La chaîne des Maghrébides



**Figure I.11 B :** Évolution géodynamique des orogènes périméditerranéens et les Maghrébides.

### I. Introduction et situation géographique

La chaîne du Djurdjura est située au Nord de l'Algérie ; dans l'atlas tellien à 60 kilomètres de la mer méditerranée. Elle correspond à la frontière géographique des wilayas de Tizi-Ouzou au sud qui est représenté par le versant nord de la chaîne et de Bouira au Nord qui est représenté par le versant Sud de la chaîne, elle est de forme lenticulaire et s'étend sur environ 60 km de longueur depuis Bouzegza jusqu'à Chellata, et d'environ 15 à 20 km de largeur, la chaîne du Djurdjura culmine à 2308 mètres d'altitudes sur le pic de Lalla Khedidja qui est le plus haut sommet de l'Atlas tellien. (Wikipédia) (**Figure I.12**).



**Figure I.12** : carte du nord de l'Algérie indiquant la position géographique du Djurdjura. Wikipédia (modifié).

### II. Cadre géologique.

L'appellation de Dorsale Kabyle a été introduite par Durand-Delga en 1969. Elle est appelée aussi chaîne liasique (Ficheur, 1903). Elle doit son nom de "chaîne calcaire" du fait de sa sédimentation carbonatée dominante (Glangeaud, 1932). Depuis, la généralisation de l'utilisation du terme "dorsale" dans le domaine océanique, le terme "chaîne calcaire" est le plus utilisé (Raoult, 1974 ; Bouillin, 1977 ; Vila, 1980) pour éviter la confusion.

Bien que la dorsale Kabyle soit constituée principalement de roches carbonatées de type calcaire (calcaires massifs, calcaires à silex, calcaires à nummulites...etc.) mais on y retrouve également de la dolomie, des roches détritiques tels que les grès et les conglomérats ainsi que des argiles et des marnes. Daté du Permo-Trias à l'Eocène moyen (Lutétien).

La dorsale Kabyle se caractérise par une complexité tectonique remarquable (**Figure I.14**) avec des unités géologiques distinctes reflétant des processus géodynamiques variés. Elle est subdivisée en trois domaines qui se différencient par le faciès et l'épaisseur des calcaires, du

## Chapitre I : Généralités / Partie 2 : La chaîne calcaire

Nord au Sud on distingue la dorsale interne, la dorsale médiane et la dorsale externe selon Durand-Delga (1969) ; Raoult (1974) ; Vila (1980) ; Lahondère (1987). Et ces trois domaines sont marqués

Par plusieurs unités bien distinctes (Naak M, 1988). (**Figure I.13**).

### II.1. Dorsale interne

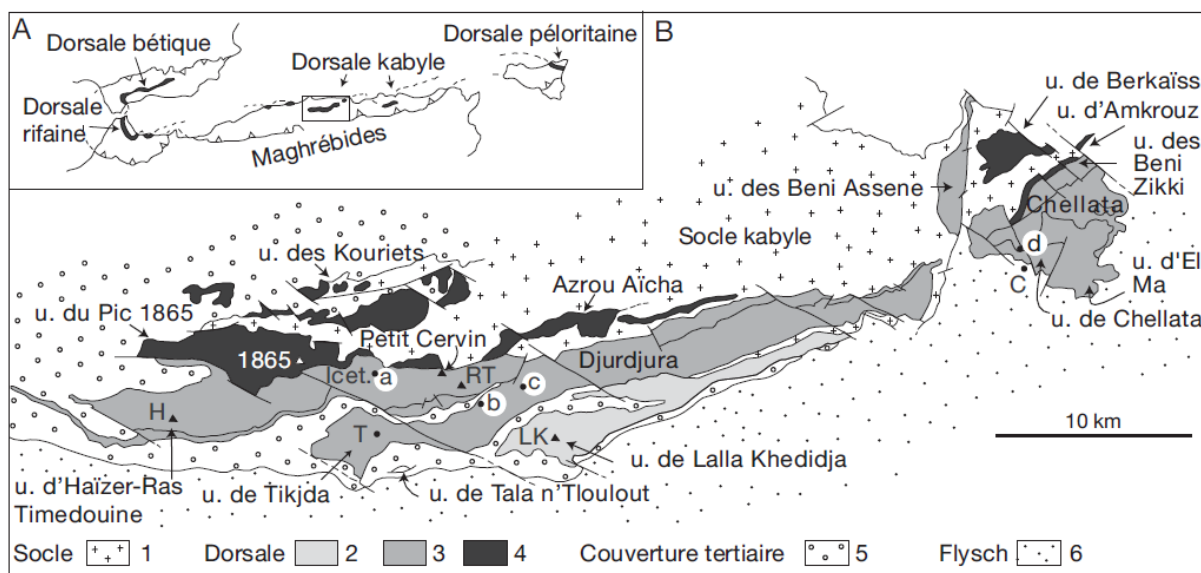
C'est la partie la plus au Nord de la dorsale Kabyle représentée par des dépôts littoraux ou épicontinentaux caractérisés par une série sédimentaire conglomératique à la base passant à des calcaires au sommet. On y retrouve l'unité du rocher du corbeau, l'unité du massif de Kouriet.

### II.2. Dorsale médiane

Elle est caractérisée par des dépôts plus profonds que ceux de l'unité interne. On y retrouve des marnes et des calcaires plus fins à microfaunes pélagiques et à microfaunes benthique (Nummulites). On y retrouver plusieurs unités tels que l'unité du massif du pic 1865, l'unité de l'Azrou Aïcha, l'unité de l'Haïzer-Akouker et l'unité de Goulmine-Haïzer.

### II.3. Dorsale externe

C'est la partie la plus au Sud et la plus distale. Se caractérise par des calcaires massifs a spicules de spongiaires, intercalé par des marnes grises indique un milieu de plateforme externe (Cattaneo,1997). On y retrouve différentes unités telle que l'unité de Tikjda, l'unité de Lalla Khedidja et l'unité de Halouane-Azrou.

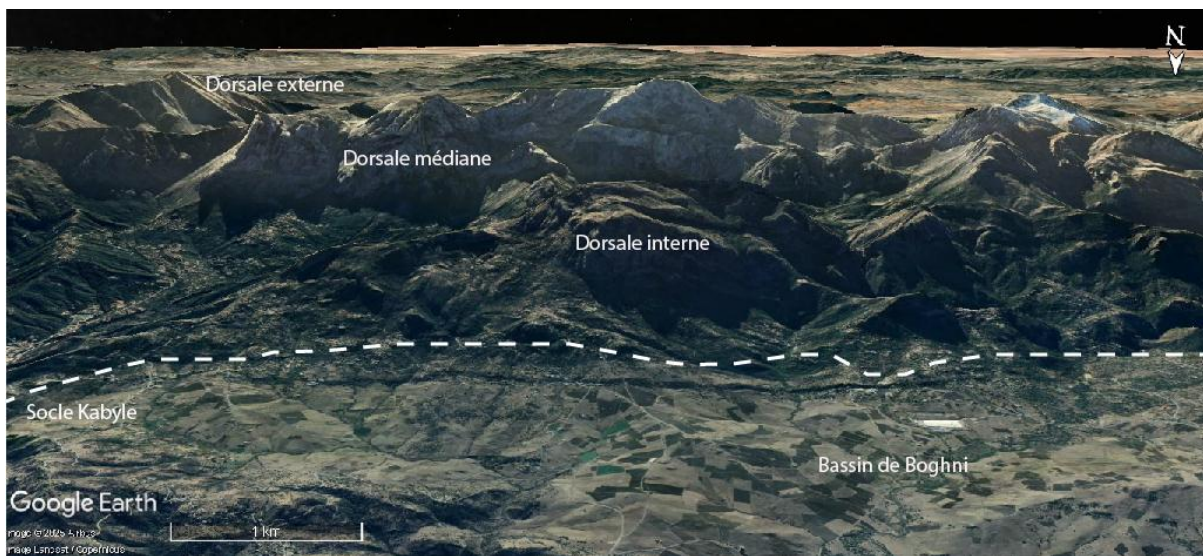


**Figure I.13** : Cadres géographiques et géologiques schématiques de la Dorsale de Grande Kabylie (Djurdjura et massif de Chellata) et localisation des sites fossilifères considérés dans le présent travail (d'après Cattaneo *et al.* 1999).

A, Dorsale de Grande Kabylie et entités géologiquement comparables, associées au microcontinent ALKAPECA (dorsales bétique, rifaine et péloritaine), en Espagne méridionale, Afrique du Nord et Sicile ; B, carte géologique simplifiée du Djurdjura et du massif de Chellata

## Chapitre I : Généralités / Partie 2 : La chaîne calcaire

avec localisation des gisements à ammonites ; **a-d**, gisements à ammonites étudiés dans le présent travail ; **a**, flanc NE du Djebel Icetcifène (Djurdjura, unité d'Haïzer-Ras Timedouine) ( $x = 627,8$  à  $628,2$  ;  $y = 354$ ) ; **b**, flanc NW de la Targa m'ta Roumi, au sud de la route, dans la dépression du Boussouil (Djurdjura, unité de Tikjda) ( $x = 633,85$  ;  $y = 353,1$ ) ; **c**, Tabbourt Amellelt, environ 1,8 km à l'ouest du col de Tizi n'Kouilal, quelques dizaines de mètres à l'est de la côte 1680 (Djurdjura, unité de Tikjda) ( $x = 635,2$  ;  $y = 353,5$ ) ; **d**, Djebel Chibla, près de la route, au nord, peu avant le col (massif de Chellata, unité de Chellata) ( $x = 660,7$  ;  $y = 360,15$ ).  
Abréviations : 1, socle kabyle ; 2, dorsale externe ; 3, dorsale médiane ; 4, dorsale interne ; 5, série marno-détritique paléogène ; 6, flysch maurétanien ; C, Chellata ; H, Haïzer ; Icet., Icetcifène ; LK, Lalla Khedidja ; RT, Ras Timedouine ; T, Tikjda ; u., unité. Nota : les coordonnées sont celles du quadrillage kilométrique Lambert nord Algérie.



**Figure I.14** : image satellite de la dorsale Kabyle et les différentes unités (Google Earth, modifiée).

### III. Lithostratigraphie

La dorsale interne est une zone montrant une superposition et une histoire relativement complète où l'on reconnaît un vieux socle recouvert par des couvertures d'abord paléozoïque puis méso-cénozoïque. (Naak Farida. Kesraoui Mokrane. Naak Mohamed ;2011)

#### III.1. Socle Kabyle

Selon (Naak ;1996), dans la petite et la grande Kabylie l'ensemble structural le plus bas est représenté par des gneiss fins ou para-gneiss ocellés (orthogneiss), associés (intercalation) à des marbres et des amphiboles.

La dorsale kabyle repose sur le socle kabyle qui est subdivisée en quatre unités tectono-métamorphiques. Ces unités sont de bas en haut :

- La dalle ortho-gneissique inférieure à gneiss ocellés.
- Le complexe paramétamorphique à marbres et para-gneiss.

## **Chapitre I : Généralités / Partie 2 : La chaîne calcaire**

- La dalle ortho-gneissique supérieure à gneiss ocellés.
- L'unité schisteuse à sericite schiste exclusivement.

### **III.2. Le Paléozoïque kabyle**

En Grande Kabylie, le Paléozoïque affleure essentiellement en marge sud des terrains cristallophylliens à l'exception du massif de Aïssa Mimoun situé à une vingtaine de kilomètres au nord et en position plus interne.

Le complexe sédimentaire est composé d'une moitié inférieure détritique plus au moins fine, schiste gréseuse et d'une moitié supérieure à faciès volcano-sédimentaire, carbonaté et franchement détritique au sommet. (Naak ; 1988). (**Figure I.15**).

#### **III.2.1. Le dévonien.**

Dans le Dévonien de la dorsale kabyle se rencontre deux formations :

##### **III.2.1.A La série infra-Dévonienne**

C'est une formation qui est représentée essentiellement par des roches sédimentaires, plus exactement par un ensemble de schistes, pélites, grés quartzitiques, des grés à quartz roulés d'origine glaciaire au niveau de Tagmout n'Ait Reggane. Il a un aspect flyschoides de teintes variantes entre le gris-bleu au gris-vert avec tous les intermédiaires des niveaux violacés très altérés en teinte rouillée. L'âge attribué à cet ensemble est de Silurien-Ordovicien à Silurien-Dévonien. (Naak, 1988).

##### **III.2.1.B La formation carbonatée du Dévonien**

C'est une série épaisse d'une cinquantaine de mètres environ, selon Naak, (1988) on observe de bas en haut la succession suivante :

- Calcaire métrique (15 à 20m) plus au moins massif, très compacte souvent sombre en cassure à rare Orthocères et Crinoïdes, rare Tentaculites Globochaetés Sps, représentant souvent le 'faciès griotte', daté du Gedinnien.
- Ces derniers sont surmontés par quelques mètres de bancs calcaires décimétriques plus claires avec un milieu de dépôt qui est circalittoral. Il est d'âge Dévonien inférieur daté par : Globochaetés, styliolina et Nowakia.
- Juste après il y a des calcaires en bancs compacts, très plissés, et à la base très schistosés d'âge Emsien.
- Des dolomies jaune-brun, très compactes et recristallisées qui semblent présenter une schistosité.

#### **III.2.2. La formation du Carbonifère**

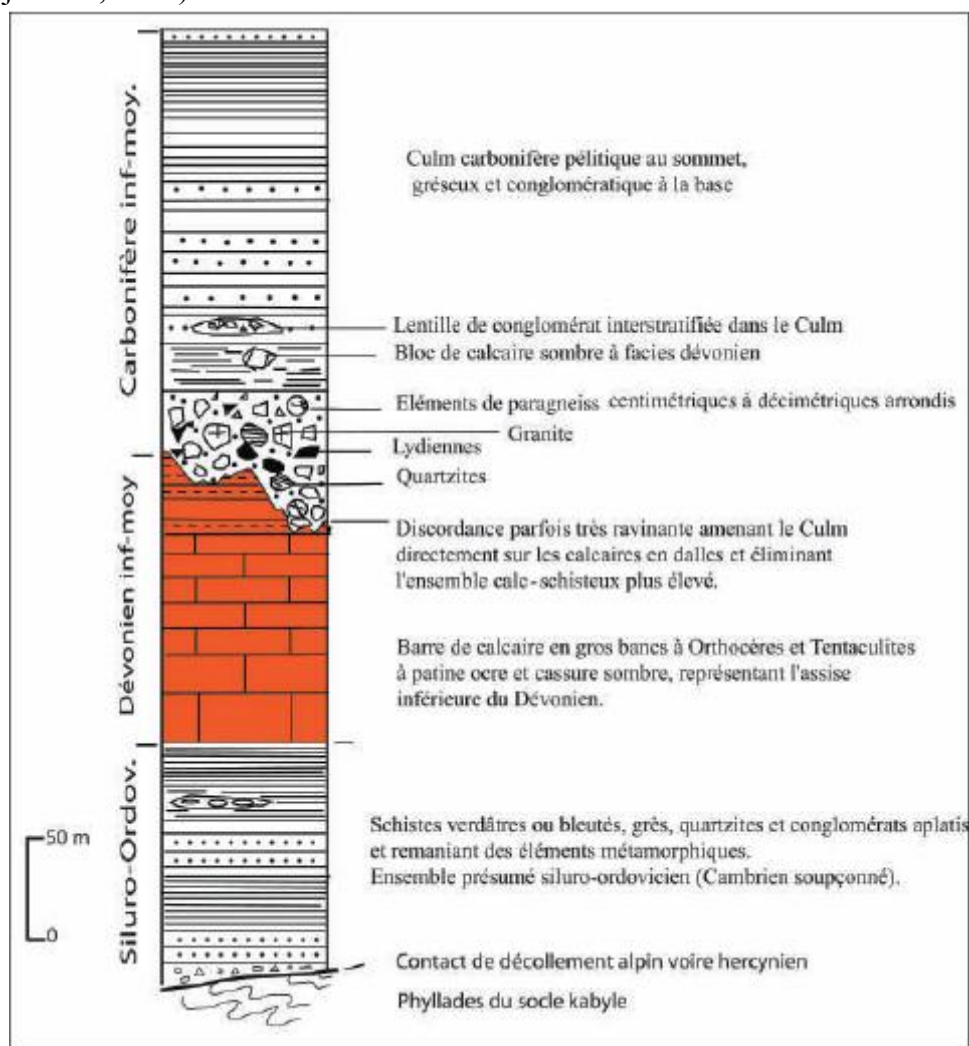
C'est le commencement d'un deuxième cycle sédimentaire à nouveau détritique.

## Chapitre I : Généralités / Partie 2 : La chaîne calcaire

Sur le terrain on observe clairement un contraste lithologique de part et d'autre d'un ravinement important : sur des calcaires en gros bancs plus ou moins continus, à Orthocères, très compacts du Dévonien ou sur des niveaux plus récents de cette même formation, sont « collés » des poudingues à éléments souvent décimétriques grano-décroissants, devenant microconglomératiques puis des grès et enfin à des schistes au sommet. L'épaisseur de cette assise conglomératique de base du Carbonifère inférieur est d'une dizaine de mètres. (F. NAAK, M. KESRAOUI ET M. NAAK ; 2011)

Une période de calme orogénique s'installe avec des niveaux calcaires lenticulaires sombres qui s'intercalent avec la sédimentation détritique.

Dans les unités les plus internes, les terrains mésozoïque-éocène peuvent ce déposé directement sur des niveaux ordovicien-silurien (absence de termes dévoniens et une grande partie de carbonifère) due à l'érosion des phases tectonique hercyniennes et calédoniennes. (Naak, 1988) (In Sara et Djaouida, 2020).



**Figure I.15 :** Lithostratigraphie du Paléozoïque de la Dorsale interne. (Naak F,2010).

## **Chapitre I : Généralités / Partie 2 : La chaîne calcaire**

### **III.3. La couverture mésozoïque.**

#### **III.3.1. Le permotrias**

Fallot (1942) (in Naak, 1996) décrit la stratigraphie du Trias du Djurdjura comme suit :

- Conglomérats et grès rouges (Permo-Trias),
- Grès clairs (Werfénien),
- Dolomies et calcaires vermiculés (Muschelkalk),
- Marnes bariolées puis cargneules (Keuper),
- Calcaires à *Avicula contorta* (Rhétien).

Selon (Flandrin, 1952 ; Gélard, 1979) (In Sara et Djaouida, 2020) la lithostratigraphie du trias de la dorsale kabyle est très différente d'une unité à l'autre.

-Unité d'Haizer-ras Timedouine, unité externe d'Amkrouz ; se caractérisent par des calcaires vermicules de l'anisien recouvert de grès rouge du ladinien.

-Unité de Tikejda représentent des formations des grès, conglomérat et pélites rouges.

-Unité de Lalla Khedidja est la seule qui présente des dolomies.

Ce sont des formations continentales qui, suivant les différents secteurs de la chaîne, succèdent au carbonifère ou s'intercalent directement entre le socle métamorphique et le lias.

#### **III.3.2. Jurassique inférieur**

##### **III.3.2.A Le Rhétien-Hettangien**

Il marque le début d'immersion de domaine kabyle avec un intervalle de passage du Trias au Lias définie par Lambert. (Naak, 1996).

Et d'après Naak (1996), la transgression paraît brutale.

##### **III.3.2.B Lias inférieur**

Selon Coutelle (1982), il est représenté par des calcaires massifs blancs ou gris 1250m en formant des lentilles étirées. Et d'après Flandrin (1952), il joue le rôle Prédominant dans la morphologie de la chaîne du Djurdjura.

Sur le flanc sud de Lalla Khedidja il existe une faille normale triasique qui indique le passage Lias inférieur au Lias moyen qui est généralement marqué par une discordance angulaire. (Naak, 1996).

##### **III.3.2.C Lias supérieur**

Dans le Djurdjura le Lias supérieur constitue un ensemble lithologique homogène, nettement distinct des calcaires massifs du Lias inférieur (J. Flandrin, 1952). Selon Flandrin (1952) in (Sara et Djaouida, 2020) ; ces étages correspondent à un ensemble de calcaires de dalles à silex de faciès variés de marno-calcaire et de marnes où se remarquent à différents niveaux des assises rougeâtre discontinues, de faciès ammonitico-Rosso.

### **III.3. Jurassique moyen et supérieur**

#### **III.3.3.A Dogger**

Selon Naak (1996), le dogger est connu sous une sédimentation marneuse rougeâtre à verdâtre avec des fines intercalations de calcaire argileux de même teinte comme il peut également apparaître sous forme de calcaires microbréchiques compactes ou plus ou moins silicifiés.

Le Dogger caractérise surtout les unités externes. Il est réduit voire absent lorsqu'on se dirige vers le nord (les unités : médiane et interne).

#### **III.3.3.B Le malm**

Flandrin (1952) intègre dans le Tithonique identifié par Roman (1936) et Lambert (1945) des marno-calcaires et des phtanites rouges à radiolaires qui peuvent ne pas exister. Cette remarque a été faite d'après les observations de Flandrin dans l'unité d'Haizer-Akouker (unité médiane), des calpionelles caractérisent de fins niveaux de calcaire alternant avec ces phtanites. (Sara et Djaouida, 2020).

### **III.3.4. Crétacé**

#### **III.3.4.A Crétacé inférieur**

Il est différent selon les zones de la chaîne calcaire car, selon Naak(1988), il représenté par des marnes et calcaires claires à Nannoculus claires puis de marno-calcaires à silex épaisses de 80 mètres dans la dorsale interne ; mais dans la dorsale médiane d'après Flandrin(1952), il est caractérisé par des calcaires à silex alternant avec des marnes claires (série du lac Goulimine et massif du pic 1865) ; et selon Naak(1996) ; il retrouve de la micrite à radiolaires, des calpionelles ; et des calcaires à silex noirs schistosés. Dans la dorsale externe il est caractérisé par des calcaires à silex alternant avec des marnes verte ou brune avec des niveaux béchiques. Ces calcaires sont parfois en gros bancs riches en matière organique sous forme de tâches. (Naak,1996).

#### **III.3.4.B Crétacé supérieur**

Selon Naak (1988) in (Sara et Djaouida, 2020), dans la dorsale interne le crétacé est absent en affleurement. Vers l'Est la série de Azrou n'Aïcha présente des calcaires lités schistosés, bio-micrites et fournis de Pithonella, Gumbelina et Globotruncana du campano-maestrichien.

D'après Flandrin (1952), dans la dorsale médiane la formation contient des calcaires particulièrement feuillés ; et dans la dorsale externe il s'agit des grès calcaires altérés jaunes ou rouge-violacé épais environ de 150m coiffé d'un conglomérat à Ornithoïdes.

## **Chapitre I : Généralités / Partie 2 : La chaîne calcaire**

### **III.3.4.C Cénomaniens-turonien**

Selon Sara et Djaouida (2020) ; la dorsale interne (le Turonien-Coniacien inférieur) est caractérisée par des calcaires à silex durs, et dans la dorsale médiane dans l'unité de Azrou Aïcha est caractérisé par des calcaires schisteux et des calcaires à micrite ; cette série épaisse est d'âge Albo-Cénomaniens.

### **III.3.4.D Sénonien**

La série la plus complète du Sénonien affleure sur le flanc Nord de Haïzer et dans la dépression de Goulmine, elle est formée de 50 à 70 m de calcaires marneux, de marno-calcaires et des marnes de teinte blanche, rosée ou verdâtre, très riche en Rosaline et Inocérâmes. (Naak, 1996). Et il est également représenté par des marno-calcaires dans la dorsale interne (Naak, 1988).

### **III.3.4.E Paléogène**

Unité interne : une série riche en détritiques et banc de calcaires gréseux bioclastique rouge est attribué au paléocène-ypresien. Et selon Naak (1988), l'éocène commence par des gros bancs de calcaires à bioclastes, suivi d'un niveau marneux clair et de calcaire microbréchiqye jaune-miel. Suivi d'un calcaire massif assez homogène à Nummulites et algues.

Unité médiane : d'après Naak (1988), ces des calcaires biodétritiques microbréchiqye, ils marquent l'éocène. Cette série est détritiques avec des bancs calcaires sableux.

Unité externe : c'est une série détritiques conglomératique (la formation de l'éocène) (Naak, 1988).

## **IV. Contexte tectonique**

La dorsale kabyle s'est formée lors de la collision entre les plaques africaine et eurasiennne, qui a débuté au Crétacé supérieur et s'est intensifiée au Cénozoïque, La dorsale a été soulevée et déformée par des mouvements compressifs et extensifs, créant des structures complexes comme des plis, des failles et des chevauchements. La dorsale Kabyle a été affectée par plusieurs phases tectoniques ; en premier lieu on a les phases de l'orogénèse hercynienne responsables de la formation du socle ancien, puis les phases alpines qui sont à l'origine de la déformation et du métamorphisme des terrains et la formation des nappes de charriage et le soulèvement de la dorsale et au final par l'ouverture de la méditerranée occidentale au miocène où la dorsale Kabyle a été affectée par des mouvements extensifs (Bouillin et al 1973).

### **V. Évolution géodynamique de la dorsale Kabyle**

La Kabylie appartient aux domaines internes de la chaîne alpine maghrébine, résultant de la fermeture de la Téthys et de la collision Afrique-Eurasie (Dewey et al., 1989 ; Frizon de Lamotte et al., 2000). Elle est constituée de deux unités principales :

**V.1. La Dorsale kabyle (ou zone des Dorsales)** : formée de terrains mésozoïques à paléogènes, interprétée comme une marge passive mésogéenne (Bouillin, 1986).

**V.2. Le domaine tellien** : correspondant à un prisme d'accrétion lié à la subduction téthysienne (Mattaueer et al., 1977).

**V.3. La Dorsale kabyle dans le cadre téthysien** : (carte de M. J. Flandrin, 1952)

La Dorsale kabyle est considérée comme un relief résiduel d'un ancien domaine océanique ou de transition (Durand-Delga, 1969). Elle est constituée de calcaires jurassico-crétacés (faciès de plateforme carbonatée). Et de brèches et olistostromes témoignant d'une tectonique distensive puis compressive (Raoult, 1974).

Son évolution se décompose en plusieurs phases :

Rifting mésozoïque : ouverture de la Téthys alpine et formation d'une marge passive (Bouillin, 1986).

Subduction cénozoïque : la Kabylie est entraînée dans la subduction vers le Sud, formant un prisme d'accrétion (Frizon de Lamotte et al., 2000).

Collision miocène : obduction de fragments océaniques et structuration des nappes de charriage.

### **VI. Conclusion**

En conclusion, la dorsale kabyle, géologiquement, constitue un témoignage vivant de l'histoire tectonique complexe de la région. Issue des processus de l'orogénèse alpine, elle résulte des mouvements de collision entre les plaques tectoniques africaine et eurasiennne, lesquels ont créé un relief plissé et fracturé, caractéristique de la région. Sa lithologie, dominée par des formations calcaires, dolomitiques et marneuses, est fortement marquée par des phénomènes d'érosion et de karstification, donnant naissance à des paysages spectaculaires.

Les signes d'activité tectonique récente, avec des failles et une sismicité persistante, montrent que la dorsale kabyle est encore géologiquement vivante, bien que les principaux événements de formation remontent à plusieurs millions d'années. Cette chaîne montagneuse est un exemple frappant de l'interaction continue entre forces internes de la Terre et dynamiques superficielles, façonnant un relief à la fois majestueux et dynamique.

## **Chapitre I : Généralités / Partie 2 : La chaîne calcaire**

Ainsi, la dorsale kabyle, à travers sa géologie, illustre parfaitement les processus complexes et les phénomènes de longue durée qui ont contribué à modeler le paysage du nord de l'Algérie et à influencer son développement environnemental et humain.

# Chapitre 1 : Généralités / Partie 2 : La chaîne calcaire

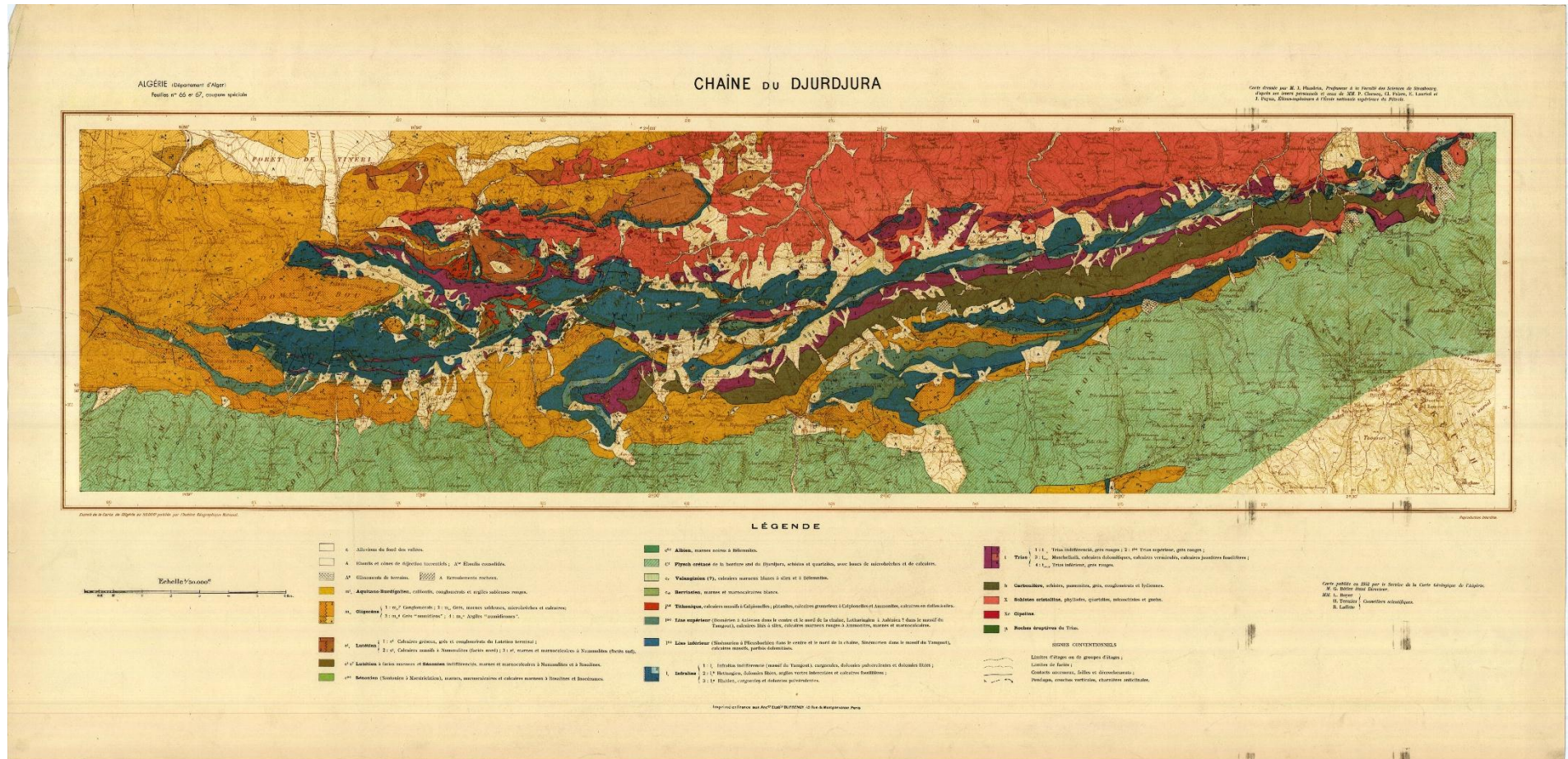


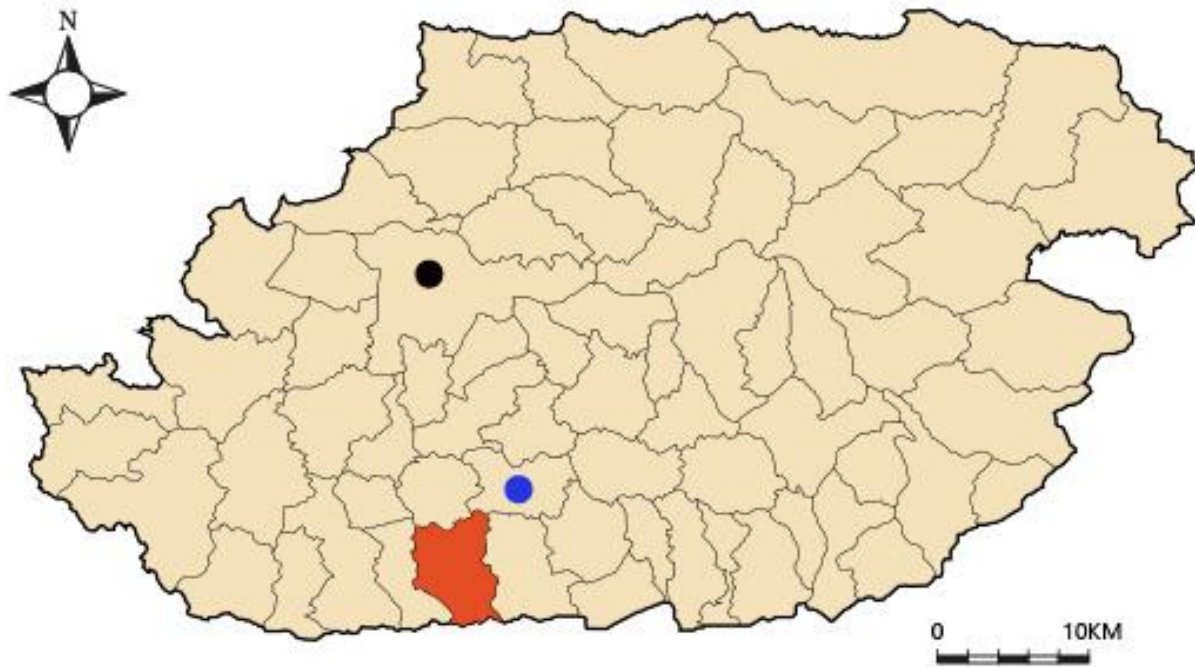
Figure I.16 : Carte géologique du Djurdjura par M. J. Flandrin, 1952.

# **Chapitre II :**

## **Sédimentologie**

### I Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude se situe dans le village Aït Djemaa (en kabyle : At Djemaa, ⵏⵜ ⵏ ⵓⵙⵓⵣⵓ) est un village situé en Kabylie, dans le nord de l'Algérie. Il est le chef-lieu de la commune d'Aït Bouaddou, relevant de la daïra des Ouadhias, dans la wilaya de Tizi Ouzou. Le village se trouve à une altitude moyenne de 938 mètres limitrophe au parc national du Djurdjura.



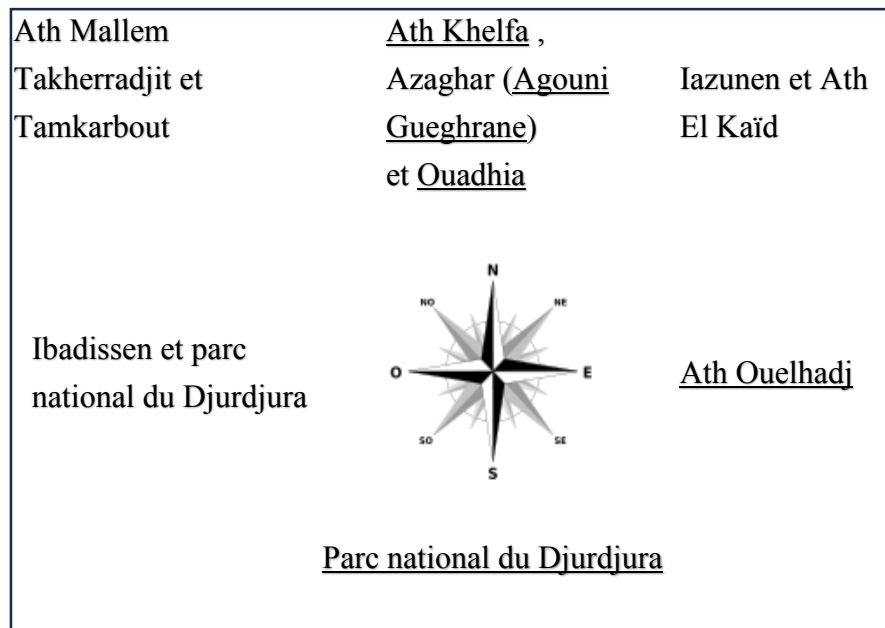
- Chef lieu de wilaya TIZI-OUZOU
- Daïra des OUADHIAS
- Commune ATH BOUADOU

Figure II.1 : Carte géographique de la wilaya de TIZI-OUZOU (situation géographique de la zone d'étude).

### Coordonnées géographiques.

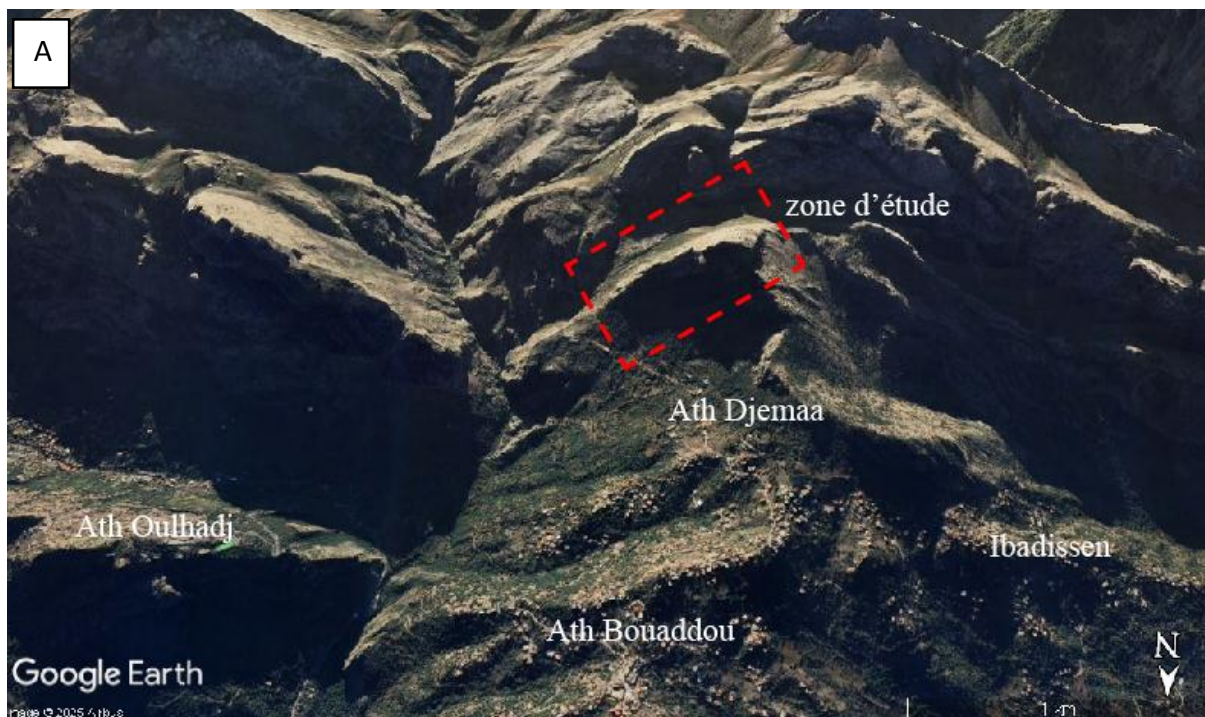
- **Latitude** : depuis 36°29'34.37"N jusqu'à 36°29'38.32"N.
- **Longitude** : depuis 4° 3'28.09"E jusqu'à 4° 3'24.51"E.
- **Altitude moyenne** : 1150 mètres.

## Chapitre II : Sédimentologie



**Figure II.2 :** Situation géographique du village Ath Djemaa (Wikipédia).

Aït Djemaa est dans le flan Nord de la dorsale Kabyle, précisément dans la dorsale médiane et dans l'unité Goulmine – Haizer.



**Figure II.3 :** Image satellite Google Earth montrant la zone d'étude.



**Figure II.4:** situation géographique de la zone d'étude.

**A :** Image satellite montrant la situation géographique de la zone d'étude dans la dorsale Kabyle

**B :** Zoom du cadre en pointillé (A) : Photo de la zone d'étude.

## II Introduction

L'étude sédimentologique est une composante fondamentale de la géologie, visant à analyser les caractéristiques des sédiments et des roches sédimentaires afin d'en reconstituer les conditions de dépôt, l'origine des matériaux, ainsi que les processus géodynamiques, physiques, chimiques et biologiques qui ont contribué à leur mise en place. Elle repose sur un ensemble d'approches complémentaires, incluant l'observation de terrain (structures sédimentaires, stratification, géométrie des corps sédimentaires), les analyses granulométriques, pétrographiques et minéralogiques, ainsi que l'interprétation des environnements de sédimentation à différentes échelles.

Comprendre la nature des sédiments et leur organisation dans l'espace et dans le temps permet d'établir des modèles sédimentaires, utiles à la fois pour la reconstitution paléoenvironnementale/ paléogéographique et pour l'exploration des ressources naturelles, notamment les hydrocarbures, les nappes phréatiques et les ressources minérales. De plus, l'analyse sédimentologique offre un aperçu précieux des variations climatiques passées, des mouvements tectoniques régionaux et de la dynamique des bassins sédimentaires.

## Chapitre II : Sédimentologie

Dans le cadre de cette étude, il s'agira d'identifier les principaux faciès sédimentaires présents dans notre zone d'étude, d'interpréter leurs conditions de dépôt, et de proposer un modèle d'évolution sédimentaire cohérent.

Cette démarche s'appuie sur une méthodologie académique de l'étude des séries sédimentaires basée sur l'analyse des faciès et microfaciès. Pour cela, nous avons échantillonné seize (16) échantillons de roches lors des missions que nous avons effectuées sur le terrain.

### **III Travaux réalisés sur le terrain**

Dans le cadre de cette étude, la méthodologie suivie regroupe celle adoptée par les sédimentologues.

Trois sorties sur terrains ont été réalisées pour essayer de comprendre les aspects géologiques qui caractérisent notre zone d'étude (Ighouyad Tefrent) à Ath Bouaddou dans la dorsale médiane.

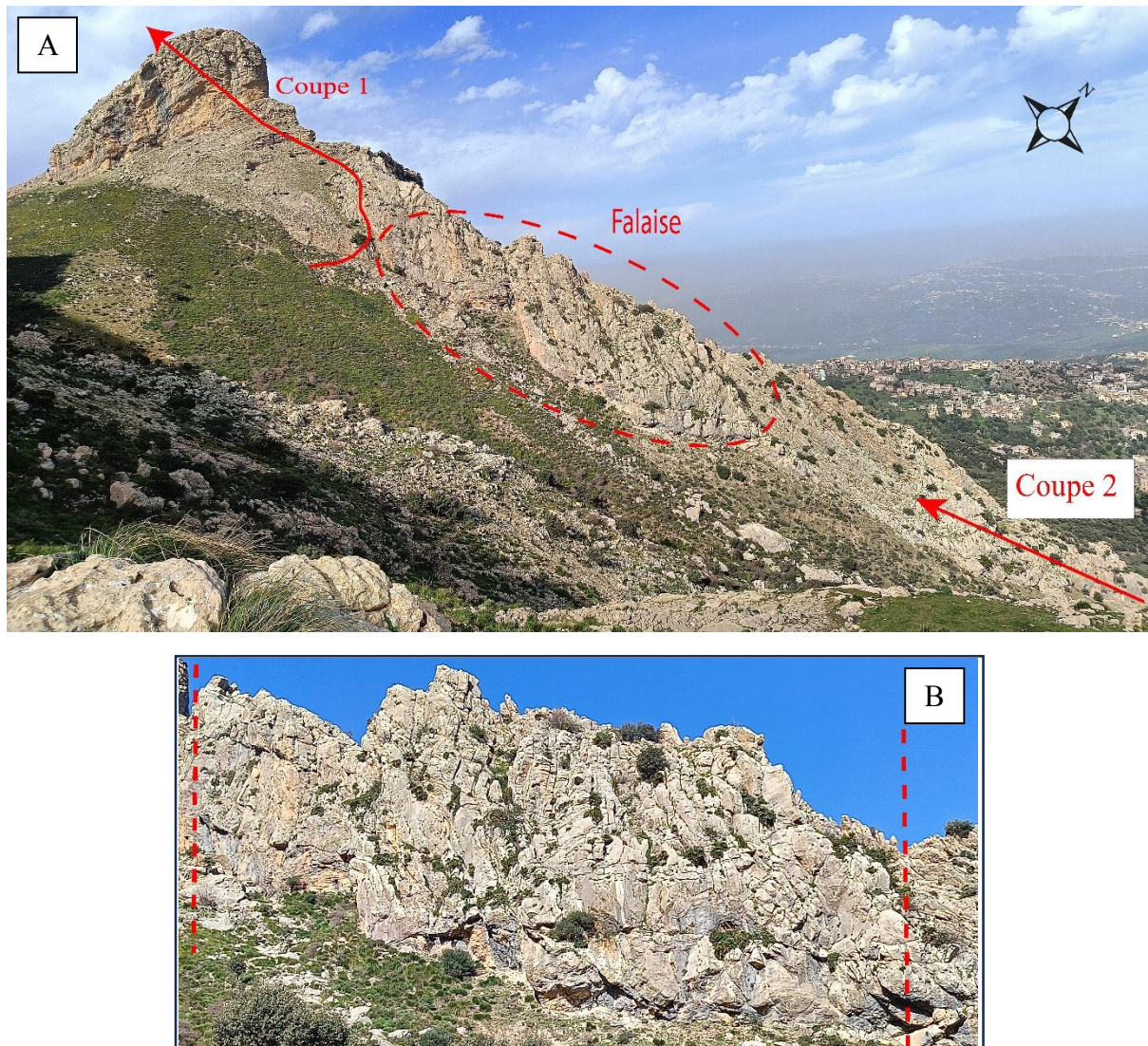
Nous avons commencé par l'observation des affleurements et avons choisi les coupes qui sont facilement accessibles et qui ne présentaient pas de risque de chute. Puis nous avons cherché à identifier des critères lithostratigraphique qui nous ont permis de se positionner dans la stratigraphie tels que les nummulites qui datent l'Eocène et les Ammonites et Bélemnites qui datent le Jurassique et le Crétacé.

Une fois que nous avons trouvé ces repères stratigraphiques, nous avons levé deux Logs stratigraphiques (détermination de nature, couleur, texture...etc.), le premier à l'Est de notre zone d'étude, dans l'Eocène guidé par la présence des nummulites, le deuxième à l'Ouest, dans le jurassique inférieur (Lias). (Coupe 1 et coupe 2, (**Figure II.5**)).

La partie centrale, entre la coupe 1 et la coupe 2, correspond à une falaise qui présente un risque potentiel de chute, nous n'avons pas pris le risque de l'escalader et d'échantillonner. Nous nous sommes contentés de mesurer les plans d'accidents tectoniques, développés dans le chapitre suivant : analyse structurale.

Par corrélation des terrains adjacents, les roches qui forment cette falaise correspondraient au Lias inférieur et moyen.

## Chapitre II : Sédimentologie



**Figure II.5 :** A. Photo montrant la position des coupes 1 et 2 dans la zone d'étude.

B. Photo zoom sur la falaise.

### **IV Echantillonnage**

Pour déterminer les différents environnements de dépôts de notre coupe nous avons besoin de faire un prélèvement d'échantillons sur le terrain que nous avons analysé au microscope après la confection des lames minces.

L'échantillonnage s'est fait au niveau des bancs de notre formation, fraîchement prélevé avec un marteau de géologue. Au total nous avons prélevé 16 échantillons de tailles différentes dans les deux coupes géologiques que nous avons levées. Ils sont tous nommés et emballés individuellement pour éviter toute confusion.

### **V Travail au laboratoire**

Une fois au laboratoire, dans l'atelier de lames minces de notre département des sciences géologiques de l'université Mouloud MAMMERI, nous avons confectionné les lames en suivant les étapes suivantes :

## Chapitre II : Sédimentologie

### Première étape

Elle consiste le sciage des roches à l'aide d'une machine appelé "débiteuse à table fixe" munie d'un disque à lame diamantée et d'un jet d'eau pour éviter la surchauffe. A la fin de cette étape on obtient des morceaux de roches appelés sucres qui ont environ 3 centimètres de longueur pour 2 centimètres de largeur. **(Planche 1. Figure, A).**

### Deuxième étape

C'est le polissage des sucres en utilisant la table de polissage avec une platine diamanté rotative en ajoutant une poudre abrasive de différents grains à partir de 300 et on diminue progressivement jusqu'à 800 pour obtenir une surface lisse et polie qui sera ensuite collé sur la lame de verre. **(Planche 1. Figure. B).**

### Troisième étape

Le rodage des sucres se fait sur une machine appelée rodeuse à fin d'obtenir une surface plus polie et plus lisse pour en les déposant sur un plateau entouré d'un bol cylindrique rotatif lubrifié à l'aide d'eau mélangé avec de la poudre abrasive constituée de carbure de silicium, on laisse le processus pendant 20 minutes ensuite on rince les sucres à l'eau claire et on les met à sécher. **(Planche 1. Figure. C).**

### Quatrième étape

Le collage des sucres sur les lames de verres se fait par une résine à partir de deux substances qu'on mélange, en premier lieu on applique la résine sur la face lisse du sucre puis la colle sur la surface rugueuse de la lame de verre préparé au préalable **(Planche 1. Figure. D)**, puis on dispose le tout sous les masses amovibles de la presse de collage pendant au moins 2 heures à une température de 80° Celsius pour un collage optimal. **(Planche 1. Figure. E).**

### Cinquième étape

C'est la dernière étape qui correspond au sillage et arasement des échantillons pour amincir la lame et obtenir une épaisseur de 0.1 à 0.2 centimètres avec une machine spéciale **(Planche 1. Figure. F)** puis nous avons polis manuellement la lame mince sur un verre à l'aide d'une solution de base d'alumine jusqu'à l'obtention de l'épaisseur optimale. **(Planche 1. Figure. G).**

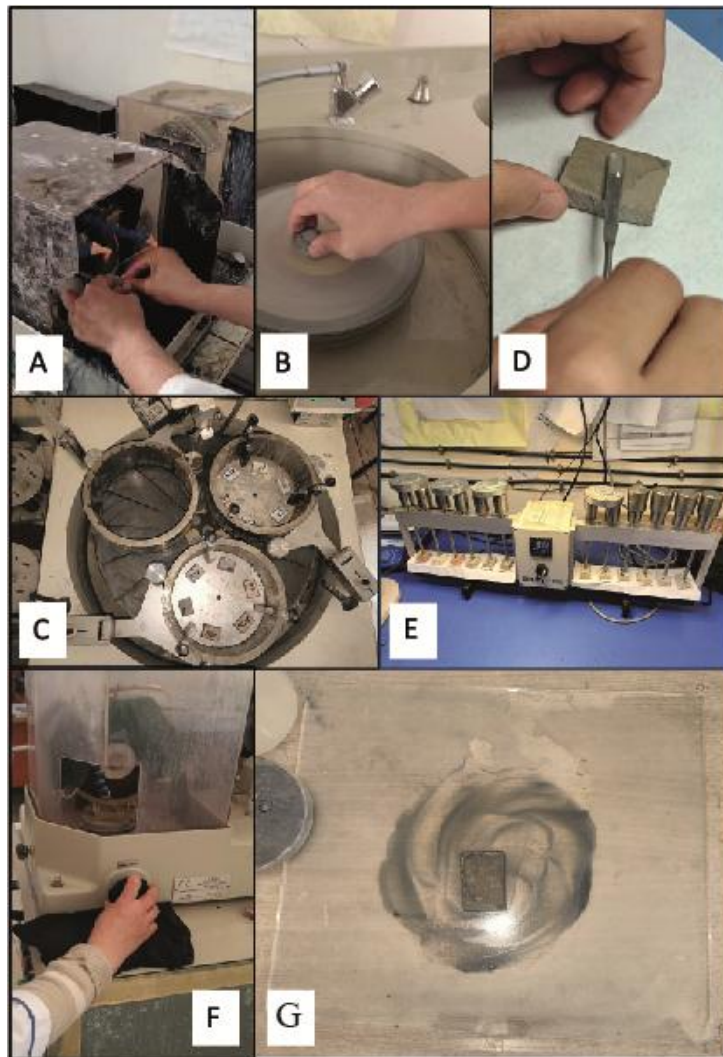
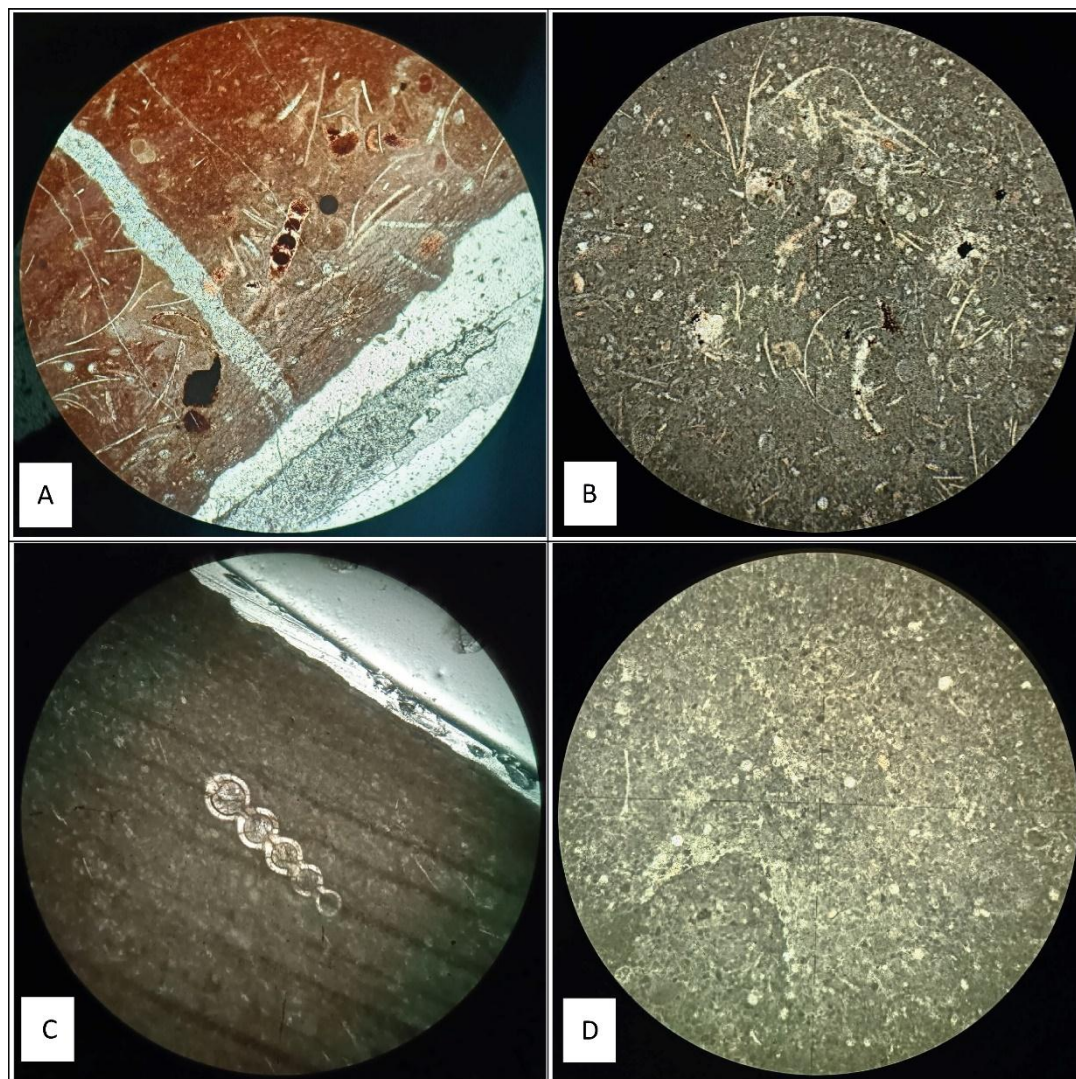


Planche II.1 : Différentes étapes au laboratoire pour la confection des lames minces.

### VI Étude sédimentologique

À partir des observations de terrain et l'analyse des lames minces, nous avons pu subdiviser la formation liasique supérieure en deux membres inférieur et supérieur dont le membre inférieur est caractérisé par des calcaires fins à silex stratiformes, parfois en rognons et le membre supérieur est dominé par des calcaires fins Mudstone à rare silex dans la partie basale.

Le membre inférieur est caractérisé par des calcaires à silex qui repose sur le niveau rougeâtre Ammoniticorosso qui a une importante épaisseur d'environ 3 mètres, suivi par des séquences de calcaires fins Stratodécroissants avec des joints marneux centimétriques très compactes donnant l'aspect schistosé. L'épaisseur de ces bancs calcaires sont décimétriques, entre dix et trente centimètres. Nous remarquons qu'en se rapprochant de la fin du membre inférieur, le silex devient moins abondant et rare, ce qui indique le changement du rythme des membres en entamant le membre supérieur dont les dépôts sont plus profonds et contiennent moins de bioclastes, la texture qui les caractérise est généralement un Mudstone à rare bioclastes. Ce membre est dépourvu de silex et ce jusqu'au sommet. **(Page 38).**



**Planche II.2 :** photos des différentes lames minces de la première coupe sous microscope optique à lumière transmise à grossissement 10X4.

Pour ce qui est de la formation éocène, elle débute par une combe de marnes d'épaisseur importante qui est suivie par un banc silicoclastique d'environ 2 mètres d'épaisseur. Ce banc est organisé suivant deux séquences granodécroissantes de type fluvatile qui se présentent sous forme de conglomérats à la base suivie de microconglomérats puis des grès.

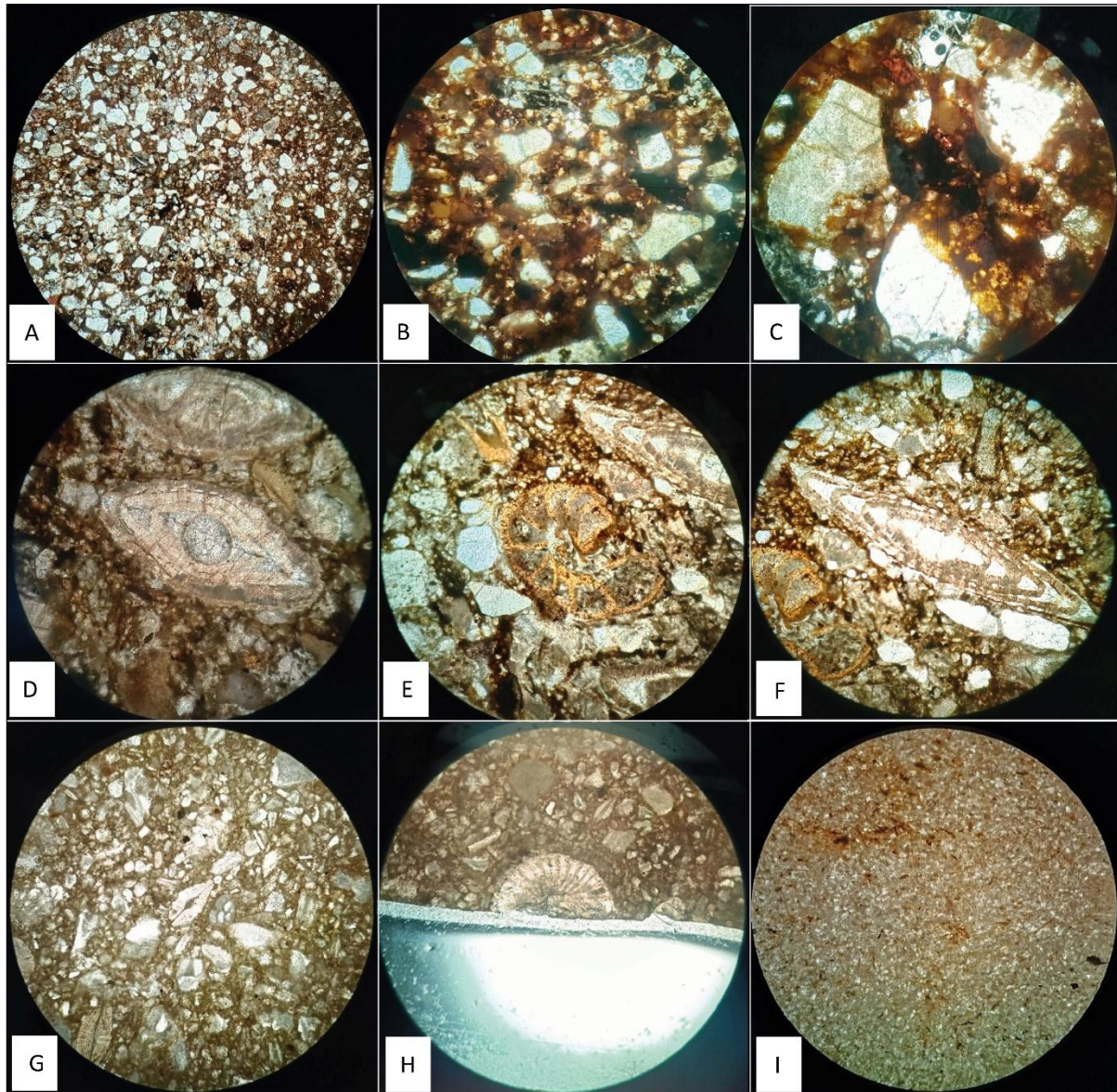
L'arrivée du matériel silicoclastique qui s'est déposé sur les marnes (en raison du temps nous n'avons pas pu faire le lavage pour mieux les analysées) indique un changement climatique favorable à l'érosion et le dépôt de ces particules non loin de leurs roche mère (la source). Nous considérons que l'évolution est régressive depuis l'environnement marin (marnes) jusqu'à l'environnement fluvatile, (conglomérat et grès dépourvue de bioclastes d'origine marine).

Ces dépôts marquent un épisode de climat humide avant le retour des séquences carbonatées marno calcaires de la zone néritique qui sont représenté par les calcaires typique de l'éocène, riche en nummulites Puis on a le retour des marnes une autre fois causé par une transgression marine avec une intercalation d'un banc de calcaire à nummulites qui sont typiquement d'âge éocène.

## Chapitre II : Sédimentologie

L'ensemble présente une succession de marnes et de calcaires sauf qu'elles sont d'un rythme différent, à la base les marnes sont d'une épaisseur très importante par rapport aux calcaires témoignant d'un milieu de dépôt très profond. Dans la partie supérieure de l'ensemble, les bancs de calcaires sont plus épais que les combes de marnes qui se présentent sous forme d'intercalation et de joints, ce qui indique un milieu de dépôt moins profond. (Page 37).

### VII Description des lames minces



**Planche II.3** : photos des différentes lames minces de la deuxième coupe sous microscope optique à lumière transmise a grossissement 10X4.

## Chapitre II : Sédimentologie

**Lame mince AJ1, AJ2 et AJ3** : on aperçoit une roche de type silicoclastique avec des éléments anguleux à sub-anguleux à dominance de quartz, le tout est maintenu par un ciment argilo-carbonaté (dolomérite). La taille des grains diminue (Stratodécroissant) dans l'ordre des lames commençant par un conglomérat dans la lame AJ1(**Planche II.3 C**) passant par un microconglomérat (Lame AJ2, **Planche II.3 B**) et pour arriver à un grès fin dans la lame AJ1(**Planche II.3 A**).

**Lame mince AJ4** : calcaire à bioclaste de type nummulite et orbitoides d'âge Sentonien à éocène. Riche en matière organique tels que des algues et bryozoaires. (**Planche II.3 :D, E, F**).

**Lame mince AJ5** : calcaire à nummulites, orbitoides et alvuolines. (**Planche II.3 : G, H**).

**Lame mince AJ6** : micrite. (**Planche II.3 I**).

**Lame mince AJ7 (ammonitico-Rosso)** : calcaire à filaments de bioclastes, ainsi que des microfossiles (Nodosaria), des foraminifères et des débris d'échinodermes avec la présence de débris d'ammonites. (**Planche II.2 A**).

**Lame mince AJ8** : cette lame présente un calcaire packstone riche en bioclastes et des filaments de bioclaste (bivalves) entouré par de la mérite, on a aussi de rares débris d'échinodermes (plaques d'échinodermes recristallisé) on observe aussi des calcisphères, des foraminifères (benthiques et planctoniques) ainsi que de la glauconie et de très rare grains de quartz. (**Planche II.2 B**).

**Lame mince AJ10** : calcaire à texture wackstone à mudstone avec de rares filaments de bioclastes et un microfossile de type Nodosaria. (**Planche II.2 C**).

**Lame mince AJ16** : calcaire à texture mudstone avec la présence de foraminifères. (**Planche II.2 D**).

### **VIII Conclusion**

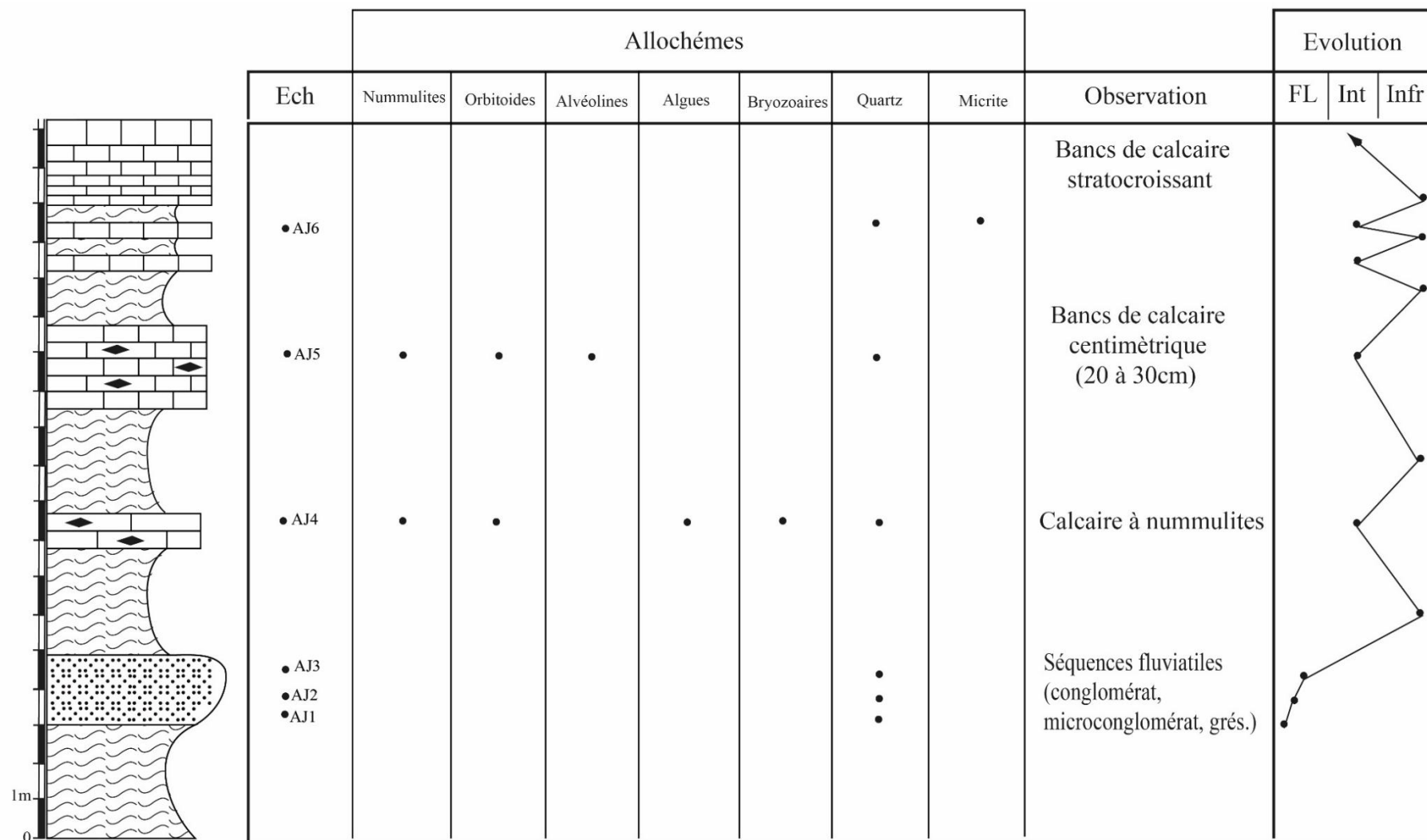
La coupe de l'éocène débute par d'épaisses marnes marines profondes. Elle est surmontée par un banc silicoclastique, organisé en séquences fluviatiles typiques. Ce dépôt détritique sur les marnes indique un changement climatique humide favorisant l'érosion. Il marque une régression nette, passant du milieu marin infratidale de la partie interne de la plateforme carbonatée à un environnement fluviatile.

Cet épisode humide est suivi par un retour des séquences carbonatées (marno-calcaires) en milieu néritique, représentées par des calcaires à nummulites typiques de l'Éocène et nous avons une alternance de marnes et de calcaires qui continue jusqu'à la fin de l'éocène avec des bancs Stratodécroissants où les calcaires prend le dessus sur les marnes qui deviennent des joints fins entre les calcaires.

Pour ce qui concerne la coupe du Lias supérieur est une formation de deux membres inférieur et supérieur dont le membre inférieur est caractérisé par des calcaires fins à silex et le membre supérieur est dominé par des calcaires fins Mudstone à rare silex dans la partie basale. Le membre inférieur repose sur le niveau rougeâtre Ammoniticorosso qui occupe une vaste zone dans notre terrain suivi par des séquences de calcaires fins Stratodécroissants avec des joints marneux centimétriques.

Enfin nous résumons que l'étude sédimentologique permet de reconstituer l'histoire tectonique et stratigraphique d'un bassin et remonter à l'évolution géodynamique d'un domaine.

## Chapitre II : Sédimentologie



**Légendes :** ◆ : Nummiltes.

**Abréviations :** Ech : échantillons / FL : fluviatile / Int : interne / Infr : inférieur

**Figure II.7 :** Log stratigraphique de l'écène.

# **Chapitre III :**

## **Analyse structurale**

## Chapitre III : Analyse structurale / 1 : Structure de la déformation souple

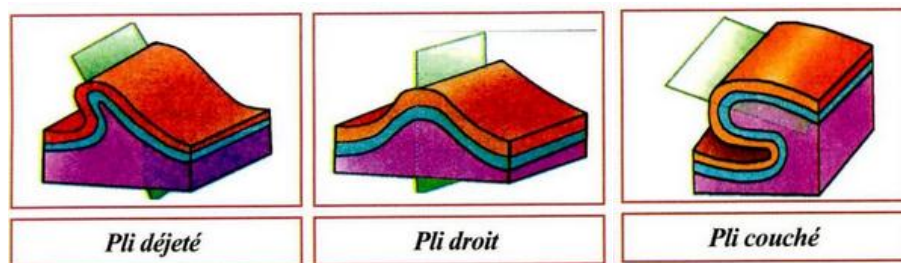
### La déformation souple

#### I Introduction

Appelée aussi la déformation ductile qui est une déformation souple et continue des roches sans aucune rupture sous plusieurs contraintes, elle est un processus fondamental en géodynamique responsable de nombreuses structures observées dans de différentes zones tectoniques.

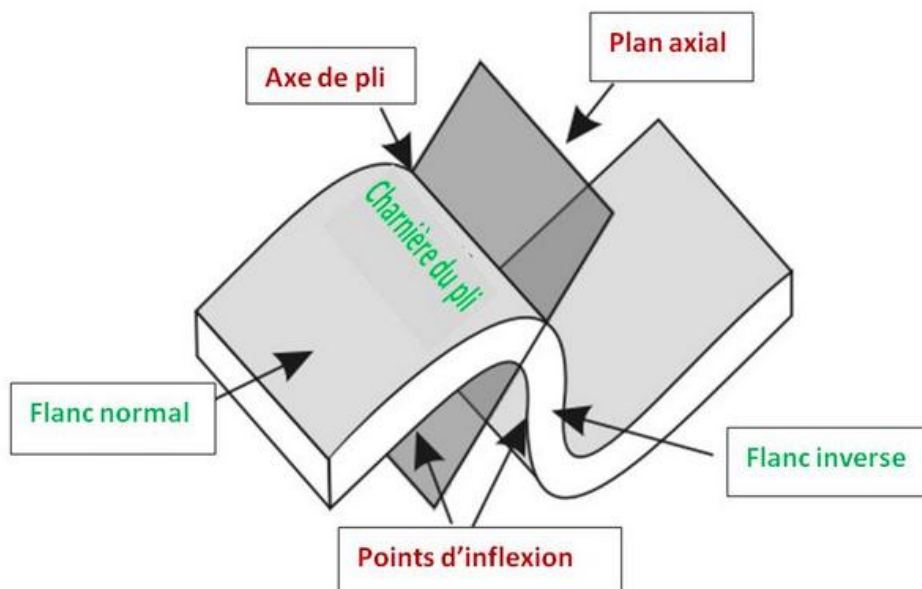
Pour cela il existe plusieurs différents types de déformation ductile, et comme exemple nous avons les plis ; qui sont des structures courbées résultant de la flexion des strates (couches) sous l'effet de contraintes de compression. Ils sont étudiés pour comprendre l'histoire de la dynamique d'une région et la nature des contraintes qui ont produit ces structures.

Ces plis peuvent prendre de diverses formes ; comme les plis couchés, déjetés, droits..., en fonction de la nature des contraintes car ils peuvent être des plis anticlinaux et synclinaux.



**Figure III.1 :** Quelques types de plis.

Quand le pli est bien visible nous observons ses éléments clairement ; qui sont : la charnière ; les flancs et le plan axiale avec l'axe du pli.



**Figure III.2 :** Les éléments d'un pli.

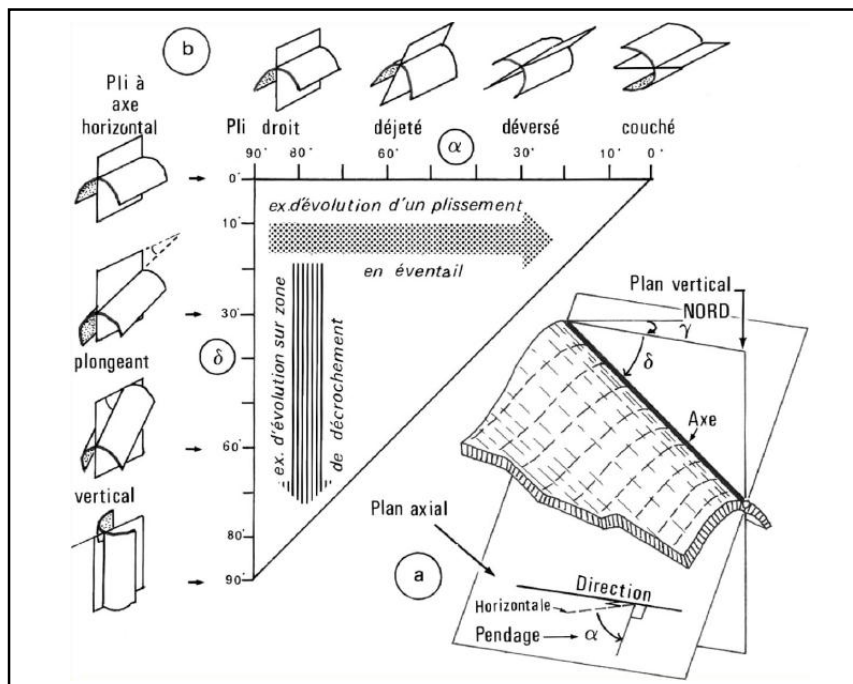
**II Zone d'étude**



**Figure III.3 :** image satellite pour la zone des plis.

Donc comme nous l'avons déjà dit que notre terrain d'étude est très riche en informations tectoniques, et que le côté du lias supérieur (SO) est très plissé nous avons fait plusieurs mesures sur de différents plis que nous avons pris en photos et projeté ensuite sur le canevas de Wulff avec le logiciel « Stereonet » et nous avons obtenu de divers résultats.

Pour cela après avoir finalisé la projection et trouver plusieurs plis différents nous les avons classés selon Fleuty (1964) qui est basée sur le plongement de l'axe qui est le plan axial (axe  $\sigma$ ) et le pendage du plan axial qu'on appelle aussi l'inclinaison des flancs (axe  $\alpha$ ).

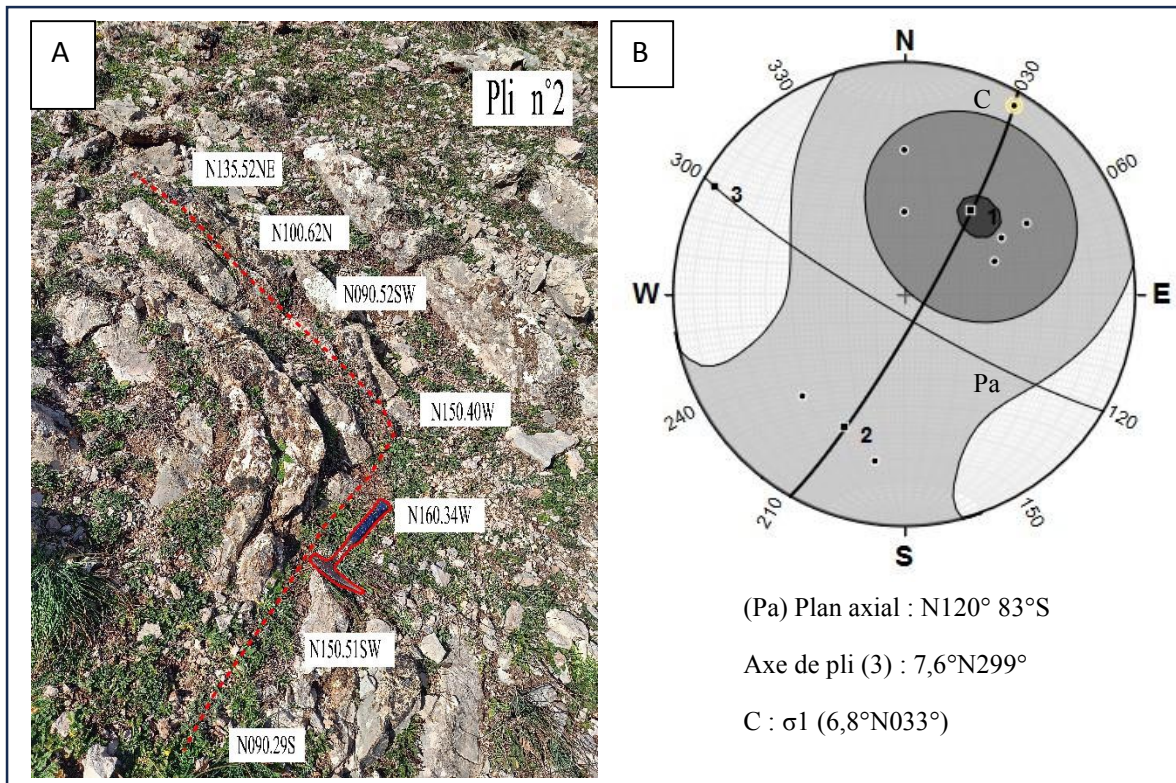


**Figure III.4 :** Classification géométrique des plis selon Fleuty (1964).



## Chapitre III : Analyse structurale / 1 : Structure de la déformation souple

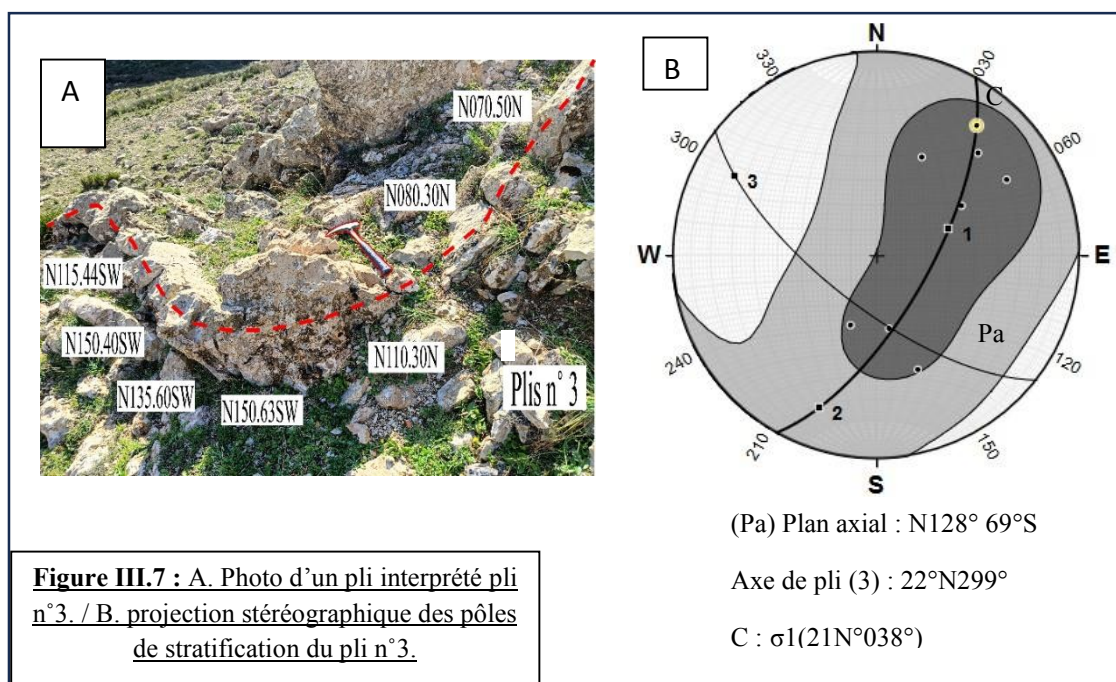
- **Pli 02.**



**Figure III.6 :** A. Photo d'un pli interprété pli n°2. / B. projection stéréographique des pôles de stratification du pli n°2.

Nous avons un plan axial avec un plongement de 83° qui indique que selon la classification de Fleuty (1964) le pli est un pli droit à un axe horizontal de 7,6°. L'axe 'C' est orienté de NE-SW (N033°) avec un pendage de 6,8° vers le SE.

- **Pli 03.**

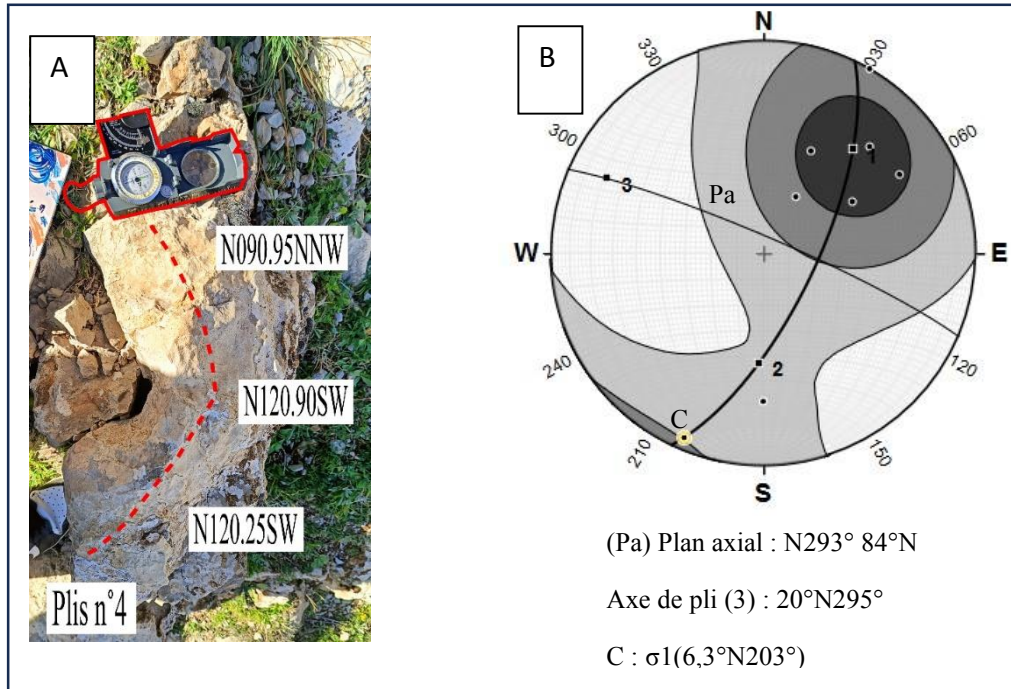


**Figure III.7 :** A. Photo d'un pli interprété pli n°3. / B. projection stéréographique des pôles de stratification du pli n°3.

### Chapitre III : Analyse structurale / 1 : Structure de la déformation souple

Pour le troisième pli, il est presque similaire au premier car c'est un pli déjeté avec un plan axial de  $69^\circ$  avec un axe du pli plongeant non horizontal de  $22^\circ$ . L'axe 'C' qui correspond à la paléocontrainte  $\sigma_1$  est orienté de  $38^\circ$  du NE-SW et plonge de  $21^\circ$  SE.

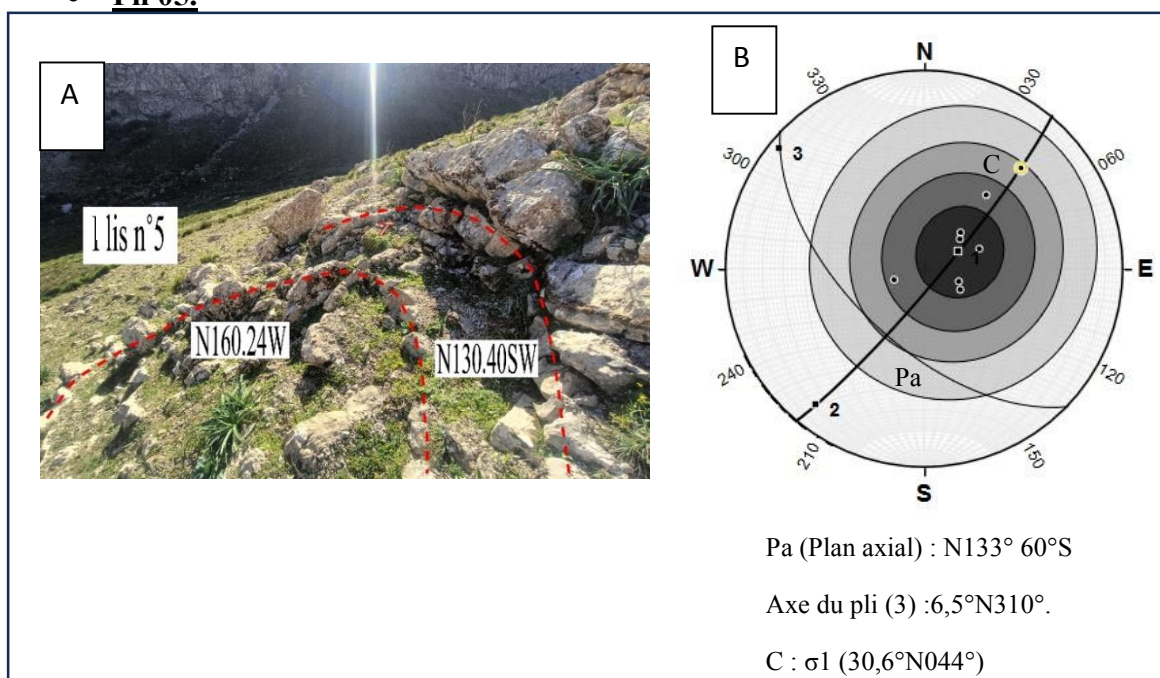
- **Pli 04.**



**Figure III.8 :** A. Photo d'un pli interprété pli n°4. / B. projection stéréographique des pôles de stratification du pli n°4.

Un plan axial de  $84^\circ$ N qui signifie que le pli est bien droit avec un axe plongeant d'un pendage de  $20^\circ$ . L'axe de contrainte 'C' est orienté de SW-NE (N203°) avec un plongement de  $6,3^\circ$ NW.

- **Pli 05.**

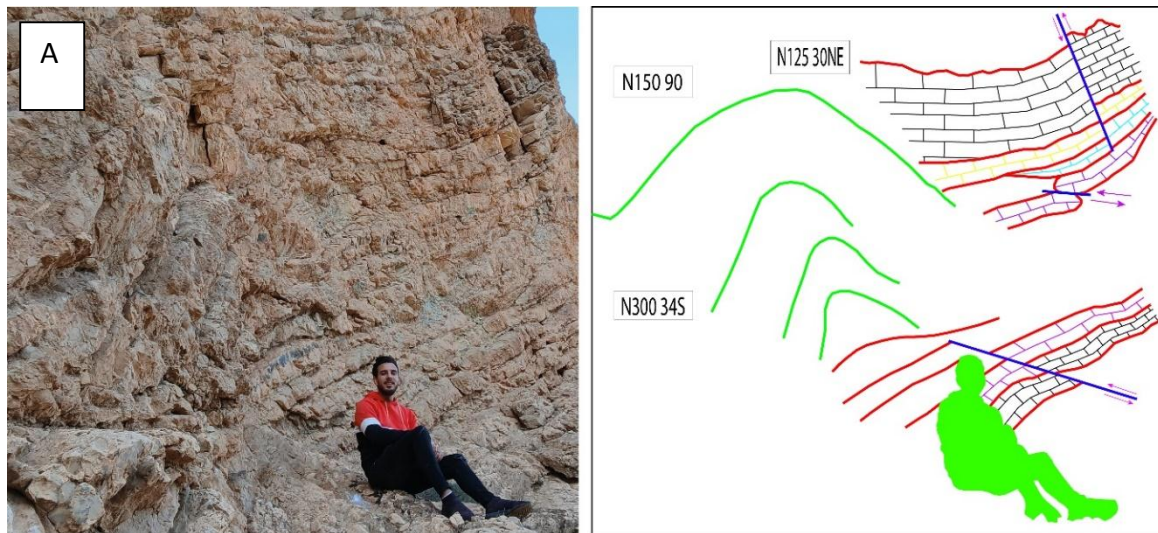


### Chapitre III : Analyse structurale / 1 : Structure de la déformation souple

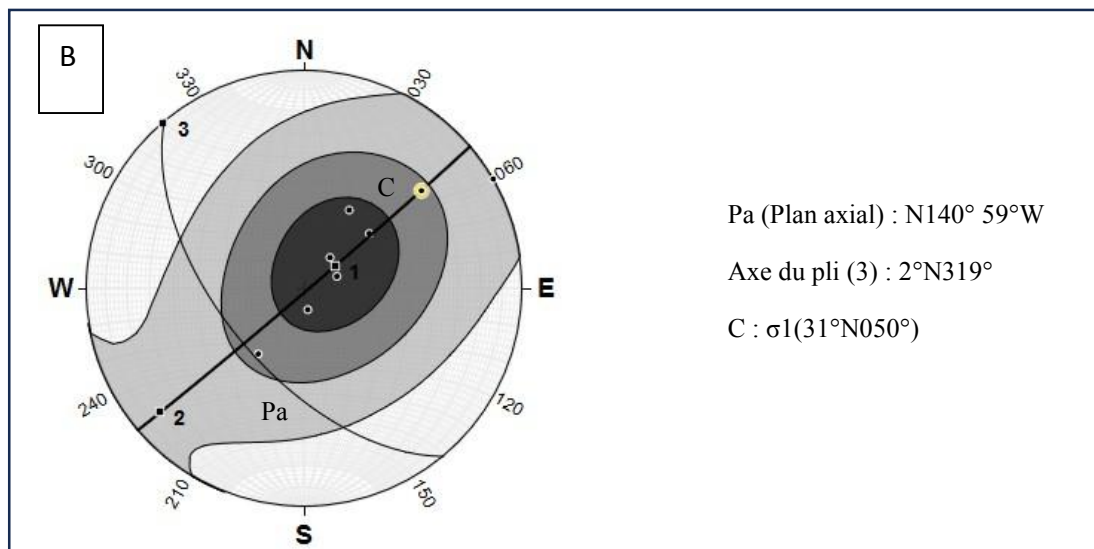
**Figure III.9 :** A. Photo d'un pli interprété pli n°5. / B. projection stéréographique des pôles de stratification du pli n°5.

Pour ce dernier dans la zone des plis nous voyons bien que c'est un pli déjeté avec un plan axial de  $60^{\circ}\text{S}$  exactement comme dans la classification de Fleuty (1964) avec un axe du pli d'un pendage très faible de  $6^{\circ}$  qui indique qu'il est horizontal. Son axe de contrainte 'C' est orienté de NE-SW ( $\text{N}044^{\circ}$ ) avec un pendage de  $30,6^{\circ}\text{NE}$ .

- **Pli 06**



**Figure III.10 :** Photo d'un pli interprété pli n°6.



**Figure III.11 :** Projection stéréographique des pôles de stratification du pli n°6.

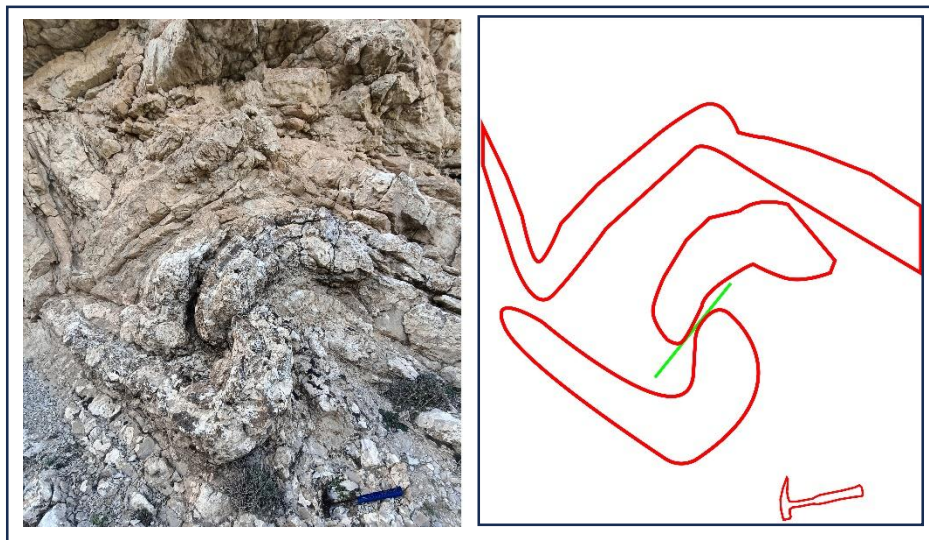
Après avoir terminé avec la zone des plis nous avons observé un autre pli dans la partie supérieure du membre inférieur de la formation des calcaires à silex, et à partir des mesures prises sur le terrain et leurs traitements par le logiciel, nous avons obtenu les informations suivantes : un plan axial qui est orienté de  $59^{\circ}\text{N}$ , un axe de pli horizontale qui indiquent que

### Chapitre III : Analyse structurale / 1 : Structure de la déformation souple

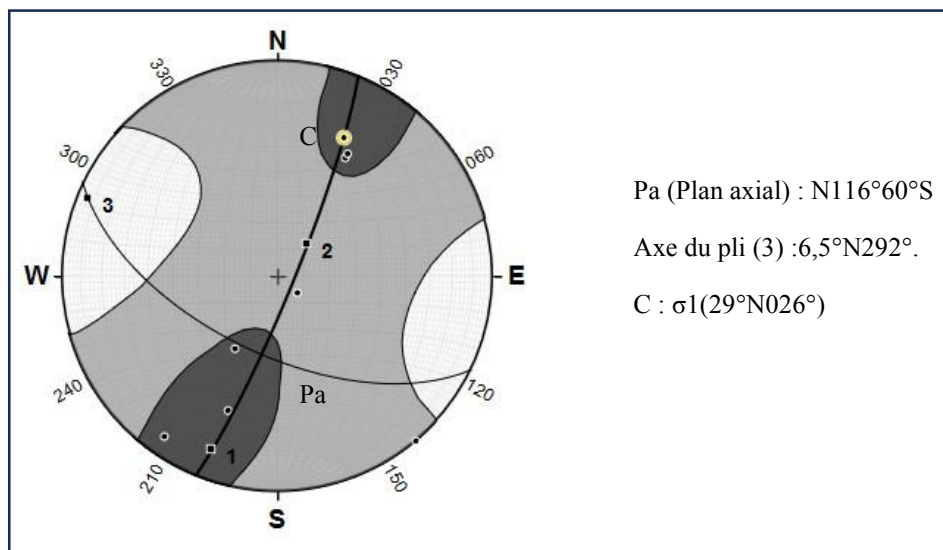
c'est un pli déjeté avec un axe horizontal. Pour l'axe de contrainte est orienté de N050° du NE vers SW avec un pendage de 31°SE.

Dans la géologie structurale il existe plusieurs déformations de roche comme la déformation souple (les plis) et la déformation cassante (les failles) mais il existe des cas où on peut les retrouver les deux dans une même structure, pour cela nous avons trouvé deux exemples qui sont :

#### • Pli faillé 01.



**Figure III.12 :** Photo d'un pli faillé interprété pli n°1.



**Figure III.13 :** Projection stéréographique des pôles de stratification du pli faillé n°1.

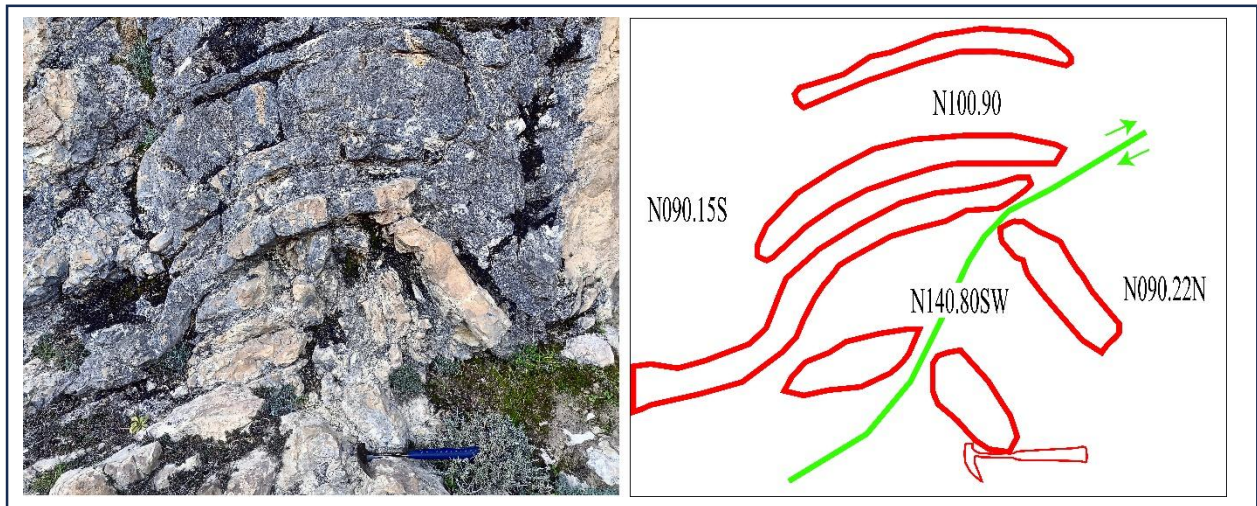
Dans ce premier exemple on voit très bien la faille qui est orienté de NW-SW qui nous donne l'impression de voir deux plis alors que c'est le même et pour cela nous avons obtenu les résultats suivants :

Un plan axial avec une orientation NW-SE (N116°) avec un plongement de 60°S et un axe de pli de 07°N292°, et l'ensemble indique un pli déjeté à axe horizontal.

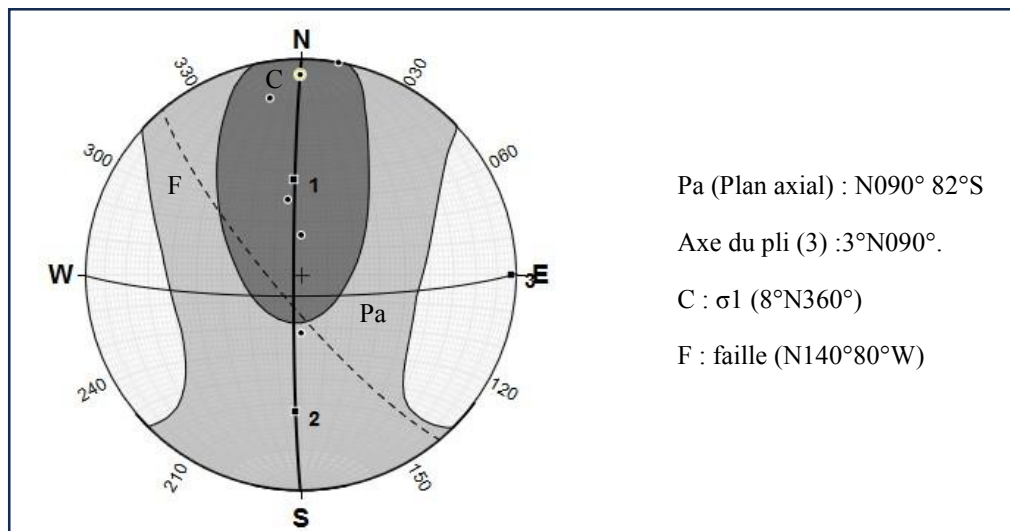
### Chapitre III : Analyse structurale / 1 : Structure de la déformation souple

L'orientation de l'axe 'C' est NNE-SSW (N026°) avec un pendage plongeant de 29° vers le SE.

- Pli faillé 02.



**Figure III.14 :** Photo d'un pli faillé interprété pli n°2.



**Figure III.15 :** Projection stéréographique des pôles de stratification du pli faillé n°2.

La faille affectant ce plis montre une orientation NW-SE (N140°80°W), l'analyse des éléments au critères cinématique de cette faille indique que c'est une faille inverse qui recoupe le pli, d'après les résultats obtenus, le plan axial est orienté E-W avec un plongement de 82°S, et son axe qui est de 3° N090° ; donc le pli est droit avec un axe horizontal et l'axe de contrainte orienté N-S avec un pendage de 8° vers le Sud.

### **III Conclusion**

L'étude structural nous a permis d'identifier plusieurs et différents types de plis à partir des mesures du terrain, du logiciel Stereonet et la classification de Fleuty 1964.

Après avoir traité et discuté tous les résultats obtenus nous avons réussi à avoir au total huit plis (cinq plis dans la zone plissée, un pli dans la partie supérieure du membre inférieur de la formation des calcaires à silex et deux plis faillés).

D'après la classification de Fleuty (1964) les types de plis que nous avons obtenu sont deux types : les plis déjetés et les plis droits qui sont différents les uns des autres tout dépend l'orientation et les pendages.

Les plis déjetés sont : pli 01, pli 05, pli 06 et pli faillé 01 avec un axe horizontal et le pli 03 avec un axe plongeant.

Les plis droits sont : pli 04 avec un axe plongeant et le pli faillé 02 avec un axe horizontal.

L'analyse met en évidence une prédominance de plis déjetés et droits à axes peu inclinés, la majorité des plis (7/8) sont à vergence vers le N-O avec une orientation générale des contraintes principales  $\sigma_1$  souvent dirigée NE-SW. La coexistence de plis et de failles illustre des conditions de déformation complexes associant comportement souple et cassant.

## Chapitre III : Analyse structurale / 2 : La déformation cassante

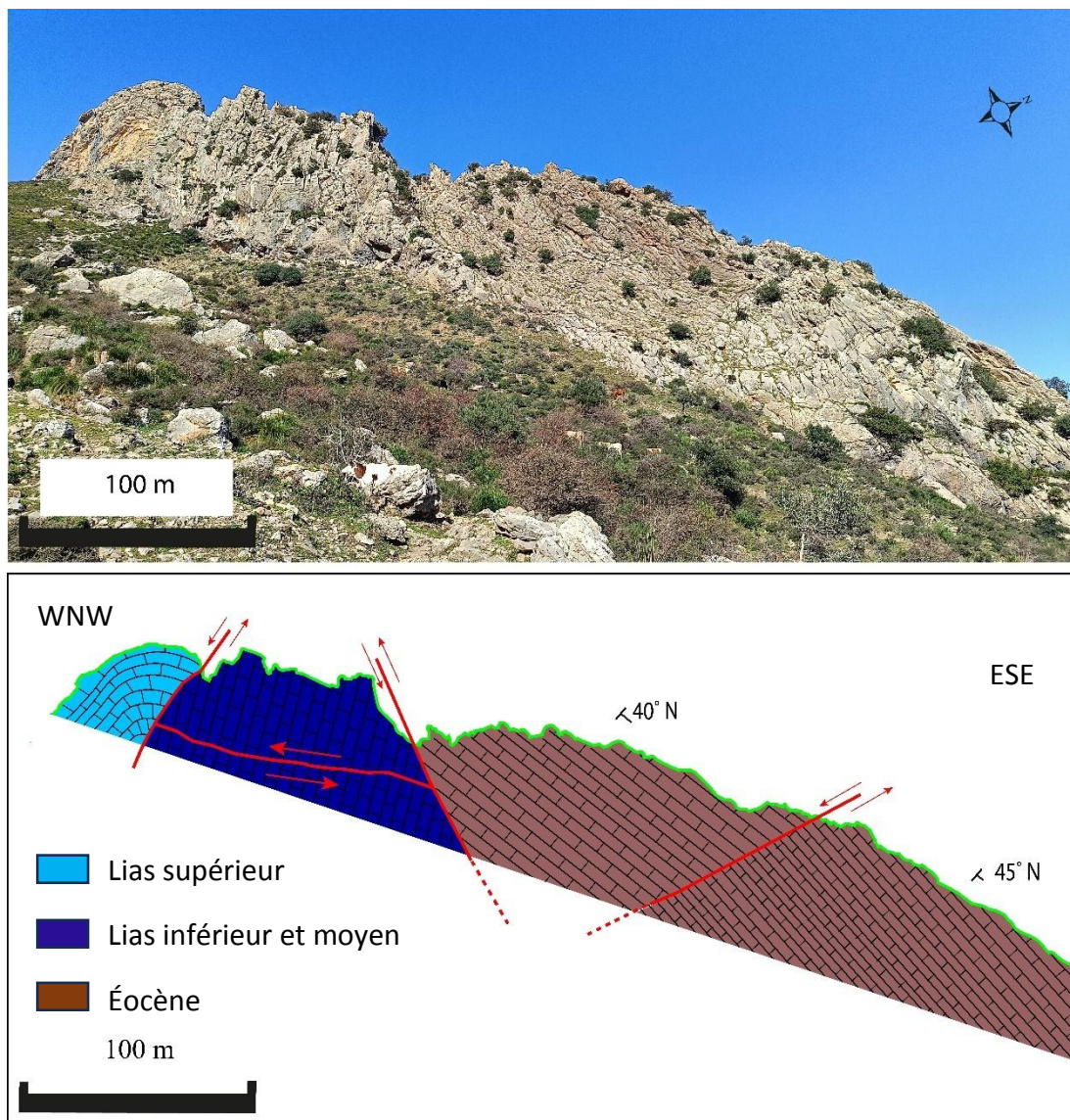
### Déformation cassante

#### I Introduction

La déformation cassante est essentiellement caractérisée par des ruptures ; dans un milieu rocheux dû à des contraintes en extension ou en compression, avec ou sans mouvement qui se traduit par des failles ou simplement par des fissures et des fractures

Cette déformation affecte surtout la partie supérieure de l'écorce terrestre sur une épaisseur allant de 5km ou plus. Les structures qui caractérisent la tectonique cassante se produisent depuis le millimètre au décimètre (microstructures), jusqu'au kilomètre (mégastructures), elle se présente sous différentes géométries et formes.

Comme nous l'avons déjà évoqué, notre terrain d'étude est très tectonisée, d'où l'abondance des structures de déformation en l'occurrence les (failles, décrochements, cisaillements), notamment dans la partie NE.



## Chapitre III : Analyse structurale / 2 : La déformation cassante

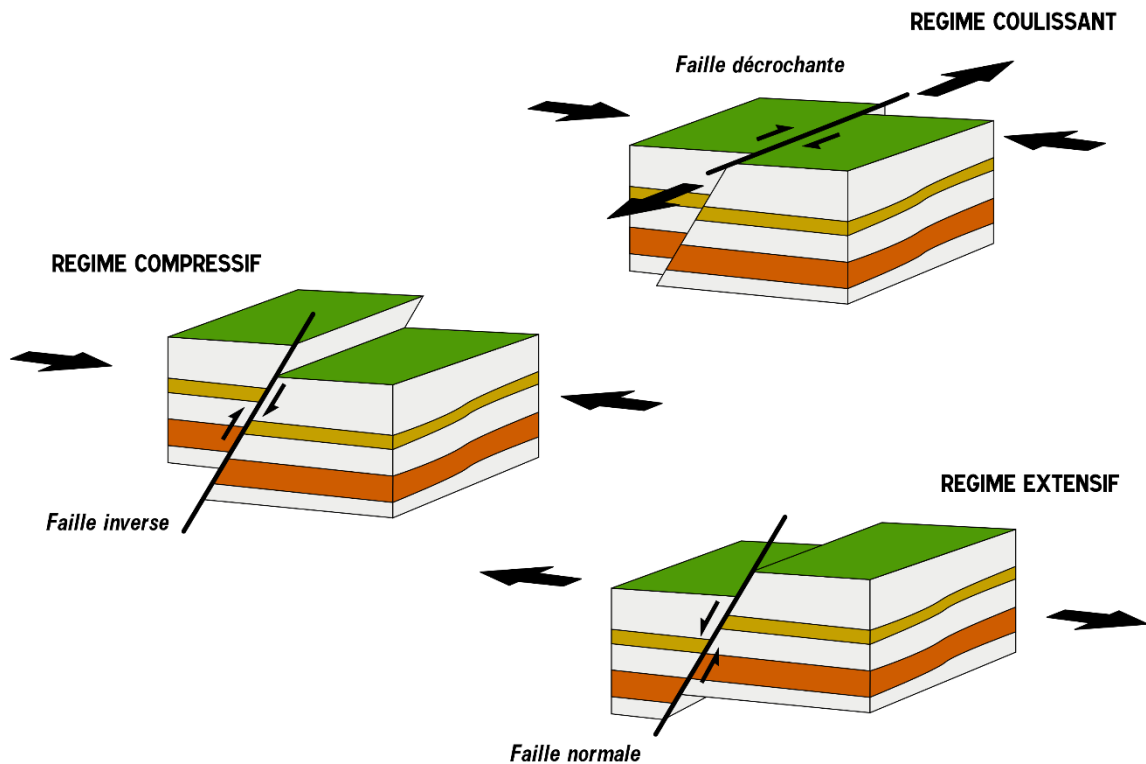
### II Les failles

Une faille est une surface de cassure, le plus souvent plane ; parfois courbe, qui sépare un ensemble de roches en deux masses rocheuses qui ont subi un déplacement de part et d'autre de la surface de faille.

Ce déplacement et la déformation cisailante sont dus aux forces exercées par les contraintes tectoniques.

La surface de faille est donc une surface souvent striée ; c'est pourquoi une surface de faille est communément appelée miroir de faille.

Il existe de différents types de failles qui sont : faille normale, faille inverse, et faille décrochante.



**Figure III.17 :** Les principaux types de faille.

Et durant notre sortie de terrain nous avons pris des photos avec plusieurs mesures de différentes déformations et nous les avons traités avec le logiciel Adobe Illustrator.

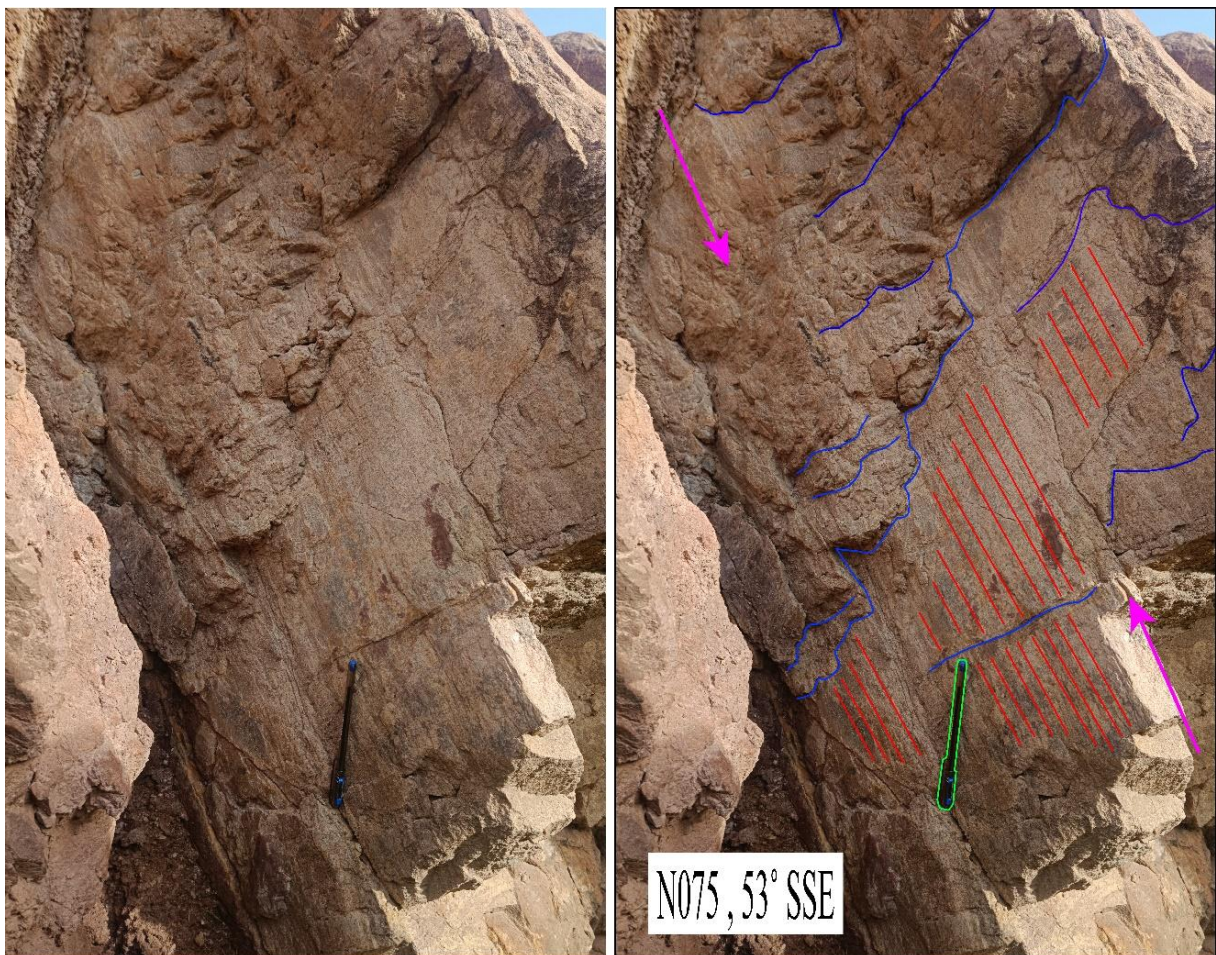
Nous avons obtenu les résultats suivants :

**III Les décrochements**

Décrochement ou faille de décrochement est un type de faille contrairement aux failles normales et inverses est caractérisée par mouvement horizontal et non vertical des deux blocs de faille qui se glissent l'un par rapport à l'autre.

Il existe deux types de décrochement : un décrochement dextre lorsque le bloc se déplace vers la droite contrairement au décrochement sénestre (le compartiment se glisse vers la gauche), et le sens du mouvement est déterminé par les gradins d'arrachement.

Voici un exemple du décrochement sénestre :



**Figure III.18** : photo du décrochement sénestre au niveau du Trias.

### **Chapitre III : Analyse structurale / 2 : La déformation cassante**

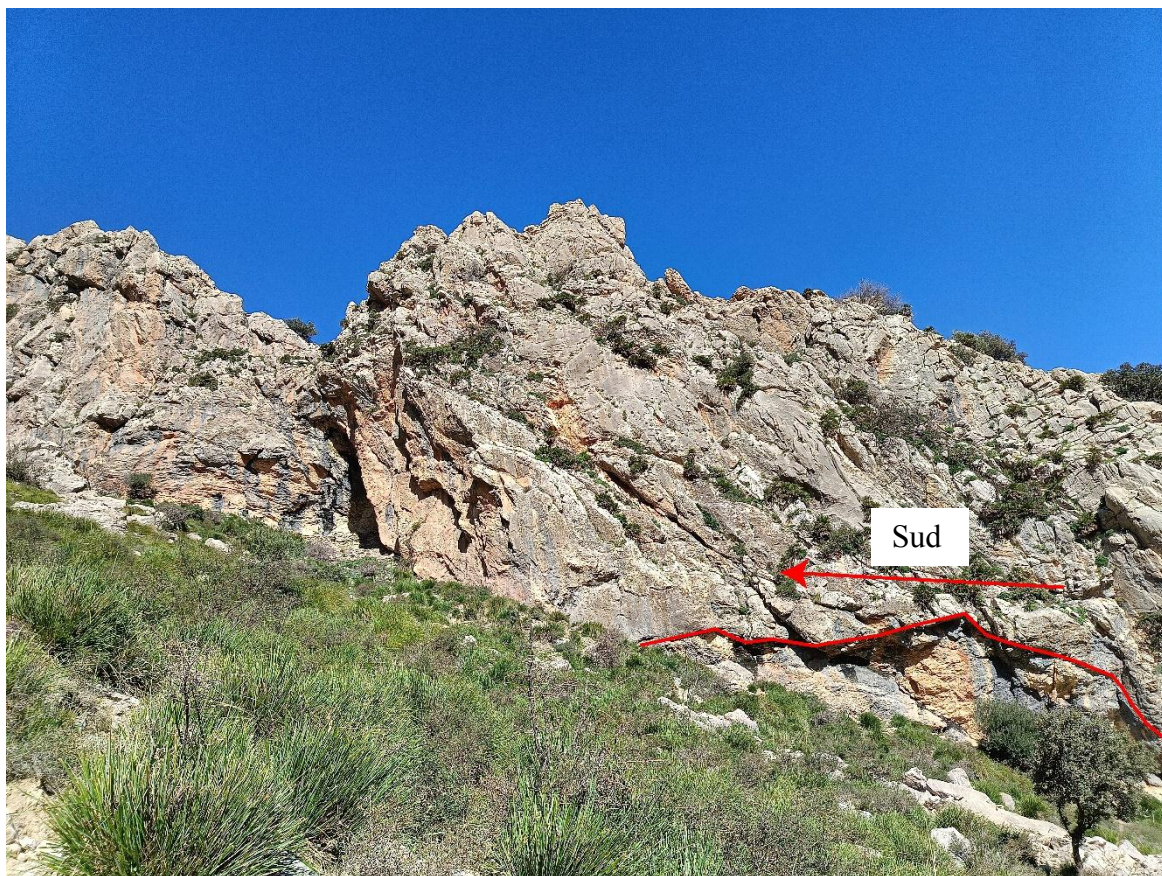
Dans notre terrain d'étude et plus précisément dans le trias qui est caractérisé par une séquence fluviatile d'environ 3 à 4m de grés rouges, nous avons distingué ce décrochement sénestre (figure III.18) qui est marqué par des lignes bleues qui indiquent le sens du mouvement des gradins d'arrachement et les traits rouges indiquant les stries indiquant la direction du mouvement, le décrochement est d'orientation ENE-WSW (N075°) avec un plongement de 53° vers le SSE.

#### **IV Les cisaillements**

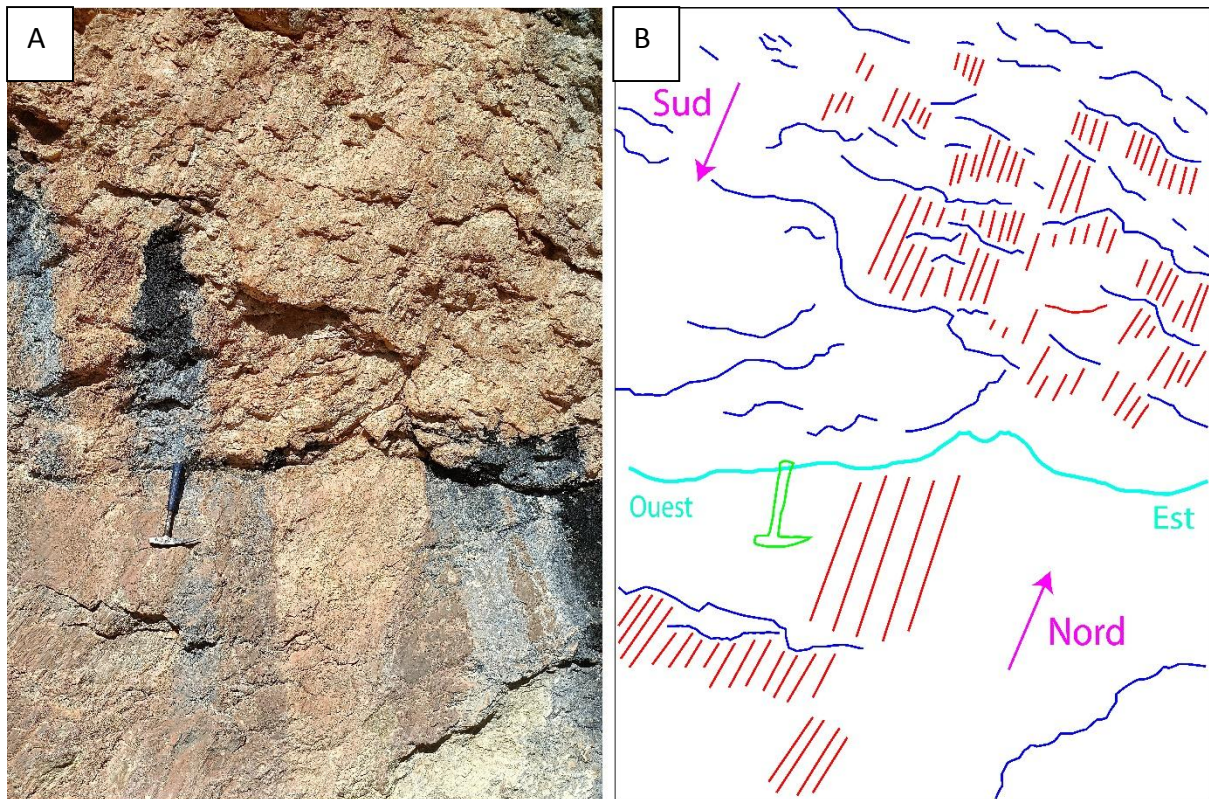
Le cisaillement est une déformation des roches lorsqu'elles sont soumises à des contraintes sous l'effet de forces tangentielles, contrairement à la compression et l'extension.

Le cisaillement est responsable sur de nombreuses structures tectoniques comme les failles, les foliations et les mylonites. Cette déformation s'applique lorsqu'un corps se glisse par rapport aux autres corps le long de surfaces parallèles à la direction de la contrainte cisailante.

D'ailleurs dans la partie centrale de notre terrain d'étude et à la base de la falaise, nous avons observé un important plan de cisaillement de direction E-O avec un pendage de 30° vers le Nord. Ce cisaillement est marqué par deux mouvements, le premier montre un mouvement sénestre à vergence vers le Sud avec un pitch de 45°Sud.



**Figure III.19 : vue lointaine du premier mouvement de cisaillement.**

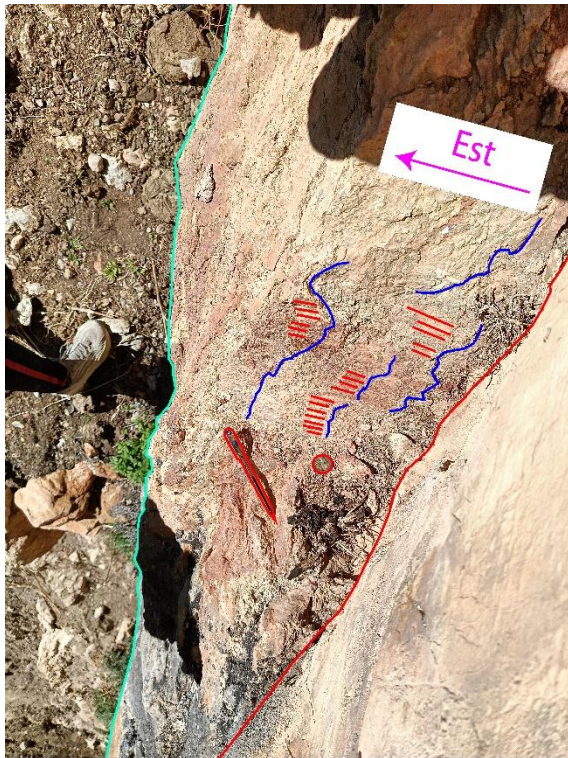


**Figure III.20 : A. Photo plus proche du premier mouvement du cisaillement.**

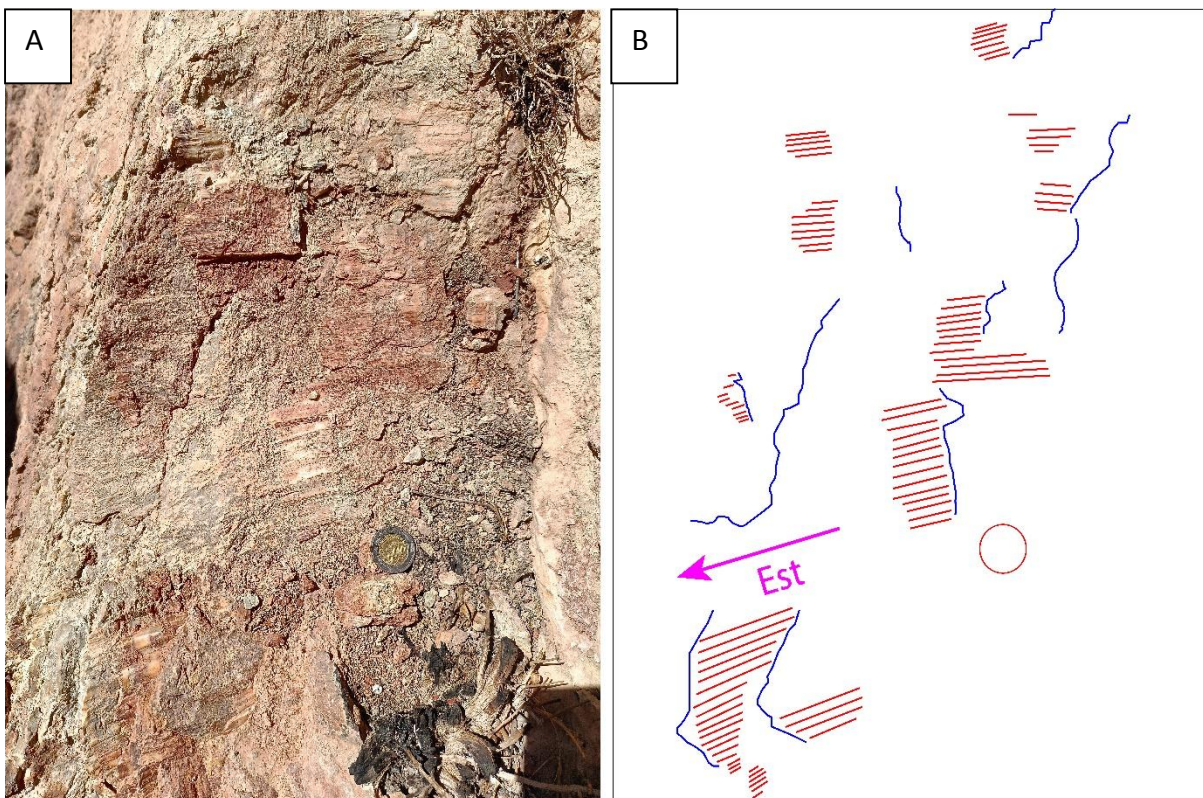
**B. Image traité du premier mouvement du cisaillement.**

La figure ci-dessus montre les détails de ce cisaillement là où nous avons les gradins d'arrachement avec des lignes bleues et les stries en trait rouge.

Le deuxième mouvement correspondant à un rejeu vers l'Est suivant un pitch horizontal.



**Figure III.21 :** Vue de loin du deuxième mouvement du cisaillement.



**Figure III.22 :** A. Photo de près du deuxième mouvement du cisaillement.

B. Image traitée du deuxième mouvement de cisaillement.

## **Chapitre III : Analyse structurale / 2 : La déformation cassante**

### **V Conclusion**

Notre zone d'étude (Ighouyad Tefrent) qui s'étend du NE au SO, présente une forte déformation tectonique que ça soit cassante et souple due à la collision continentale entre le bloc Kabylie de l'AlKaPeKa avec la plaque africaine qui s'est produite au Miocène.

Dans un premier lieu on a une compression du Nord vers le Sud qui a permis le chevauchement de l'Éocène sur le Lias matérialisé par des cisaillements vers le Sud.

Dans la partie nord de notre terrain on a observé un décrochement qui a affecté les grès du Trias.

Dans la partie centrale de notre zone d'étude à la base de la falaise, nous avons observé un important cisaillement de direction E-O à pendage de 30° vers le Nord, avec deux mouvements différents, le premier montre un mouvement senestre à vergence Sud avec un pitch de 45° vers le Sud, et le second correspond à un rejeu vers l'Est suivant un pitch horizontal.

La partie basale au Sud-Ouest, le faciès est marno calcaire (faciès plus au moins tendre), les roches se sont comportées différemment avec des plissements (zone de plis).

Vers le sommet dans les calcaires à silex où les joints marneux sont centimétriques et comprimés, les plis sont décamétriques et parfois sont faillés.

# **Chapitre IV :**

## **Discussion et conclusion générale**

## **Chapitre IV : discussion et conclusion générale**

La formation du Lias supérieur est composée de deux membres : le membre inférieur, caractérisé par des calcaires fins à silex reposant sur un niveau rougeâtre dit "Ammoniticorosso" qui indique un milieu profond, et le membre supérieur, dominé par des calcaires fins mudstone à rare silex dans sa partie basale. L'ensemble présente des séquences de calcaires fins stratodécroissants séparés par des joints marneux centimétriques qui indique un environnement dépôt d'une plateforme carbonatée. Le lias supérieur représente un milieu confiné et anoxique au vu de l'abondance de faciès à filaments riches en matière organique. Pour ce qui concerne la coupe sédimentaire de l'Éocène débute par d'épaisses marnes marines déposées en milieu infratidal, sur la partie interne d'une plateforme carbonatée. Un changement climatique vers des conditions plus humides provoque une régression marine nette, matérialisée par un banc silicoclastique (conglomérat, microconglomérat et grès) organisé en trois séquences fluviales. Cette phase détritique est suivie d'un retour à un environnement néritique avec des dépôts carbonatés marno-calcaires, incluant des calcaires à nummulites caractéristiques de l'Éocène. Vers la fin de l'Éocène, une alternance de marnes et calcaires s'installe, évoluant en bancs stratodécroissants où les calcaires dominent progressivement, réduisant les marnes à de fins joints intercalaires.

Pour ce qui concerne l'analyse structurale, la zone plissée a permis d'identifier huit plis, classés selon la typologie de Fleuty (1964) en deux types : déjetés (pli 01, 03, 05, 06 et pli faillé 01) et les plis droits (pli 02, 04 et pli faillé 02). Ces deux types plis déjetés et droits présentent des axes horizontaux ou plongeants majoritairement vers le Sud-Est, parfois vers le Nord-Ouest. La majorité de ces structures affichent une vergence vers le Nord-Ouest, avec une orientation des contraintes principales  $\sigma_1$  globalement NE-SW. Dans la partie Sud-Ouest du secteur d'étude, où prédominent les faciès marno-calcaires tendres, la déformation souple génère des plissements localisés. À l'opposé, dans les calcaires à silex du sommet, où les joints marneux sont comprimés, les plis deviennent décamétriques et peuvent être associés à des failles.

Par ailleurs, la déformation cassante résulte de la collision continentale miocène entre le bloc kabyle de l'AlKaPeKa et la plaque africaine. Elle se manifeste par un chevauchement majeur orienté Nord-Sud, permettant le chevauchement de l'Éocène sur le Lias qui se matérialise par des cisaillements vers le Sud. La zone centrale révèle un cisaillement Est-Ouest à la base de la falaise, avec un pendage de 30° Nord. Ce cisaillement présente deux phases distinctes : un mouvement senestre à vergence Sud (pitch 45° sud) suivi d'un rejeu vers l'est selon un pitch horizontal.

Ce contexte compressif génère également un décrochement N070° à mouvement senestre affectant le Trias gréseux rouge qui affleure au Nord de la zone d'étude.

La coexistence de plis faillés dans les calcaires à silex illustre l'interaction entre déformations souples et cassantes, typique des contextes de collision où les roches compétentes (calcaires, grès) privilégient la fracturation tandis que les faciès tendres (marnes) favorisent le plissement.

# Références Bibliographiques

## Liste des références

- Arab, M. et all (2016.A)** Tectonostratigraphic evolution of the eastern Algerian margin and basin from onshore-offshore correlation.
- Arab, M. et all (2016b)** Coupling stratigraphic and petroleum system modeling tools in complex tectonic domains: case study in the North Algerian Offshore. Arab. J. Geosci.
- Boullin J.P. et Raoult J.F. (1971).** - Présence sur le socle kabyle du Constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flyschs : le Numidien peut-il être un néo-autochtone ? Bull. Soc. géol. Fr.
- Boullin, J.P et all (1973).** Les olistostromes d'âge miocène inférieur liés aux flyschs allochtones kabyles de l'orogène alpin d'Algérie. Bull. Soc. Géol. Fr.
- Boullin, J. P (1977).** Géologie Alpine de la petite-Kabylie dans les régions de Collo et d'El-Milia Algérie Thèses sciences, Paris.
- Boullin J.P. (1978).** – La transversale de Collo de d'El Milia (Petite Kabylie) : une région clef pour l'interprétation de la tectonique alpine de la chaîne littorale d'Algérie. Mém. Soc. Géol. France.
- Boullin, J.P et all (1984).** Mise au point sur l'âge des socles métamorphiques kabyles (Algérie). CR Acad. Sci. Paris.
- Boullin, J.P (1986).** « Le bassin maghrébin » : une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'ouest des Alpes. Bull. Soc. Géol. France.
- Bracène, R., Frizon de Lamotte, D., (2002).** The origin of intraplate deformation in the Atlas system of western and central Algeria: from Jurassic rifting to Cenozoic–Quaternary inversion. Tectonophysics.
- Caire, A. (1975).** Les grands traits structuraux de la Méditerranée centrale et orientale. Bulletin de la Société Géologique de France.
- Cattaneo, G. (1997).** L'évolution structurale de la marge nord-africaine (Tunisie) du Trias à l'Actuel. Thèse de Doctorat, Université de Cergy-Pontoise, France.
- Cattaneo, G., Augier, R., Cherchi, A., & Monteil, E. (1999).** The Sardinia Channel Rift: a missed key for the kinematics of the Western Mediterranean. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science.
- Coiffait, P.-E. (1992).** Un bassin post-nappe dans son cadre structural : l'exemple du bassin de Tanger (Maroc). Bulletin de la Société Géologique de France.
- Coutelle A (1979).** Géologie du sud-est de la Kabylie et des Babors d'Akbou–Thèse Sci Paris.
- COUTELLE A et DELTEIL Jean, (1989).** La suture alpine en Méditerranée occidentale. Remarques sur une synthèse et rappel d'une autre conception, Bulletin de la Société géologique de France.
- Dewey et all (1989).** Kinematics of the western Mediterranean. In: Coward, M.P., Dietrich, D. & Park, R.G. (eds) Alpine Tectonics. Geological Society, London.
- Durand-Delga, M. (1969).** Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie, Publ. Serv. Géol. Algérie.
- Durand-Delga., (1971).** Les unités à Mésozoïque métamorphique d'El-Milia à Tékenna (Algérie) et leur cadre structural. Bulletin de la Société Géologique de France Paris.

## Liste des références

- Durand-Delga, M., Fontboté, J.M., (1980).** Le cadre structural de la Méditerranée occidentale. Congrès géologique international.
- Fallot, P. (1942).** Essai sur la géologie du Rif septentrional. Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc.
- FENET Bertrand (1975),** Recherches sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du bouclier africain à partir de l'étude d'un élément de l'orogène nord maghrébin : les monts des Tessala et les massifs du littoral oranais, thèse, Université de Nice.
- FLANDRIN Jacques (1952).** La Chaîne du Djurdjura, dans XIXe Congrès géologique international, Alger, 1952, Alger, service Géologique d'Algérie.
- Frizon de Lamotte, D.F., Saint Bezar, B.A., Bracene, R., Mercier, E., (2000).** The two main steps of the Atlas building and geodynamics of the western Mediterranean. *Tectonics*.
- Gélard, J.P., (1969).** Le flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif de Chellata ; le flysch maurétanien (Grande-Kabylie, Algérie). *Bull. Soc. Geol. Fr.*
- Gélard, J.P, Lorenz, C., Magné, J., (1973).** L'âge de la transgression (Oligocène terminal-Aquitainien basal) sur le socle de Grande Kabylie (Algérie). *CR Somm. Soc. Geol. France*.
- Gélard J.P. (1979).** -Géologie du nord-est de la grande Kabylie. – Mém. Géol. Univ. Dijon.
- Gélard, J.P, Lorenz, C., Magné, J., (1973).** L'âge de la transgression (Oligocène terminal-Aquitainien basal) sur le socle de Grande Kabylie (Algérie). *CR Somm. Soc. Geol. France*.
- Gélard, J.P., (1969).** Le flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif de Chellata ; le flysch maurétanien (Grande-Kabylie, Algérie). *Bull. Soc. Geol. Fr.*
- Gery, J.M., Montenat, C., & Ott d'Estevou, P. (1981).** Corrélations stratigraphiques entre les provinces bétiques et maghrébines : Données nouvelles et implications structurales. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*.
- Gery, J.M., Montenat, C., & Ott d'Estevou, P. (1983).** Le cadre structural de la bordure méridionale des Cordillères bétiques au Miocène (région de Malaga, Espagne). *Bulletin de la Société Géologique de France*.
- GLANGEAUD Louis (1932),** Étude géologique de la région littorale de la province d'Alger, Alger, 1932 (Bulletin du service de la Carte géologique de l'Algérie, 2e série, n° 8).
- Lahondhère, D. (1987).** Géologie du massif ophiolitique de Bou Azzer (Anti-Atlas, Maroc). Pétrologie et structure d'un segment de croûte océanique protérozoïque. Thèse de Doctorat ès Sciences, Université d'Aix-Marseille III, France.
- Lambert, R. (1945).** Contribution à l'étude des terrains tertiaires du bassin du Rharb (Maroc Occidental). Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc.
- Magné, J., & Raymond, D. (1971).** Le Crétacé supérieur et l'Eocène du bassin d'Essaouira (Maroc). *Bulletin de la Société Géologique de France*.
- Magné, J., & Raymond, D. (1974).** L'évolution paléogéographique du bassin d'Essaouira (Maroc) au Crétacé supérieur et au Paléogène. *Bulletin de la Société Géologique de France*.
- Mattauer et al (1977).** Sur les mécanismes de formation des chaînes intracontinentales. L'exemple des chaînes atlasiques du Maroc. *Bulletin de la Société Géologique de France*.

## Liste des références

**Michard et al (2002).** Le domaine atlasique marocain et ses prolongements structuraux vers l'Est et vers le Sud-Ouest : Un point de l'état des connaissances après les travaux récents. Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc.

**Naak M. (1988).** – Etude géologique de la Dorsale interne du Djurdjura : nouvelle interprétation généralisée à l'ensemble de la chaîne et proposition d'un modèle d'évolution géodynamique de ce tronçon de la paléomarge continentale Kabyle. – Thèse Magister Alger.

**NAAK M. 1996.** — Du rifting téthysien au cadre alpinoméditerranéen d'un élément interne de l'orogène maghrébin : la Dorsale kabyle du Djurdjura, Algérie. Vers la prédiction du modèle transformant de cette évolution. Thèse de Doctorat d'État, université d'Alger, Algérie.

**Naak, F. (2010).** Caractérisation géologique et minéralogique du gisement de bentonite de Maghnia (Ouest algérien) : Valorisation dans le domaine des matériaux de construction et de l'environnement. Thèse de Doctorat, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie.

**Naak, F., Kesraoui, M., & Naak, M. (2011).** Utilisation de la bentonite de Maghnia dans l'élaboration de matériaux céramiques.

**Raoult J F., (1974)** : Géologie du centre de la chaîne numidique (Nord - Constantinois, Algérie). Mém. Soc. Géol. Fr.

**Raoult, J.F., (1969).** Nouvelles données sur les flyschs au nord du Kef Sidi Dris et dans la zone du col des Oliviers (nord du Constantinois, Algérie). Bull. Soc. Geol. Fr.

**RAYMOND Daniel (1976).** Évolution sédimentaire et tectonique du nord-ouest de la Grande Kabylie (Algérie) au cours du cycle alpin, thèse, Université de Paris, 1976.

**Roman, F. (1936).** Contribution à l'étude géologique de la région pré-rifaine (Maroc occidental). Mémoires de la Société Géologique de France.

**Rosenbaum, G., Lister, G.S., Duboz, C., (2002).** Reconstruction of the tectonic evolution of the western Mediterranean since the Oligocene. In: Rosenbaum, G., Lister, G.S. (Eds.), Reconstruction of the Evolution of the Alpine–Himalayan Orogen, J. Virtual Explorer.

**Saadallah, A. (1992).** Le cristallin de la grande Kabylie (Algérie) : sa place dans la chaîne des Maghrébides. Thèse ès Sci., Univ. Alger.

**Sara et Djaouida (2020)** : Etude sédimentologique et pétrographique des calcaires liasiques de la coupe de Tizi Mellal au niveau de Kouriet, Dorsale interne de Djurdjura (Algérie).

**Vila, J. M. (1980).** La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens, Thèse de 3 -ème cycle, 663 pp, Univ. Paris VI, Orsay.

**Wildi, W., (1983).** La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : Structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène, Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys.