



Université d'Oran 2
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers
Laboratoire de Géodynamique des Bassins et Bilan Sédimentaire

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Magister
En Sciences de la Terre

Option : Géologie des bassins sédimentaires et recherche de la matière utile

Etude géologique et environnementale de la Sebka de Nâama :
modèle de fonctionnement d'un système endoréique
sous climat aride (Algérie Sud-ouest).

Présenté et soutenu publiquement par :
Mr. MEKKI Fayçal

Devant le jury composé de :

Mr. M. BENHAMOU,	Professeur, Université d'Oran,	Président
Mr. K. MOUSSA,	Professeur, Université d'Oran,	Rapporteur
Mme. O. BOURAS,	Professeur, Université Blida1,	Examineur
Mr. H. MANSOUR,	Professeur, Université d'Oran,	Examineur

Année 2017.

Avant-propos

Je remercie Dieu tout puissant, qui m'a donné la santé et m'a guidé sur le chemin de la science et m'a permis de mener à bien ce travail.

Enfin, l'occasion m'est donnée de remercier tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail. Votre présence, votre aide, vos encouragements m'ont été très utiles, Merci infiniment.

Ce travail n'a pu voir le jour, sans l'aide et les nombreux conseils de mon encadreur Monsieur le Professeur MOUSSA Kacem de l'université d'Oran2 Mohammed BEN AHMED, pour avoir proposé ce sujet, pour sa disponibilité, sa gentillesse, son encouragement et tous ses précieux conseils qu'il m'a prodigués tout au long de la réalisation de ce mémoire. Qu'il trouve ici toute ma gratitude et ma sympathie.

Mes vifs remerciements vont également à Monsieur BENHAMOU Miloud, professeur à l'université d'Oran2 Mohammed BEN AHMED de me faire l'honneur de présider le jury. Qu'il trouve dans ce travail, l'expression de ma profonde considération.

Qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude à Monsieur le Professeur BOURAS Omar de l'université de Blida 1. Je lui rends hommage de bien vouloir examiner ce travail.

Je tiens à remercier également Monsieur le Professeur M. MANSOUR Hamidi de l'université d'Oran2 Mohammed BEN AHMED, de bien vouloir examiner ce travail, mon profond respect et ma gratitude.

Une amicale pensée pour tous les responsables de la bibliothèque et de l'administration du Département des Sciences de la Terre pour leur collaboration et leur gentillesse.

A l'issue de deux ans de mémoire, nombreux sont ceux qui ont apporté leur petite pierre à l'édifice et méritent mes remerciements. Je vais probablement en oublier quelques-uns, je les prie de m'en excuser...

Enfin, je ne saurais clore cet avant-propos sans exprimer ma profonde gratitude à tous les membres de ma famille, pour avoir partagé mes joies, mais aussi supporté mes "sauts d'humeur" et leur soutien moral.

« Etude géologique et environnementale de la Sebkhha de Nâama : modèle de fonctionnement d'un système endoréique sous climat aride (Algérie sud-ouest). »

Résumé :

La région des plaines sud-oranaises constitue un espace géographique, géomorphologique, géologique et climatique très contrasté. Dans ce contexte hétérogène, se trouve le secteur d'étude de la Sebkhha de Nâama.

La Sebkhha de Nâama est une dépression apparue au Nord-Ouest du Djebel Melah entre l'accident nord-atlasique et l'accident Souiga-Melah au Sud et l'accident sud mésétien au Nord. Elle est caractérisée par son sol salé. La direction de l'orographie correspond à la direction tectonique générale.

Le climat du secteur étudié est de type aride supérieur à hiver frais, caractérisé par des écoulements temporaires analogues à de simples drainages endoréiques. Les vents déterminent une forte évaporation qui remobilise fortement les plans d'eau libres des Sebkhhas, des Chotts et des eaux des nappes libres peu profondes.

Les petits oueds au Nord de l'Atlas saharien occidental se perdent rapidement dans les dépressions. La Sebkhha de Nâama recueille les pluies tombées sur le flanc nord-ouest du Djebel Melah.

D'après sa morphostructuration et son cadre géodynamique, la sebkhha de Nâama on l'a classé dans la catégorie des Sebkhhas installées sur gouttières synclinales (le synclinal de Nâama).

L'étude lithostratigraphique montre que le bassin-versant de la Sebkhha de Nâama ayant évolué au cours du Plio-Quaternaire. La séquence-type de cette évolution se présente par une succession de sables et d'argile sableuse.

L'analyse granulométrique des sables de la Sebkhha de Nâama a permis de déterminer six classes granulométriques, il s'agit des limons très grossiers, des sables très fins, des sables fins, des sables moyens, des sables grossiers et des sables très grossiers.

Suite à l'étude diffractogrammétrique aux rayons X des argiles de la Sebkhha de Nâama, les résultats obtenus montrent que sur un plan vertical, il n'y a pas d'évolution importante, en revanche, l'évolution horizontale est beaucoup plus évidente. On remarque qu'on va d'un horizon de mauvais drainage au Nord (Touadjer) à des horizons de bon drainage au Sud (Nâama 02).

Mots-clés : la Sebkhha de Nâama, le climat, aride, endoréique, synclinal, Djebel Melah,

الدراسة الجيولوجية والبيئية لسبخة النعام؛ نموذج التشغيل لنظام مكان التبخر

تحت مناخ جاف (الجزائر، الجنوب الغربي)

الملخص:

ان منطقة السهول الجنوبية للقطاع الوهراني تتشكل من حيز جغرافي و جيومورفولوجي و جيولوجي ومناخي جد متباين. في هذا السياق غير المتجانس، تتواجد منطقة الدراسة "سبخة النعام"

ان سبخة النعام هي عبارة عن تجويف ظهر في الشمال الغربي من جبل ملاح ، بين فالق الشمال الأطلسي وفالق السويقة-ملاح من الجهة الجنوبية والفالق الجنوبي (méséta) الوهرانية من الجهة الشمالية تتصف بتربتها المالحة. الاتجاه التكتوني العام يتوافق مع اتجاه الجبال.

ان مناخ منطقة النعام قاري جاف بشتاء بارد ، يتميز بتدفقات مؤقتة متشابهة بصرف (drainage) بسيط مغلق. ان الرياح تساعد في تبخر الأسطح المائية الحرة للسبخات وللشطوط و للمياه الجوفية الحرة غير العميقة.

ان الأودية الصغيرة في شمال الأطلس الصحراوي الغربي سرعان ما تغيب في المنخفضات. ان سبخة النعام تجمع الأمطار المنحدرة من الجهة الشمالية الغربية من جبل ملاح.

ووفقا للشكل البنيوي وفي اطار الحركة الجيولوجية سبخة النعام صنفها ضمن السبخات المتشعبة على الأحواض المقفرة.

تشير دراسة التطابق لتشكلات الرسوبية أن الحوض المجمع لمياه سبخة النعام تطور خلال الحقبة الرابعة للعصر الحديث (Quaternaire). ان النموذج المتسلسل لهذا التطور يحدث بتعاقب الرمل والصلصال الرملي.

ان تحليل حجم جسيمات (granulométrie) رمال سبخة النعام سمح بتحديد ستة فئات حجمية (الطمي الخشن جدا والرمل جد الناعم والرمل الناعم والرمل المتوسط والرمل الخشن والرمل الخشن جدا).

تبعا لدراسة مخططات أنماط الأشعة السينية لصلصال سبخة النعام، بينت النتائج أن على مستوى السطح العمودي، ليس هناك تطور مهم، بينما تبين ان التطور الأفقي أكثر وضوحا. اذا نلاحظ أننا نذهب من أفق ذو صرف سيء في الشمال (تواجر) الى افق ذو صرف جيد في الجنوب (نعامة 02).

الكلمات المفتاحية: سبخة النعام، المناخ، جاف، سيلان داخلي، حوض مقعر، جبل ملاح،

Geological and environmental study of the Sebkhha of Nâama: Model of an endoreic system under arid climate (south-western Algeria).

Summary:

The Plains regions of south Oran are an highly contrasted geographical, geomorphological, geological and climatic space. In this heterogeneous context, there is area of study of the Nâama Sebkhha.

The Sebkhha of Nâama is a depression that appeared on the northwest of the Jebel Melah between the north-atlasic accident and the Souiga-Melah accident in the south and the southern plateaus accident in the north. It is characterized by its salty soil. The direction of the orography corresponds to the general tectonic direction.

The climate of the studied area is arid type superior to fresh winter, characterized by temporary flows similar to simple endoreic drainage. The winds determine a strong evaporation which strongly remobilizes the free water bodies of the Sebkhhas, the Chotts and the waters of the shallow free aquifers.

The small wadis north of the Western Saharan Atlas are quickly lost in the depressions. The Sebkhha of Nâama collects the rains fallen on the northwest flank of Jebel Melah.

According to its morphostructuration and its geodynamic framework, the sebkhha of Nâama has been classified in the category of Sebkhhas installed on synclinal gutters (Nâama synclinal).

The lithostratigraphic study shows that the watershed of the Sebkhha Nâama evolved during the Plio-Quaternaire. The typical sequence of this evolution is a succession of sands and sandy clay.

The granulometric analysis of the sands of the Sebkhha of Nâama made it possible to determine six particle size classes: very coarse silt, very fine sand, fine sand, medium sands, coarse sands and very coarse sands.

Following the X-ray diffractogrammetric study of the Sebkhha clays of Nâama, the results obtained show that on a vertical plane there is no significant evolution, but the horizontal evolution is much more evident. It can be seen from a horizon of poor drainage in the north (Touadger) to horizons of good drainage in the South (Nâama 02).

Keywords: Sebkhha of Nâama, climate, arid, endoric, synclinal, Jebel Melah,

Avant-propos	
Résumé	
الملخص	
Abstract	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
INTRODUCTION GENERALE.....	01
Premier Chapitre : Généralités	
A- Généralités sur les sebkhas, chotts.....	03
1 - Définitions générales.....	03
Sebkha.....	03
Chott.....	03
Endoréisme.....	03
Les dépressions endoréiques	03
2- Les facteurs intervenant dans les processus de genèse des Sebkhas et Chotts.....	04
a- Le facteur géologique.....	04
b- Le facteur topographique.....	04
b-1- l'influence indirecte.....	04
b- 2- le rôle direct.....	04
- L'érosion.....	04
- La migration oblique.....	04
- La stagnation.....	05
c- Le climat.....	05
d- Les divers composants qui peuvent intervenir dans les processus hydrologiques.....	05
d-1- les sources.....	05
d-2- les cours d'eau.....	05
d-2-1- les cours principaux.....	05
d-2-3- les cours d'eau secondaires.....	06

d-3- La nappe	06
e - le facteur humain.....	06
3- Les processus de genèse des Sebkhass dans les zones semi-arides.....	06
a- Un ensemble de processus qui assurent la mobilisation et la redistribution de ces sels.....	06
a-1- Mobilisation.....	07
a-2- Distribution.....	07
a-3- Accumulation.....	07
4- Les différents types de Sebkhass.....	07
a- La Sebkhass fluviolacustre.....	08
b- les Sebkhass interdunaires.....	08
c- la Sebkhass marine ou côtière.....	09
B- Généralités sur la région d'étude (la région de Nâama).....	09
1- Contexte géographique.....	09
2- Situation géographique de la région d'étude	09
3- Spécificités de la wilaya de Nâama.....	11
4- Potentialités de la wilaya.....	11
a- Potentialités hydriques.....	11
b- Potentialités végétales.....	11
5- Aperçu géomorphologique.....	12
- Les reliefs.....	12
- La plaine et dépression.....	13
- Les formations et accumulations éoliennes.....	13
• une forme d'accumulation ancienne.....	13
• une forme d'accumulation ancienne à matériaux éoliens gypseux.....	13
• les formes d'accumulations récentes.....	14

6- Un réseau hydrographique endoréique.....	14
7. HISTORIQUE DES RECHERCHES:.....	16
a. Travaux de reconnaissance et d'exploration (1849-1920).....	16
b. Début des explorations modernes (1930-à l'Actuel).....	16
8. OBJECTIF ET MÉTHODE.....	18
a. Objectif du travail.....	18
b. Méthodologie du travail.....	18
A la bibliothèque.....	19
Sur le terrain.....	19
Au laboratoire.....	19

Deuxième Chapitre : Etude Climatique

A) Situation géographique de la plaine de Nâama.....	20
B) CONTEXTE CLIMATOLOGIQUE.....	22
1. INTRODUCTION.....	22
2. ÉTUDES DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES.....	23
a- Précipitations.....	23
a.1. Précipitations moyennes mensuelles et annuelles.....	23
a.2. Variation saisonnière des précipitations (régime saisonnier).....	24
b. La température.....	24
3. Synthèse climatique.....	25
a- Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité.....	25
b- Indice de sécheresse estivale.....	26
c- Indice d'aridité de De Martonne (1926).....	26
d- Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	27
e- Quotient pluviométrique et Climagramme d'Emberger (1955).....	28

4. Autres facteurs climatiques.....	30
a. Les vents.....	30
b. Les gelées.....	30
c. Grêles et Neige.....	31
CONCLUSION.....	31

Troisième Chapitre : Etude lithostratigraphique

A) Étude lithostratigraphique du secteur d'étude (le bassin versant de la Sebkha de Nâama).....	32
1. Généralités géologiques du secteur d'étude (le bassin versant de la Sebkha de Nâama).....	32
a. Au plan structural.....	32
b. Au plan stratigraphique.....	33
b-1- Le Mésozoïque.....	34
- Le Trias.....	34
- Le Jurassique.....	34
• Le Lias.....	34
• Le Dogger.....	34
• Le Malm.....	34
- Le Crétacé.....	34
b-2) Le Cénozoïque.....	34
b-3) Le Quaternaire.....	35
2- Étude lithostratigraphique des Transects étudiés.....	35
a) Le transect du djebel Antar	35

a-1- Situation géographique de Djebel Antar.....	35
a-2- Cadre géologique régional (Djebel Antar).....	36
a-3- Lithostratigraphie du Djebel Antar.....	37
• Le Trias.....	37
• Le Jurassique.....	37
➤ Lias du Djebel Antar (Bassoulet .J, 1973)	37
✓ Dolomie du Guetob Moulay Mohammed (75m)	37
✓ formation des Oulad Amour (64m)	37
✓ formation du Djebel Nador (129 m) (Lias supérieur)	38
✓ Formation marno-calcaire (40 m)	38
➤ La Dolomie du Djebel Antar (plus de 100m)	39
➤ L'ensemble argilo-gréseux (fin Dogger-Début Malm)	39
• Néogène	39
• Quaternaire	39
a- 4 - Aperçu structural	40
b) LE SYNCLINAL DE NAAMA	41
1. Situation géographique du synclinal de Nâama	41
2. Lithostratigraphie du synclinal de Nâama	42
2-1- Les formations mésozoïques	42
2.1.1. Jurassique supérieur	42
2.1.2. L'infra-Crétacé	42
2.1.3. Crétacé inférieur (Continental Intercalaire)	42

a. Néocomien	42
b. Barrémo-Albo-Aptien	43
2.1.4. Le Cénomano-Turonien.....	43
2.2. Les formations tertiaires.....	43
2.3. Les formations quaternaires.....	43
a. Les colluvions de piedmonts.....	44
b. Les alluvions anciennes.....	44
c. Les alluvions récentes.....	44
3. Aperçu structural.....	44
b.1) Transect de Touadjer.....	44
1. Situation géographique de Touadjer.....	44
2. Lithostratigraphie du Transect de Touadjer	44
b.2) Transect de Nâama.....	47
1) La limite nord-ouest de la Sebkha (Amont de la Sebkha).....	47
2) Le centre de la Sebkha.....	49
3) La limite Sud-Est de la Sebkha.....	50
c) Le secteur du Djebel Mélah.....	51
1. Description de la série triasique du Djebel Mélah (du SO au NE).....	54
1. 1. Coupe AB (terminaison méridionale du Djebel Mélah) (Pl. 01, ph. 01).....	54
a. Localisation.....	54
b. Description.....	55
b. 1. Trias supérieur (Pl. 01, ph. 01).....	55
b. 2. Passage Trias-Lias (ou Infralias) (Pl. 01, ph. 02).....	55
b. 3. Lias inférieur (Pl. 01, ph. 03).....	55

1. 2. Coupe CD, la terminaison septentrionale du Djebel Mélah : (Pl. 02, ph. 01).....	58
a. Localisation.....	58
b. Description.....	58
b. 1. Trias supérieur : (Pl. 02, ph. 01 et 02).....	58
b. 2. Passage Trias-Lias: (Pl. 2, ph. 03 et 04).....	58
b. 3. Lias inférieur : (Pl. 02; ph. 05).....	58
2. Description des argiles triasiques du Djebel Mélah (Pl. 03, ph. 01).....	61
a. Les évaporites.....	61
a.1. Le gypse.....	61
a.2. Le sel (Pl. 03, ph. 3).....	61
B - Etude des microfaciès.....	63
Conclusion.....	80
 Quatrième Chapitre : Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique	
Introduction.....	81
1-Nature et structure des sols argileux.....	81
1.1-Minéralogie des argiles.....	81
1.1. a .Charge électrique.....	83
1. 1.b. Liaisons inter-feuillets.....	83
1.2- Les différentes familles de minéraux argileux.....	84
a. La kaolinite.....	85
b. L'illite.....	85
c. La montmorillonite.....	86
d. Les chlorites.....	87
A) ANALYSE MINERALOGIQUE AUX RAYONS X.....	88
1- Résultats et discussion.....	88

a- le transect de Djebel Antar.....	89
b- transect Touadger.....	90
c- transect Nâama 01.....	94
d- la Cuirasse.....	100
e- le transect Nâama 02.....	102
Conclusion.....	106
B- GRANULOMÉTRIE	108
1- Introduction.....	108
2- Définition.....	108
3- Technique et méthode d'étude	108
3.1. Sur le terrain.....	108
3.2 Au laboratoire.....	108
a- Attaque aux acides.....	108
b- Tamisage.....	109
4- L'analyse granulométrique.....	109
5- Caractéristiques granulométriques.....	110
6- Expression graphiques des données.....	111
a- Courbes cumulatives.....	111
b- Texture des échantillons.....	113
c- Paramètres numériques lus.....	115
Conclusion.....	120
Conclusion générale	121
Références bibliographiques.....	124
Planches Photographiques	
Annexes	

Liste des figures

Figure 01 : Sebkhia fluviolacustre Région de Ghinayyin (Sultanat d'Oman).....	08
Figure 02 : Sebkhia interdunaire. Dans les champs de dune de Liwa (UAE).....	08
Figure 03 : Sebkhia marine d'Al Watbah (UAE).....	09
Figure 04 : Carte de situation géographique de la région d'étude (extrait d'un fond topographique au 1/ 500. 000 ^{ème}).....	10
Figure 05 : Extrait de la carte géomorphologique de la région d'étude (la région de Nâama).....	14
Figure 06 : Croquis de présentation de la partie des Hautes Plaines sud-oranaises....	21
Figure 07 : Répartition des précipitations moyennes mensuelles en (mm) entre (2005_2015).....	23
Figure 08 : Régime saisonnier des précipitations entre (2005_2015).....	24
Figure 09 : Variation des températures mensuelles de trois stations en °C entre (2005_2015).....	25
Figure 10 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien (Station de Mécheria).....	27
Figure 11 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien (Station de Naâma).....	28
Figure 12 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien (Station de Ain Sefra).....	28
Figure 13 : Climagramme Pluviothermique d'EMBERGER.....	29
Figure 14 : Schéma structural de la région d'étude (MEKAHLI L. 1998, modifié)...	33
Figure 15 : Spatio-carte géoréférenciée du Djebel Antar de Mécheria composition colorée, issue des images satellitaires).....	36
Figure 16 : Coupe schématique du Djebel Antar (in CHERGUI, 2010 modifié par ce travail).....	40
Figure 17 : Situation géographique du synclinal de Nâama extrait de la carte d'Ain Sefra 1/500.000 ^{ème}	41
Figure 18 : la coupe lithostratigraphique du transect de Touadger.....	45
Figure 19 : le log de sondage de l'amont de la Sebkhia de Nâama.....	48
Figure 20 : le log de forage dans le centre de la Sebkhia de Nâama.....	49
Figure 21 : le log de forage dans l'extrémité Sud-Est de la Sebkhia de Nâama.....	50
Figure 22 : Carte de situation géographique de Djebel Mélah (Extrait d'un fond topographique au 1/ 500. 000 ^{ème}).....	51

Liste des figures

Figure 23 : Carte photogéologique de Mékalis (GALMIER, 1970).....	52
Figure 24 : Carte de situation des coupes dans le secteur du Djebel Mélah issu d'une mosaïque de quatre scènes d'images satellitaires ETM+ dans une composition colorée 4.3.2.....	54
Figure 25 : Coupe AB levée à Djebel Zerigat dans la terminaison méridionale de Djebel Mélah.....	56
Figure 26 : la coupe CD levée dans la terminaison septentrionale (NE) de la structure du Djebel Mélah (Djebel El- Acheheb).....	59
Figure 27 : Spatiocarte présente la situation des échantillons prélevés pour l'étude en lame mince dans la région d'étude (le bassin versant de la sebkha de Nâama).....	63
Figure 28 : Structure d'une couche tétraédrique : a) tétraèdre SiO ₄ ; b) couche tétraédrique.....	82
Figure 29 : Structure d'une couche octaédrique : a) octaèdre ; b) couche octaédrique.....	82
Figure 30 : Association d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique.....	83
Figure 31 : structure de feuillet de : a)Kaolinite, b) Smectite (montmorillonite), c)L'illite d) chlorite.....	84
Figure 32 :Structure particulière de la Kaolinite.....	85
Figure 33 :Structure particulière de l'illite.....	86
Figure 34 : Schéma de la particule de montmorillonite.....	86
Figure 35 : Schéma de la particule de chlorite.....	87
Figure 36 : localisation des échantillons prélevés dans la région d'étude (le bassin versant de la Sebkha de Nâama).....	88
Figure 37 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Antar (02).....	89
Figure 38 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Touadjer II ech. 01.....	90
Figure 39 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Touadjer II ech. 02.....	91
Figure 40 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Touadjer II ech. 03.....	92
Figure 41 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Touadjer II ech. 04.....	93
Figure 42 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 01.....	94
Figure 43 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 02.....	95

Liste des figures

Figure 44 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 03.....	96
Figure 45 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 04.....	97
Figure 46 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 04b.....	98
Figure 47 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 05.....	99
Figure 48 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Cuirasse ech. 01.....	100
Figure 49 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Cuirasse ech. 02.....	101
Figure 50 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 02 ech. 01.....	102
Figure 51 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 02 ech. 02.....	103
Figure 52 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 02 ech. 03.....	104
Figure 53 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 02 ech. 04.....	105
Figure 54 : l'évolution horizontale des argiles dans les échantillons de la surface de la sebkha de Nâama et le sens de drainage.....	106
Figure 55 : Proportion des classes granulométriques des sables de la Sebkhha de Nâama.....	110
Figure 56 : courbes cumulatives de la fraction $> 0.040 \mu\text{m}$ dans la région de Touadjer.....	111
Figure 57 : courbes cumulatives de la fraction $> 0.040 \mu\text{m}$ dans la région de Nâama 01 et la Cuirasse.....	112
Figure 58 : courbes cumulatives de la fraction $> 0.040 \mu\text{m}$ dans la région de Nâama 02.....	113
Figure 59 : Diagramme textural montrant les pourcentages (d'argile, de limon, et de sable) dans les classes fondamentales de texture des sables de la Sebkhha de Nâama.....	114
Figure 60 : l'évolution horizontale des sables de la surface de la Sebkhha de Nâama.....	120
Figure 61 : la séquence type de la Sebkhha de Nâama.....	122
Figure 62 : l'évolution texturale des sables du bassin endoréique (La Sebkhha de Nâama).....	123
Figure 63 : coupe schématique montrant l'évolution des éléments argileux du bassin endoréique (La Sebkhha de Nâama).	123

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau n°01 : caractéristiques des trois stations météorologiques.....	22
Tableau n°02 : Répartition des moyennes mensuelles des précipitations (2005-2015)..	23
Tableau n° 03 : Régime saisonnier des précipitations (2005-2015).....	24
Tableau n° 04 : Données des températures des trois zones (2005-2015).....	25
Tableau n°05 : Type de climats en fonction des Amplitudes thermiques (2005-2015)..	25
Tableau n°06 : Indice de sécheresse estivale (2005-2015).....	26
Tableau n° 07 : Indice de DE MARTONNE pour les trois stations (2005-2015).....	27
Tableau n° 08 : Valeur du Q2 et étages bioclimatiques (2005-2015).....	29
Tableau n°09 : Direction des vents selon leur fréquence en % (2010) (MAHMOUDI, 2014).....	30
Tableau n° 10 : les classes granulométriques en (%) des sables de la Sebka de Nâama.....	110
Tableau n°11 : Tableau récapitulatif des paramètres granulométriques.....	118
Tableau n°12 : interprétation des paramètres granulométriques.....	119
Tableau n°13 : Analyse granulométrique de l'échantillon Touadger I ech 02.....	Annexe
Tableau n° 14: Analyse granulométrique de l'échantillon Touadger II ech 01.....	Annexe
Tableau n° 15: Analyse granulométrique de l'échantillon Touadger II ech 02.....	Annexe
Tableau n°16 : Analyse granulométrique de l'échantillon Touadger II ech 03.....	Annexe
Tableau n° 17 : Analyse granulométrique de l'échantillon Touadger II ech 04.....	Annexe
Tableau n°18 : Analyse granulométrique de l'échantillon Touadger II ech 05.....	Annexe
Tableau n° 19: Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 01 ech. 01.....	Annexe
Tableau n° 20: Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 01 ech. 02.....	Annexe
Tableau n°21 : Analyse granulométrique de l'échantillon Cuirasse ech. 02.....	Annexe
Tableau n° 22: Analyse granulométrique de l'échantillon Cuirasse ech 04.....	Annexe
Tableau n°23: Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 02 ech. 01.....	Annexe
Tableau n°24 : Analyse granulométrique de l'échantillon Naâma 02 ech. 02.....	Annexe
Tableau n° 25: Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 02 ech, 03.....	Annexe
Tableau n°26 : Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 02 ech. 04.....	Annexe
Tableau n°27 : Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 02 ech. 05.....	Annexe

INTRODUCTION GENERALE

Les Chotts et les Sebkhas sont des vastes dépressions endoréiques d'Afrique du Nord, cependant en Afrique du Sud, aux Etats-Unis et en Australie c'est l'équivalent de Salt pans alors qu'en Amérique du Sud Salinas ou salures, au Mexique sont Playa, en Asie leur appellation diffère d'une région à une autre, à titre d'exemple en Iran sont appelés Kévin et en Mongolie Nor (Joly, 2006). Depuis longtemps les géographes français ont adopté les mots arabes de Sebkha et Chott en précisant leur sens. Selon Coque et al. (1972) : Sebkha est assimilée à un lac salé (la mer Morte est même citée en exemple) avant d'être correctement définie comme une cuvette (plus exactement un fond plat de cuvette) à inondation temporaire, sans végétation. Quant au terme de Chott, il représente seulement l'auréole plus ou moins large de steppe halophile qui entoure la Sebkha, exploitée comme pâturage à chameaux. Cependant Stone (1967) définit les Sebkhas comme lac salé.

Malgré quelques divergences dans la définition de ces milieux (Chott, Sebkha, Garaet), les géologues, les géographes, les scientifiques, les biologistes s'accordent pour les considérer comme une dépression fermée qui sont équivalent des lacs salés.

Les Sebkhas sont des écosystèmes naturels qui présentent des intérêts très diversifiés, ces systèmes sont utilisés comme des indicateurs de l'évolution géologique et géochimique naturelle, le suivi de cette évolution est non disponible dans les autres systèmes (lacs éternels, chambre magmatique) sur le plan écologique. Les Sebkhas sont des biotopes très importants, qui ont contribué à la protection de la biodiversité, mais ces systèmes sont très fragiles et sont menacés par l'effet anthropique (eaux usées, les engrais et les pesticides).

Les zones endoréiques sont très répandues dans le monde et en Algérie, ils sont nombreux sous forme de Chotts et Sebkhas. L'Algérie regroupe un nombre important de Chotts (Samraoui et al., 2006). En 2009, les sites Ramsar en Algérie étaient au nombre de 42 et couvrent une superficie totale de 2,959 millions d'hectare. 45,23% de ces sites protégés sont des lacs salés couvrant environ une superficie de 2,07886 millions d'hectares (Koopmanschap et al., 2011). L'Algérie regroupe un nombre important de Chotts qui s'étalent du Sud tunisien jusqu'au mont de l'Atlas au Nord algérien (Mahowald et al., 2003 ; Samraoui et Samraoui, 2008). Leurs répartitions géographique est très étendue, ils se situent entre les deux Atlas, l'Atlas Tellien au Nord, l'Atlas Saharien au Sud, l'Erg Occidental et l'Erg Oriental. D'Est en Ouest, on peut citer les Chotts qui constituent le complexe d'Oum El

INTRODUCTION GENERALE

Bouaghi dans l'Est des Hauts Plateaux, le Chott Hodna, le Zahres Chergui et Gherbi au centre le Chott Chergui, la Sebkha de Nâama à l'Ouest; la Sebkha d'Oran et les salines d'Arzew dans les plaines littorales. Au Sahara septentrional, on compte également un nombre conséquent de Chotts, incluant le Grand Erg Oriental, au Nord-Est du Sahara le Chott Melghir et le Chott Merouane. Vers le sud, dans la région d'Ouargla, sont les Chotts d'Ain Beida, Oum Rwaneb, Sidi Amrane et Safioune. D'autres sont situées dans la zone du Grand Erg Occidental, comme la Sebkha El Melah dans la région de Ghardaïa.

La région d'étude (le bassin-versant de la Sebkha de Nâama) fait partie de la wilaya de Nâama, cette dernière se situe dans la partie occidentale des hauts plateaux, aux confins algéro-marocains. Elle se décompose en deux grandes zones : une zone steppique au Nord et une zone présaharienne au Sud.

La structure de l'ensemble de la région de Nâama se présente comme un vaste synclinal dissymétrique orienté OSO-ENE dont l'axe se situe très au Sud, à la bordure des premiers affleurements de l'Atlas Saharien (Maniere R. et Chamignon C., 1986). Les unités géomorphologiques susceptibles d'être retenues sont les reliefs, les surfaces d'érosion polygéniques sur les dépôts du Tertiaire Continental, les glacis d'érosion polygénique de versants, les cuvettes de décantation et les dayas, les chenaux d'Oueds alluvionnés, les formations éoliennes et enfin la Grande Sebkha de Nâama.

Le bassin versant de la Sebkha de Nâama a d'importantes différenciations, dans le contexte climatologique se développe dans un climat aride, dans le contexte géomorphologique, géologique et tectonique se développe entre deux grands accidents l'accident Souiga-Melah au Sud-Ouest et l'accident sud Mésitien au Nord-Est.

Le réseau hydrographique est peu développé au Nord, alors qu'au Sud, il est plus dense avec un inféroflux important traversant l'Atlas Saharien par biefs et cluses successifs. Les eaux superficielles sont temporaires, elles circulent en direction de trois bassins fermés. Le Chott El Rharbi à l'Ouest, le Chott El Chergui au Nord-Est et la Sebkha de Nâama au Sud-Est.

A- Généralités sur les Sebkhas, Chotts

Pour mieux appréhender le phénomène dynamique des Sebkhas et Chotts, il est nécessaire d'en définir les principaux concepts.

1- Définitions générales :

-Définitions (Sebkha et Chott)

- Glossaire de géomorphologie (ARMAND Colin, p 253) :

Sebkha: dépression fermée à fond plat, salé (sel ou gypse) et inondable en période de pluie.

Chott: auréole de végétation halophile autour d'une Sebkha de grande dimension (kilométrique).

- Dictionnaire de géologie – MASSON Paris –1984 – p70

Sebkra (Sebkha): dépression temporairement occupée par un lac en général salé, et où se déposent des évaporites, les eaux proviennent du ruissellement, mais aussi des nappes sous terraines.

Chott: terre salée ou parfois pâturage qui entoure une dépression formée à lac temporaire (Sebkha).

- Glossaire international d'hydrologie (1992) :

Endoréisme : caractère des régions où l'écoulement n'atteint pas la mer et se perd dans les dépressions fermées.

- Les dépressions endoréiques :

Sont des espaces naturels très importants en raison de la richesse biologique et des importantes fonctions naturelles, elles participent dans la limitation des ravages des inondations en régulant les eaux des crues, elles constituent également un lieu de stockage de l'eau pendant la période de sécheresse, maintiennent les nappes phréatiques qui présentent ainsi un intérêt écologique.

- L'Algérie comporte plusieurs zones de caractère endoréique et tel que la zone de notre étude malgré sa dimension et sa superficie n'a fait l'objet que de très peu d'étude.

- La dépression endoréique de la Sebkha de Nâama demeure toutefois sensible et dangereuse en raison de sa proximité des activités humaines en particulier agricoles et des enjeux socio-économiques, situés en majorité dans l'étage bioclimatique aride supérieur. Elles sont également soumises à de fortes fluctuations journalières et saisonnières qui provoquent les averses et les inondations.

- La région de Nâama comprend une série de Chotts, lacs endoréiques plus ou moins salés, généralement peu profonds et temporaires, la majeure partie nord-est est représentée par des

Sebkhas dont nous citons : Sebkhâ de Nâama, Sebkhâ d'Oum Ledjem, Chott Gharbi, Chott Chergui etc.).

La Sebkhâ évolue dans le cadre des systèmes endoréiques, une dépression fermée, le bassin versant à une importance dans l'élaboration de cette Sebkhâ.

Elle est allongée sur quelques dizaines à centaines mètres avec une superficie plane en apparence, caractérisée par un tapis de cristallisation saline. Une végétation halophile de densité et de largeur variable lui succède juste à la périphérie. Les revêtements salins pendant la saison sèche sont remarquables, les efflorescences salines recouvrent alors de vastes étendues, elles constituent de petits cristaux d'une éclatante blancheur, les formes cubiques du chlorure du sodium y dominent, les cristaux peuvent former un voile à peu près continu de fines poussières (Coque, 1962). Lorsqu'on gratte ces pellicules salines, on découvre un horizon de structure granuleuse, épais de quelques centimètres formés de petits agrégats de sels emprisonnant des particules argileuses (Coque, 1962).

2- Les facteurs intervenant dans les processus de genèse des Sebkhâs et Chotts:

a - Le facteur géologique:

Au cours des temps, les formations salifères (le plus souvent de type gypso-saline) étaient caractérisées par une plasticité largement supérieure en général à celles des formations voisines, elles étaient beaucoup moins rigides. Le résultat fait que lors des plissements suite aux forces de pression considérables mises en jeu, il y a de véritables poussées verticales de ces formations salines (à l'échelle du temps géologique bien sûr) soit verticalement, soit à travers des failles et des fractures (Hulin, 1983).

b - Le facteur topographique :

b-1- l'influence indirecte : l'influence indirecte de la topographie est essentielle en premier lieu, par la différenciation des climats locaux et des microclimats qu'elle détermine, selon le relief du territoire, ainsi que l'exposition et la pente des terrains concernés, les variations climatiques qui en résultent d'une station à une autre se répercutent évidemment sur les modalités de la pédogenèse.

b-2- le rôle direct : son rôle direct et d'autre part des plus importants en tant que facteur régulateur de l'érosion, des migrations et de drainage le long d'une toposéquence et selon le modèle, trois phénomènes interviennent à des degrés divers :

- **L'érosion:** elle prédomine au niveau de la coupe, et surtout de la rupture de pente, où elle entrave l'évolution normale du sol par « décapage » constant du profil.
- **La migration oblique:** la migration oblique dans le sol, sous l'effet de la pente, des éléments solubles et colloïdaux entraînant le long du versant. Il s'y ajoute souvent en surface

le colluvionnement, c'est-à-dire l'entraînement et l'accumulation en bas de versant des matériaux issus de l'érosion des hauts de pente.

- **La stagnation** : la stagnation dans le bas-fond, souvent en relation avec la proximité de la nappe phréatique, qui sera à l'origine d'un sol engrangé (Lacost et Salanon, 2001).

c- Le climat :

L'aridité du climat est pratiquement une condition nécessaire à la présence de sols salés d'origine géologique, plus le climat est aride et plus grande est l'intensité de la salinité. Dans un climat aride, il ne peut y avoir de dessalement des sols que s'il y a une circulation des eaux, du haut vers le bas, sans inondation ou exhaussement brutal des nappes. Les pluies torrentielles ont souvent provoqué des extensions spectaculaires des zones salées.

d- Les divers composants qui peuvent intervenir dans les processus hydrologiques :

d-1- les sources : elles interviennent assez rarement, puisqu'il s'agit le plus souvent de terrains argileux (salifères). Elles peuvent apparaître malgré tout dans les plans de séparation des couches dans les fissurations ...etc., de telle façon que l'on trouve parfois des sources très peu salées dans des zones à sols salés. En moyenne, les sources ont très peu d'importance en tant que composantes intervenant dans le degré de salinité des écoulements.

d-2- les cours d'eau : ils peuvent être alimentés par :

- Les sources dont nous venons de parler.
- Les eaux de ruissellement, de ressuyage des terrains des bassins versants.
- Le degré de salinité atteint par l'eau sera évidemment fonction des terrains constituant le bassin versant. Il est fréquent que les cours principaux ayant un très large bassin versant, et une salinité relativement modérée.

L'importance relative des affleurements salifères éventuels y étant moindre, par contre, il est fréquent que de petits cours d'eau proviennent de petits bassins où l'importance relative des affleurements salifères est très grande. Ces petits Oueds lorsqu'ils s'écoulent, ils peuvent être alors extrêmement salés.

d-2-1- les cours principaux : ces cours d'eau peuvent contribuer à la contamination des terrains et des nappes de diverses façons :

- Par débordement et inondation en contribuant à recharger des nappes (peu ou pas drainées) avec une eau plus ou moins salée.
- Par infiltration lors de leurs passages sur des affleurements perméables à la sortie des montagnes.
- Par infiltration dans les couches perméables.

d-2-3- les cours d'eau secondaires :

Lorsque le relief est jeune, la densité des petits cours d'eau peut être très élevée, et qui ne coulent qu'en période de crue. Très souvent aussi, au niveau de ces plaines, le réseau hydrographique est très mal hiérarchisé, à la sortie de la partie montagneuse, il y'a rupture de pente brutale et les plaines peuvent se contaminer.

d-3- La nappe :

C'est-à-dire de la première nappe rencontrée en partant de la surface est constituée par l'accumulation au-dessus de la première couche imperméable des eaux venant de la surface du sol.

Les eaux proches de la surface du sol et dont les régimes sont influencés par des apports latéraux, ces eaux vont remplir d'office le rôle de réservoir et du vecteur du salant dans les zones en dépression. Ces eaux lorsqu'elles sont peu ou pas du tout drainées, à force d'être rechargées, les nappes affleurent dans les points les plus bas (ou s'approchent suffisamment de surface du sol), à ce moment l'évaporation entre en jeu et l'accumulation des sels est inévitable.

Le processus ascendant de salinisation est d'autant plus marqué :

- Que la nappe est proche de la surface.
- Qu'elle est fortement minéralisée.
- Que le bilan P/ETP est en faveur de l'évaporation ($P=Précipitation$, $ETP=Évapotranspiration$).

e- le facteur humain :

Parfois l'intervention anthropique joue un rôle très important dans la formation des néo-Sebkhas, soit par la construction des infrastructures ou par l'exploitation excessive des ressources (en eau) naturelles.

3 - Les processus de genèse des Sebkhass dans les zones arides :

Le cas de salinisation qui nous concerne est d'origine géologique dans un climat aride, c'est-à-dire que le sol trouvé provient de la redistribution des sels accumulés précédemment dans des masses des roches sédimentaires voisines des zones contaminées.

Les formations salifères se sont ainsi trouvées de façon privilégiée sur les points hauts, ou sur des versants et donc exposées en surface ou à proximité de la surface.

a- Un ensemble de processus qui assurent la mobilisation et la redistribution de ces sels:

De nombreuses plaines ou dépressions de l'Algérie ont été et sont contaminées par l'écoulement, le processus intervient comme suit :

a-1- Mobilisation:

Dans les massifs entourant ces plaines ou ces dépressions (parfois très vastes), il existe des dômes ou des affleurements importants des sels. Le climat y est caractérisé globalement par des averses peu nombreuses, mais qui peuvent être brutales et de très courtes durées (intensité très élevée). Ces pluies en tombant sur les massifs salifères décapent et mettent en mouvement des sédiments salés. L'eau à ce contact se stagne rapidement et se charge en sels.

a-2- Distribution:

L'eau de pluie est naturellement entraînée vers les zones basses du paysage lorsque ces zones sont très souvent caractérisées par :

- Faibles pentes.
- Un réseau hydrographique jeune, voire inexistant (pas d'exutoires pour les eaux de ruissellement).

a-3- Accumulation :

Les fortes pluies peuvent alors y créer soit des inondations soit des recharges importantes des nappes phréatiques avec de l'eau en général qui peut être très salée. Les averses sont suivies de périodes sèches caractérisées par de forte ETP d'où :

Évaporation de l'eau d'inondation et/ou ascension capillaire des eaux phréatiques proches de la surface du sol. Le terrain est une pâte molle : visqueuse absolument impraticable là où les secteurs des points profonds s'approchent de la surface (Coque, 1962). Ces deux processus entraînent une accumulation importante de sels dans les horizons superficiels.

4 - Les différents types de Sebkhass

Les différents types de Sebkhass dépendent de leur milieu de formation, mais toutes les *Sebkhass* ont un point commun ; il s'agit de zones proches de la nappe phréatique. La déflation joue jusqu'à ce que soit atteint le niveau hydrostatique. Par capillarité, l'eau de la nappe subit une aspiration due à sa propre évaporation en surface. Se faisant, elle dépose successivement des sels dissous de carbonates de calcium (CaCO_3), de gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), d'anhydrite (CaSO_4) et de chlorure de sodium (NaCl), qui précipitent pour donner une croûte imperméable et parfois très épaisse d'évaporites.

On distingue trois grands types de *Sebkhass*, associés à des conditions de formation spécifiques.

a- La Sebkha fluviolacustre

Les eaux souterraines d'infiltration dans des bassins hydrographiques peu profonds et l'évaporation par capillarité qui en découle expliquent la formation de telles structures. Aux Émirats, la *Sebkha* Matti située aux frontières de Rub Al Khali à l'extrême Ouest du pays est un exemple particulièrement spectaculaire de *Sebkha* fluviolacustre (**fig. 01**).



Figure 01 : Sebkha fluviolacustre

Région de Ghinayyin (Sultanat d'Oman) (MEDIANI M. 2016).

b- les Sebkhas interdunaires

Comme leur nom l'indique, elles correspondent aux lacunes laissées dans les champs de dunes par déflation. Dans les plaines salines où elles se forment, la nappe phréatique est superficielle et permet la formation de séries évaporitiques et notamment du gypse (**fig. 02**).



Figure 02 : Sebkha interdunaire.

Dans les champs de dune de Liwa (UAE) (MEDIANI M. 2016).

c- La Sebkhha marine ou côtière

Située dans la zone supratidale, c'est-à-dire au-delà de la limite de haute mer. Elle est caractérisée par des inondations liées aux tempêtes ou aux grandes marées d'équinoxe. Cette influence marine est également identifiable par la présence de tapis d'algues, les stromatolites (fig.03).



Figure 03: Sebkhha marine d'Al Watbah (UAE) (MEDIANI M. 2016).

B- Généralités sur la région d'étude (la région de Nâama)

1 - Contexte géographique (ZAIR M. 2011)

La wilaya de Nâama se caractérise par trois zones géographiques homogènes :

- Une zone steppique constituée par une vaste plaine occupant 74 % du territoire de la wilaya soit 21840 km² dont l'altitude augmente sensiblement vers le Sud (1000 à 1300 m). Elle est caractérisée par la prédominance de l'activité pastorale. D'Ouest en Est, elle couvre l'espace compris entre les reliefs proches de la frontière algéro-marocaine et la limite occidentale de la wilaya d'EL Bayadh.
- Une zone montagneuse localisée dans la région sud-ouest atteignant les 2000 mètres d'altitude (Point culminant 2236 à Djebel Aissa) et occupant 12 % du territoire de la wilaya soit 3542 km². Il s'agit d'une partie des monts des Ksour et des piémonts de l'Atlas Saharien. Elle est caractérisée par une agriculture de type oasisien.
- Une zone présaharienne localisée au Sud qui s'étend sur une superficie de l'ordre de 4132 km² soit 14% de la superficie totale de la wilaya.

2 - Situation géographique de la région d'étude :

La Sebkhha de Nâama fait partie du synclinal de Nâama. Ce dernier est situé dans la partie septentrionale des monts des Ksour, identifiés à la zone pré-atlasique. Il est limité au Nord par la ville de Mécheria, au Sud-Ouest par l'anticlinal du Djebel Morhad, au Sud par le

Djebel Mekther et la ville d'Ain Sefra et à l'Est par le Djebel Melah et le Djebel Souiga (fig. 04)

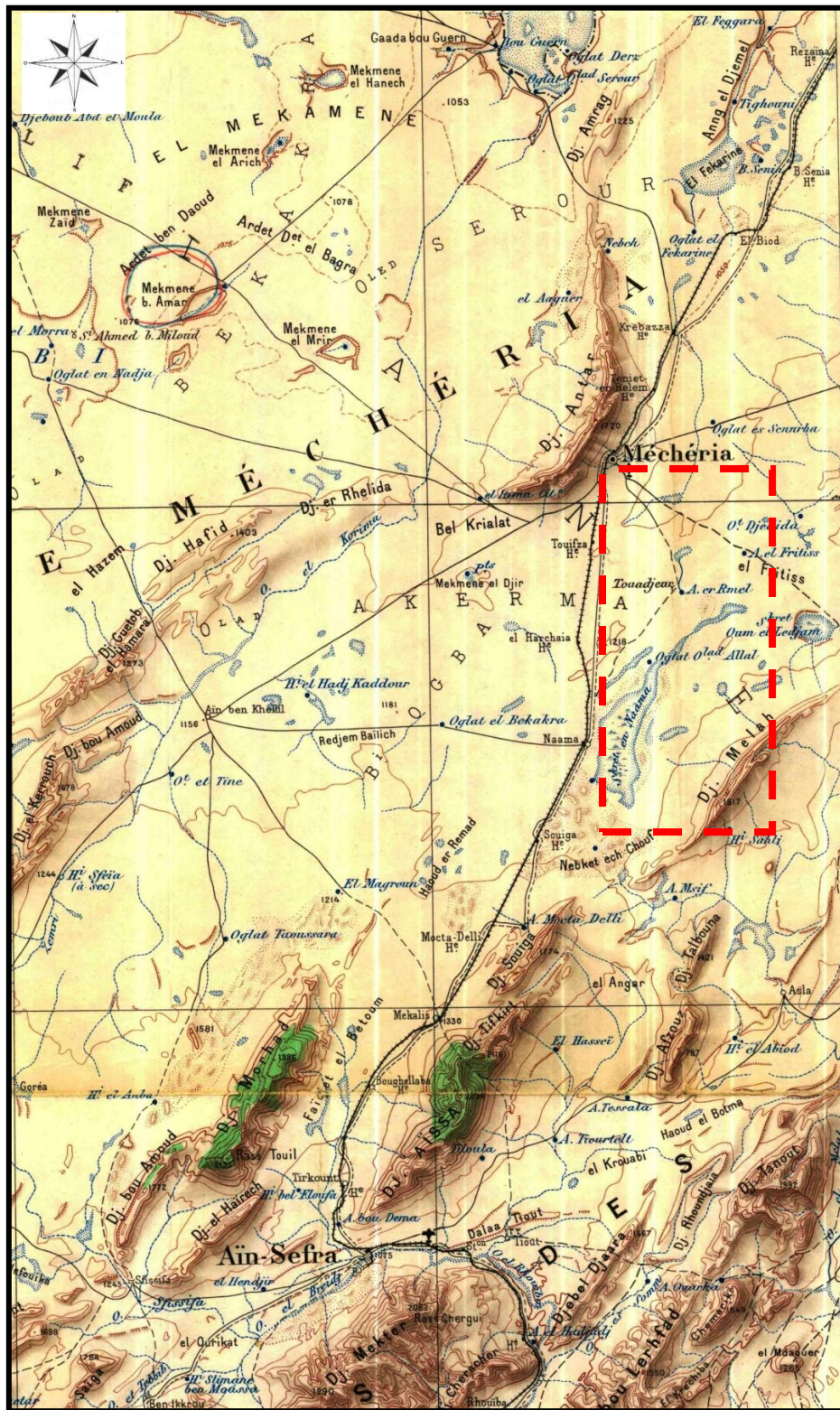


Figure 04 : Carte de situation géographique de la région d'étude (extrait d'un fond topographique au 1/ 500. 000^{ème}).

3 - Spécificités de la wilaya de Nâama

La wilaya de Nâama s'individualise nettement par certains aspects que nous devons prendre en considération :

Caractérisée par un écosystème steppique fragile, la wilaya de Nâama se trouve confrontée au phénomène de la désertification qui doit être la préoccupation primordiale pour les décideurs. En effet, les conditions climatiques et édaphiques conjuguées aux conditions socioéconomiques accentuent le processus de dégradation du milieu naturel dans cette région, d'où la mise en œuvre d'un programme de lutte efficace s'impose.

4 - Potentialités de la wilaya

a- Potentialités hydriques

Les potentialités en eaux souterraines sont mal connues par manque d'études hydrogéologiques détaillées et récentes, mais elles peuvent être considérées appréciables au vu du nombre d'ouvrages hydrauliques en exploitation et des débits obtenus.

La mobilisation rationnelle de cette ressource requiert une importance capitale dans le développement de cette région dans le domaine agro-sylvo-pastoral.

b- Potentialités végétales

Le couvert végétal dans le bassin de Nâama considéré est assez maigre. Dans les hautes plaines sud-oranaises, l'aridité du climat ne permet pas le développement d'un couvert végétal capable de protéger la surface du sol. La plupart des espèces, en ce milieu aride, ont acquis des caractéristiques biologiques et morphologiques assez particulières leur permettant de surmonter toutes les conditions défavorables du milieu. Malgré le faible taux de recouvrement, la végétation steppique constitue une ressource naturelle de grande importance notamment dans la protection du sol contre le phénomène de l'érosion éolienne et hydrique dans la structuration des horizons superficiels du sol. Selon le FAO (1960) toutes éliminations ou dégradation du tapis végétal ou des résidus végétaux qui protègent le sol sont la cause principale de l'érosion. La végétation naturelle de la zone d'étude est caractérisée par une physionomie de steppe sauf dans les montagnes où subsistent les restes de forêts primitives abattues par l'homme à base de *Pinus Halepensis* et *Juniperus phoenicea*. En dehors de ces espèces forestières, l'aspect de la steppe change avec le gradient pluviométrique et la nature du sol. Sept formations végétales sont identifiées dans la région (Nedjraoui et al., 1999) :

- Matorrals à *Juniperus phoenicea* et *stipa tenacissima*, formations se localisant en altitude, notamment sur les sommets des monts.

- *stipa tenacissima*, formation où domine l'alfa, graminée pouvant atteindre jusqu'au 1,5 m de hauteur, forment des touffes. Elle colonise tous les substrats géologiques de 400 à 1800 m, dans les bioclimats semi-arides à hiver frais et froid dans l'étage aride supérieur à hiver froid. Elle est accompagnée selon les conditions stationnaires de *Launea acanthoclada*, de *Lygeum spartum*, de *Traganum nudatum*, d'*Artemisia herba alba*.
- *Lygeum spartum* (le sparte), il est très répandu dans la région et se trouve partout, près des massifs montagneux, des Chotts, sur les dépôts de sable et les sols présentant des textures limono-sableuses.
- *Atractylis seratuloides* est présent un peu partout dans la région d'étude, c'est une espèce liée à la dégradation avec *Noaea mucronata*, *Thymelea microphylla*, *Anabasis oropediorum*.
- *Peganum harmala* : se développe sur les sols les plus démunis, c'est une espèce nitrophile indique la dégradation.
- *Aristida pungens* et *Tamarix africana* se localisent au niveau des dayas, dont l'écoulement des eaux permet le dépôt d'un matériau très fin. Ces dépressions sont souvent colonisées par des psammophytes tels que *Tamarix africana*, *Thymelaea microphylla*, *Aristida pungens*. Ces zones constituent des parcours de faible valeur.
- *Salsola sieberi* : les sols halomorphes localisés dans les dépressions salines, portent une végétation d'halophytes à base d'*Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*, *Frankenia thymifolia*, *Salsola sieberi* (var *zygophylla*) qui constitue un complément fourrager important.

Le calcul du recouvrement des premières espèces dominantes permet de constater que *Lygeum spartum* L. est l'espèce à plus fort recouvrement suivi de *Thymelea microphylla* L. Il s'agit d'espèces qui se développent sur un sol sablonneux et sablo-limoneux.

5 - Aperçu géomorphologique

La géomorphologie est l'un des éléments les plus précieux de l'analyse cartographique dans les études de reconnaissance (TRICART, 1973). C'est la science qui a pour objet la description et l'explication du relief terrestre, continental et sous-marin (COQUE, 1977).

-Les reliefs

Les Djebels de la zone d'étude se présentent sous forme d'ensembles de massifs à structures complexes et plus ou moins allongées et étirées suivant l'axe général du plissement sud-ouest/nord-est. Ces structures sont généralement liées à la tectonique, à la lithologie et à

l'érosion (BENSAID, 2006). Elles sont constituées de roches dures (calcaire, calcaire dolomitique et grès) d'âge jurassique dont la pente des versants est généralement forte. Parmi ces structures plissées, il importe de citer l'anticlinal d'âge jurassique culminant à 2136 m du Djebel Morhad d'orientation sud-ouest/nord-est. Il a été affecté par un accident tectonique ayant provoqué un décalage de continuité dans sa partie sud-ouest (cuvette de Mekhizéne). Un autre anticlinal plus septentrional correspond au djebel Antar, petit chaînon avancé de l'Atlas Saharien à tracé en forme d'arc de cercle ouvert vers le Nord-Ouest et dont l'altitude n'atteint pas les 2000 m.

- La plaine et dépression

La majeure partie de l'espace de la région de Nâama est occupée par une plaine plus ou moins plane dans l'altitude augmente sensiblement vers le Sud (1000 à 1330 m) (BENSAID, 2006). Elle est truffée de nombreuses petites cuvettes de dimension et d'origine différentes (Sebkha, Dayas, cuvettes hydro-éoliennes dénommées localement Mekmene, Oglat ou Haoud) dont lesquelles les eaux de ruissellement empruntent les lits d'Oueds à fond plat largement encaissé pour s'accumuler finalement dans ces dépressions endoréiques. Dans cette zone steppique, nous distinguons les dépressions salées (Chott Chergui, Chott El Gharbi, Sebkha de Nâama) et les dayas et les Mekmenes où s'accumulent les eaux de surfaces non salées. Les sols de dayas sont généralement plus profonds par rapport aux glacis encroûtés. Les Chotts et les Sebkhas sont des dépressions salées où l'on rencontre une steppe à halophytes.

- Les formations et accumulations éoliennes

Dans l'ensemble de la steppe algérienne et de la région pré-saharienne, des traces multiples de l'activité éolienne soulignent plus en moins le faciès aride du paysage. À cet effet, le paramètre vent reste l'élément fondamental dans le façonnement des paysages semi-arides, arides et désertiques.

En fonction de la nature et de l'âge du dépôt **POUGET M., (1973)** distingue trois formes d'accumulation sableuses :

- **une forme d'accumulation ancienne**

Représentée par les dunes formées aux piémonts des djebels. Nous rencontrons ce type de formations à matériaux éoliens lourds dans le Nord-Ouest de Mécheria (Djebel Antar) et dans les chaînons montagneux des monts des Ksour (Djebel Morhad et Djebel Bou Amoud).

- **une forme d'accumulation ancienne à matériaux éoliens gypseux**

Qui comprend l'ensemble des accumulations qui sont présentes sur les bordures du Chott Chergui et sur les bords sud et est de la Sebkha de Nâama ;

- **les formes d'accumulations récentes**

Sont fortement liées d'une part, aux régimes de fréquences des vents efficaces et à la nature des substrats géologiques et d'autre part à la nature des obstacles responsables de leur formation (touffes de végétation, chaînons de montagnes, blocs, reg, remblais de carrière, etc.). Dans la zone de Nâama, on retrouve la plupart des formes d'accumulations sableuses fixes ou mobiles, selon leur volume et leur morphologie (Cordon dunaire, Barkhane, Nebka, Voile de sable).

Les principales unités géomorphologiques de la zone d'étude peuvent être énumérées comme suit (**fig.05**).

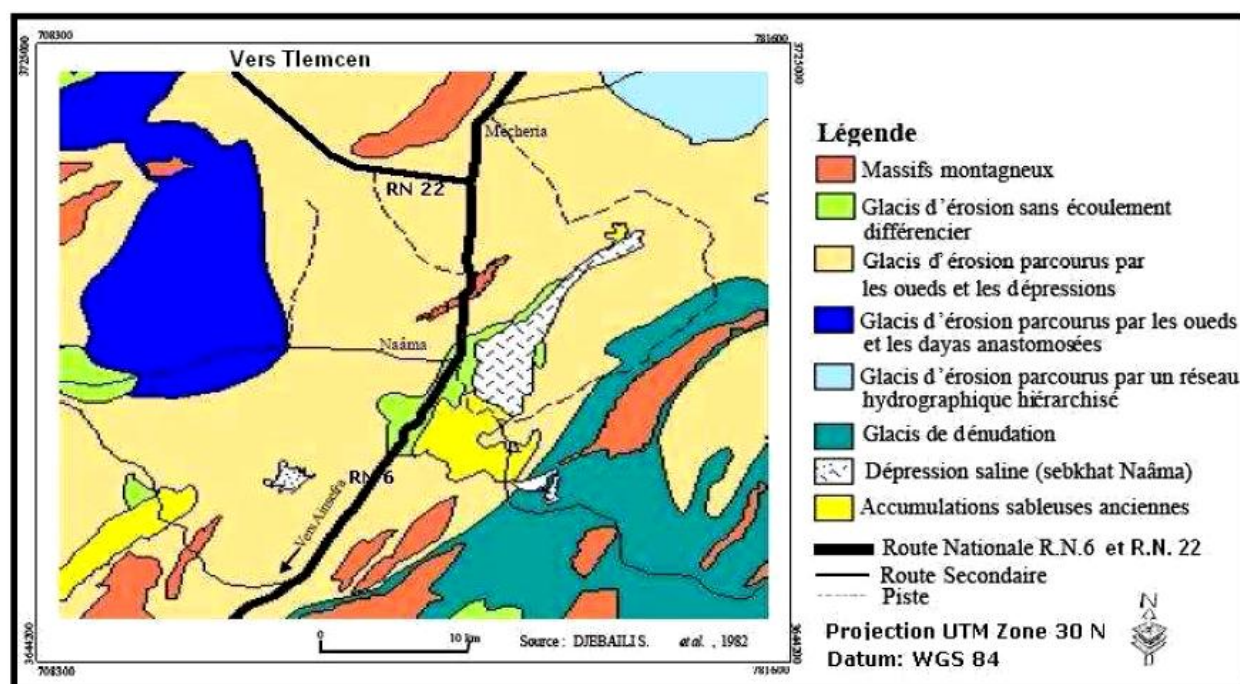


Figure 05 : Extrait de la carte géomorphologique de la région d'étude (la région de Nâama)

(DJEBAÏLI S. 1978).

6 - Un réseau hydrographique endoréique :

Afin de compléter cette description du milieu naturel, on donne ici un bref aperçu de l'hydrologie et du type d'écoulement dans la région.

Le réseau hydrographique au niveau des Hautes Plaines est endoréique. Il est peu développé et débouche souvent dans les dayas, ou vers la Sebkhha de Nâama, zones d'évaporation.

Les Oueds sont cependant assez courts, peu sinueux et à écoulement superficiel. Ils ont un fond plat et des berges mal dessinés. Ce qui explique la faiblesse de la pente du cours d'eau et la présence de cuvettes endoréiques (dayas).

Hydrologiquement, les cours d'eau ne sont pas pérennes et ne coulent que de manière épisodique en périodes pluvieuses.

Il faut souligner que le réseau hydrographique est relativement dense en amont des bassins pour drainer suffisamment les eaux précipitées sur les hautes montagnes, contrairement à la partie aval où les terrains sont plus ou moins plats.

Au Nord et au niveau de la plaine de Nâama, l'interfluve de Rokbate El Harchaïa divise le réseau hydrographique en deux parties: l'une à l'Ouest et l'autre à l'Est.

Dans la partie ouest, les cours d'eau situés du côté de Harchaïa déversent à Dayet El Amarna. Vers l'extrémité ouest de la plaine, l'Oued El Korima et l'Oued El Kherba se rejoignent vers le Nord et donnent ainsi naissance à l'Oued El Adjar. Ce dernier déverse vers Mekmène Abiod et Mekmène El Mrir. Ces Mekmènes sont situés à l'Ouest de Djebel Antar.

Au Sud de la plaine aux alentours d'Aïn Benkhelil, les Oueds débouchent à Haoud Daïra, il s'agit des Oueds Zemri, El Biod et Taoussara.

Dans la partie est, les cours d'eau en provenance du versant ouest de djebel Melah arrivent tous à la Sebkhah de Nâama.

Vers le Sud de Nâama au niveau du couloir orographique oriental se distingue deux sous bassins versants dont les affluents divergent du côté de Mékalis :

-le premier se dirige vers le Nord. Ces cours d'eau en provenance du versant ouest de Djebel Souiga et de Djebel El Hadjrate Toual s'acheminent vers Haoud Er Remad.

-Le deuxième constitue un bassin orienté vers le Sud pour former l'Oued Tirkount, ce dernier reçoit les cours d'eau du versant ouest du Djebel Aïssa et ceux du versant est du djebel Morhad. Il rejoint vers le Sud l'Oued Breidj pour ainsi constituer l'Oued Ain Séfra, ce dernier se jette dans l'Oued Rhouiba qui devient l'Oued Namous en aval d'Ain Séfra.

Le rôle majeur des Oueds est très important: les affleurements gréseux dans les djebels fournissent le matériel, les précipitations abondantes et les pentes fortes permettent la mobilisation du sable et son exportation, il est remanié par le vent quand il est sec avant d'être repris par l'érosion hydrique.

7 - HISTORIQUE DES RECHERCHES:

La structure et le style particulier de la chaîne atlasique ont poussé plusieurs chercheurs à l'étudier afin d'explorer et d'expliquer la géologie de cette région.

1. Travaux de reconnaissance et d'exploration (1849-1920)

Les travaux de reconnaissance et d'exploration font apparaître les premières cartes géologiques. Ils traitent les problèmes de la tectonique et l'ordre chronologique des différentes phases.

En 1852, l'ingénieur des mines Ville continuant en quelque sorte l'œuvre commencée par Fournel (pour la province de Constantine) publie six années plus tard ses « recherches sur les roches, les eaux et les gîtes minéraux des provinces d'Alger et d'Oran ». L'auteur y cite la Sebkhah de Nâama, limitée par le Djebel Melah (p.68-370, in FLAMAND, 1911, p34, 1911).

Il donne une description très sommaire des Chotts El Gharbi et Chergui (p.370-371). Ainsi après les premiers travaux effectués par Pouyanne (1874-1883). Il a attribué les dolomies du Djebel Antar au Dogger.

En 1889, Welche identifie la présence du Jurassique moyen au Djebel Melah, en se basant sur la faune d'EL HARCHAIA.

La même année, Pomel et Pouyanne publient une carte géologique au 1/800.000^{ème} en quatre coupures. Pomel montre qu'au-dessus de la « Dolomie du Djebel Antar » vient un ensemble de grès considéré comme Oxfordien.

En 1911, Flamand présenta une thèse sur l'Atlas Saharien. Le Tell et les régions frontalières algéro-marocaines dont laquelle il traita les domaines de la géomorphologie, la tectonique et la paléontologie. Dans cette étude qui est accompagnée par des levés de cartes géologiques aux 1/200.000^{ème}, 1/400.000^{ème} et au 1/800.000^{ème}, l'auteur a établi la base de la stratigraphie du Lias et du Dogger en détail dans la région du Djebel Mélah, Djebel Souiga, Djebel Chémarikh et dans le chaînon de l'Antar Guettai.

2. Début des explorations modernes (1930-à l'Actuel) :

Les explorations modernes précisent la stratigraphie du Secondaire et permettent de placer l'Atlas Saharien entre deux grands accidents : (accidents nord et sud atlasiques) et de

soulever les relations existantes entre les failles profondes du socle et les structures de la couverture atlasique.

En 1949-1952, **Cornet** donne une synthèse stratigraphique et tectonique en apportant des modifications à l'échelle stratigraphique établie par Flamand.

En 1965, **Lasnier** présente un travail sur la stratigraphie et la micropaléontologie du Jurassique de l'Algérie (Djebel Melah, Djebel Chémarikh).

En 1966, **Bassoullet** identifia le « Lotharingien » (Sinémurien supérieur) en se basant sur un niveau à *Asteroceras* qu'il découvre.

En 1967, **Lucas et Galmier** étudient la tectonique du Djebel Kerdacha (Bordure méridionale de l'Atlas Saharien).

En 1972, **D. Galmier** réalisa neuf cartes photo-géologiques au 1/100.000^{ème} en se basant sur l'interprétation des photos aériennes. L'étude comporta des unités lithostratigraphiques de l'ensemble des monts des Ksour.

En 1973, **J.P. Bassoullet** effectue une étude biostratigraphique très approfondie et trace les grands traits de l'évolution paléogéographique du Mésozoïque des monts des Ksour.

En 1976, **M. Douihasni** présenta une thèse sur l'étude géologique de la région d'Ain Ouarka – Boussemgoun.

En 1986, **N. Kazi-Tani** présente une synthèse de l'évolution géodynamique de la bordure nord-africaine où il met en évidence deux grands groupes : transgressif du Trias au Lias moyen et régressif du Toarcien à l'Oxfordien.

En 1991, **R. Aït Ouali** présente un travail important sur le rifting et la diagenèse des assises carbonatées du Lias des monts des Ksour. Cet auteur réalisa une étude sédimentologique et géodynamique ainsi qu'une analyse stratigraphique basée sur une approche séquentielle.

En 1995, **L. Mékahli** dans le cadre de sa thèse d'état réalise un travail important sur l'évolution des monts des Ksour de l'Hettangien au Bajocien supérieur : biostratigraphie sédimentologie et stratigraphie séquentielle.

En 1998, **A. Meddah** procéda à une étude géologique des appareils diapiriques de l'Atlas Saharien Occidental (monts des Ksour) et le volcanisme triasique dans la région de Nâama.

En 2005, dans un mémoire de Magister, **A. Kacemi** étudia avec détails la lithostratigraphie, la sédimentologie, l'analyse séquentielle et la stratigraphie séquentielle des différentes formations du Jurassique moyen au Crétacé (07 formations) en donnant un modèle du delta des Ksour.

En 2007, **A. Sebane** dans une thèse de doctorat d'État fait l'étude quantitative et séquentielle de l'évolution des peuplements micropaléontologiques en Algérie occidentale au cours du Jurassique inférieur et moyen.

En 2010, **A. Meddah** dans une thèse de doctorat étudia la province magmatique de l'Atlantique Central (CAMP) dans le bassin des Ksour (Atlas Saharien Occidental, Algérie)

En 2013, **A. Kacemi** dans une thèse de Doctorat intitulée « Évolution lithostructurale des monts des Ksour (Atlas Saharien, Algérie) au cours du Trias et du Jurassique : Géodynamique, Typologie du bassin et Télédétection », étudia la dynamique tectono-sédimentaire (litho-structurale) et a établi un modèle tectonique de fonctionnement de ces bassins des Ksour.

En 2016, **Y. BOUKHARI** dans une thèse de Doctorat étudia l'impact des pratiques culturelles sur l'évolution des sols des écosystèmes steppiques de l'Algérie.

8 - OBJECTIF ET MÉTHODE

a. Objectif du travail :

Le présent travail a pour but d'étudier un système endoréique (exemple de Sebka de Nâama). Ce travail de terrain vise deux objectifs :

- Identifier l'ensemble des faciès existants dans le bassin versant de la Sebka de Nâama.

- Déterminer les ressemblances et les différences des lithofaciès et comparer le contexte géologique de la mise en place de ce système endoréique avec le système de fonctionnement du bassin versant de la Grande Sebkhah d'Oran.

b. Méthodologie de travail :

Ce travail a été réalisé en trois étapes :

A la bibliothèque :

Avant d'entamer les travaux de terrain, nous avons procédé à une recherche bibliographique détaillée des différentes documentations telles que les cartes topographiques de Mécheria et d'Ain Séfra au 1/500.000^{ème}, les cartes photo-géologiques de Mékalis, d'Ain Séfra au 1/100.000^{ème}, l'imagerie satellitaire et d'autres travaux de recherche (thèses, mémoires, publications et communications) des secteurs d'étude.

Sur le terrain :

Nous avons effectué le levé de plusieurs coupes : Djebel Melah, Djebel Antar, Touadger et Nâama tout en dégagant les particularités sédimentaires (couleurs, figures, structures...etc.), stratigraphiques, et litho-structurales. On a pris des mesures des altitudes des couches (directions et pendages), des failles (plan de faille et stries) et de la fracturation (linéaments).

Cette étude a nécessité le matériel suivant : un marteau, une boussole, un mètre, un appareil photo, un GPS et des cartes topographiques de 1/100.000^{ème} et 1/500.000^{ème}.

Au laboratoire :

Les travaux de laboratoire se sont effectués selon les procédures suivantes :

- L'interprétation des données de terrain et l'élaboration des coupes géologiques (log).
- La détermination de la lithostratigraphie de notre secteur d'étude.
- L'étude en lames minces des différents faciès
- Étude par diffractomètre des argiles.
- Les analyses granulométriques des échantillons

A) Situation géographique de la plaine de Nâama :

La plaine de Nâama : Elle est large de 50 à 60 km d'Ouest en Est et d'environ 40 km du Nord au Sud. Elle présente des altitudes variant entre 1099 m au niveau Nord et 1283 m au Sud. En général, cette zone est caractérisée par une inclinaison sud-nord, limitée à l'Ouest par les chainons occidentaux, ce sont du Sud vers le Nord : le Djebel Gaaloul, le Djebel Araar, le Djebel Karrouche, le Djebel Bouamoud, le Djebel Guetob El Hamara et le Djebel Hafid. Ils culminent respectivement à 1567 m, 1467 m, 1671 m, 1534 m, 1535 m et 1204 m. A l'Est par les chainons orientaux, ce sont le Djebel Souiga et le Djebel Melah. Ces deux derniers décalés, laissant un «col» d'environ 10 km de large. La limite sud de la plaine de Nâama est matérialisée par les chainons centraux, il s'agit du Djebel Morhad et de Hadjrate Toual. Au Nord le Djebel Antar « ferme » partiellement la plaine, laissant deux « ouvertures », une à l'Ouest et l'autre à l'Est.

La plaine de Nâama, en fait ne forme pas un ensemble homogène : un relief résiduel en forme de croupe (Rokbate El Harchaïa), de même orientation que les autres chainons, la subdivise en deux et joue le rôle d'interfluve. À l'Ouest, la plaine est plus large, sa surface est accidentée de multiples petites dayas et son centre reçoivent les apports d'Oued. À l'Est, la Sebkhha de Nâama se situe entre Rokbate El Harchaïa à l'Ouest et le Djebel Melah à l'Est. Il s'agit d'une dépression fermée très salée, avec une topographie plane, orientée SO/NE.

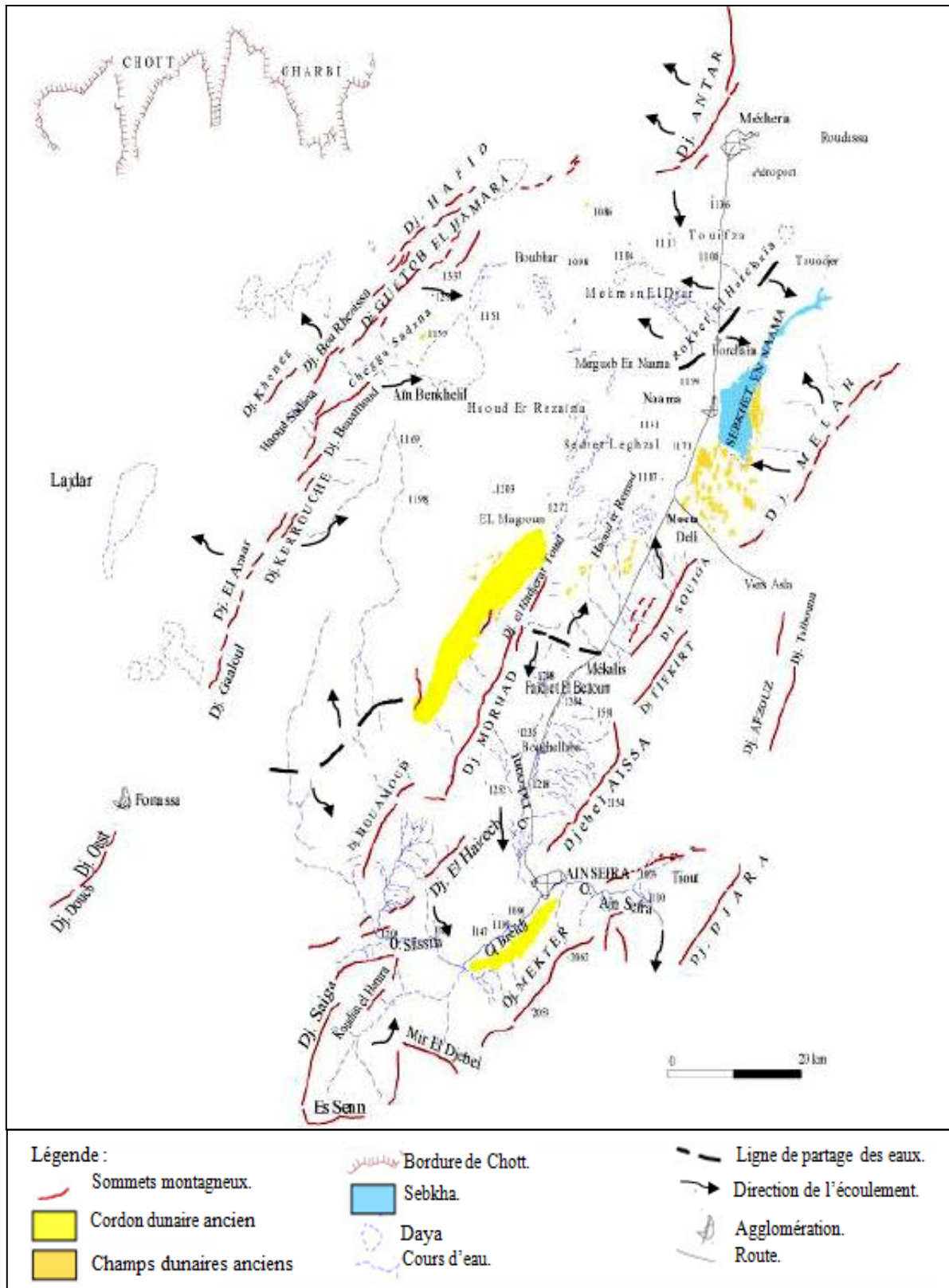


Figure 06 : Croquis de présentation de la partie des Hautes Plaines sud-oranaises

(Belmahi M. 2014).

B) CONTEXTE CLIMATOLOGIQUE :**1. INTRODUCTION :**

Le climat de l'Algérie a fait l'objet de nombreuses études analytiques et synthétiques, notamment par SELTZER (1946) ; CHAUMONT & PAQUIN (1971) ; STEWART (1975) ; LE HOUEROU (1995). Tous ces auteurs s'accordent à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen, caractérisé par une saison sèche et chaude coïncidant avec la saison estivale et une saison froide et pluvieuse en coïncidence avec la saison hivernale.

Le climat intervient fortement dans la formation et l'évolution des sols, comme il joue un rôle essentiel dans la répartition et le développement des plantes.

Ses principaux composants influent aussi bien le façonnement du relief que l'hydrographie. Les paramètres climatiques retenus sont : la température, les précipitations, l'évaporation et les vents, en prenant en considération leurs interactions.

L'intérêt de l'étude climatique envisagée est de démontrer dans quel contexte climatique se situe la zone d'étude par :

La détermination de l'étage climatique à partir du climagramme d'EMBERGER (1955).

La détermination de la période de sécheresse par le biais des diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953).

Les données climatiques des stations les plus représentatives dans la région de Nâama, nous été fournis par l'O.N.M (office national de météorologie).

Le tableau suivant mentionne les principales caractéristiques des stations de référence :

Tableau n°01 : caractéristiques des trois stations météorologiques.

Station	Localisation	Longitude	Latitude	Altitude (m)
Nâama	Chef-lieu de wilaya	00° 18' W	33° 16' N	1166
Mecheria	A 30 km Nord du chef-lieu de wilaya	00°17' W	33°31' N	1149
Ain Sefra	A 70 km Sud du chef-lieu de wilaya	00°36' W	32°45' N	1058

2. ÉTUDES DES PARAMÈTRES CLIMATIQUES :

a - Précipitations

Sur les plans physique et naturel, les précipitations constituent le premier facteur de contrainte pour toute la région des Hauts Plateaux. En effet, le régime pluviométrique se caractérise par des précipitations annuelles très faibles (comprises entre 100 et 300 mm en moyenne), souvent à caractère orageux et présentant une grande variabilité inter-mensuelle et interannuelle.

a.1- Précipitations moyennes mensuelles et annuelles

La répartition moyenne mensuelle des précipitations met en évidence des différences saisonnières entre stations. (fig. 07)

Le tableau 02 illustre cette contrainte dans la wilaya de Nâama où les trois stations de Mécheria, Nâama et Ain Sefra enregistrent un minimum pluviométrique en Juillet avec 6.5, 5.7 et 6.0 mm, alors que le maximum se situe en Octobre et Novembre avec 44.1, 42.8, 43.29 mm.

Tableau 02. Répartition des moyennes mensuelles des précipitations (2005-2015)

Station	Précipitations moyennes mensuelle des précipitations (mm)											
	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Mécheria	19,5	18,8	18,5	23,9	15,8	20,5	6,5	12,4	38,4	44,1	40,9	14,2
Naâma	18,6	16,5	24,2	20,3	20,5	19,2	5,7	17,1	37,5	36,5	42,8	11,8
Ain safra	14,9	14,1	18,0	17,0	21,6	7,2	6,0	19,7	29,4	43,29	30,48	11,2

(O.N.M, 2017)

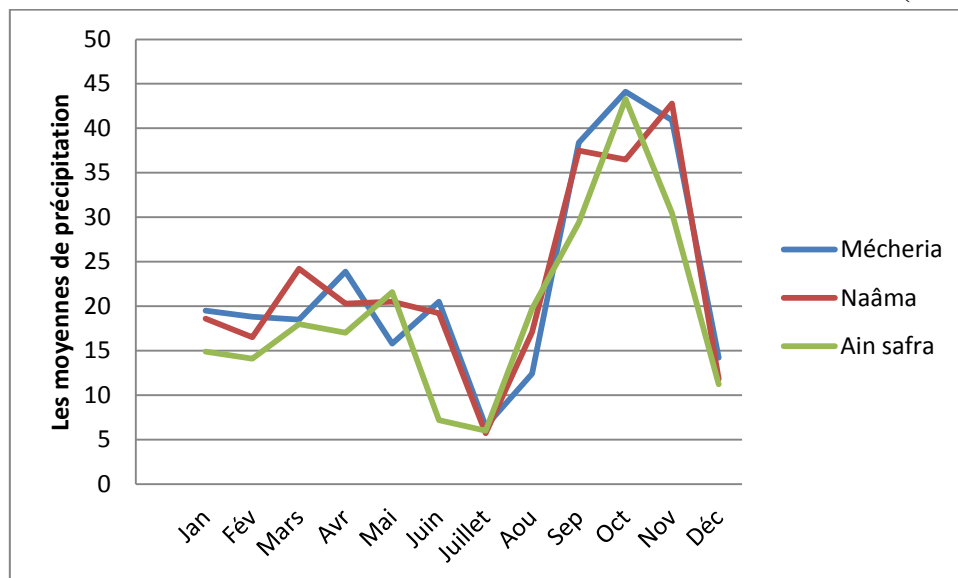


Figure 07 : Répartition des précipitations moyennes mensuelles en (mm) entre (2005_2015).

a.2- Variation saisonnière des précipitations (régime saisonnier):

Les précipitations sont réparties inégalement durant les saisons (tab. 03)

Les précipitations les plus importantes sont celles qui tombent en automne et au printemps, par rapport à celles de l’hiver, bien que ces dernières constituent un apport non négligeable (Fig. 08). Les trois stations présentent le même type de régime saisonnier (APHE).

Tableau 03. Régime saisonnier des précipitations (2005-2015)

Station	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Régime
Mécheria	39.4	123.4	52.5	58.2	APHE
Nâama	42	116.8	46.9	65	APHE
Ain Sefra	32.9	103.17	40.2	56.6	APHE

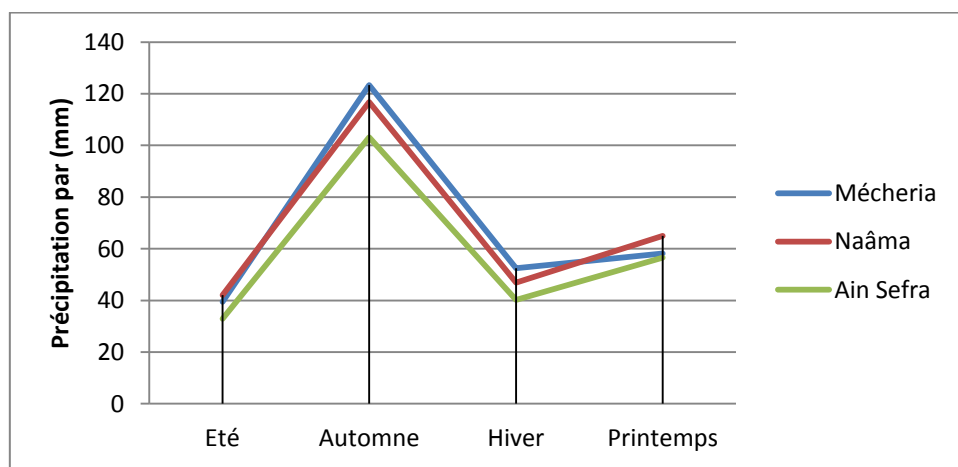


Figure 08 : Régime saisonnier des précipitations entre (2005_2015)

b - La température

La température, second facteur constitutif du climat influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (Greco, 1966).

La répartition de la température moyenne mensuelle des trois stations permet de considérer le mois de Janvier comme le plus froid (7.7°C à Mécheria, 7,3°C à Nâama et 8.2°C à Ain Sefra,) et le mois de Juillet comme le plus chaud de l’année (32.4 °C à Mécheria, 32.5 °C à Nâama et 33.3 °C à Ain Sefra) comme le montre le (tab.04) et (fig. 09)

Les moyennes annuelles des températures pour les trois stations sont de 18.87 °C à Mécheria, 18.60 °C pour Nâama et 21.18°C Ain Sefra.

Tableau 04. Données des températures des trois zones (2005-2015)

Station	T° (°C)	Jan	Fév	mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Mécheria	Min	1,6	2,5	6,2	9,8	13,9	18,3	23,3	22,5	17,6	14,7	6,7	2,6
	Max	13,7	14,3	20,6	25,2	29,9	36	41,6	40,4	33,2	25,5	18,6	14,2
	Moy	7,7	8,4	13,4	17,5	21,9	27,1	32,4	31,5	25,4	20,1	12,6	8,4
Naâma	Min	0,7	1,7	5,1	9	14,3	18,2	23,3	22,3	17,6	12,6	6,1	1,9
	Max	13,7	15	19,5	24,2	30,4	35,5	41,3	39,9	32,7	27,2	18,4	13,5
	Moy	7,3	8,4	12,4	16,8	22,5	27	32,5	31,3	25,2	19,9	12,3	7,7
Ain sefra	Min	0,9	2,9	6,3	11,2	15,4	19,9	24,1	23,3	33,3	13	6,3	2,3
	Max	15,6	28,8	21,9	27,5	32,1	37,7	42,5	41,2	34,7	28,6	20,6	15,9
	Moy	8,2	15,8	14,1	19,3	23,8	28,8	33,3	32,2	34	20,8	13,5	9,1

(O.N.M, 2017)

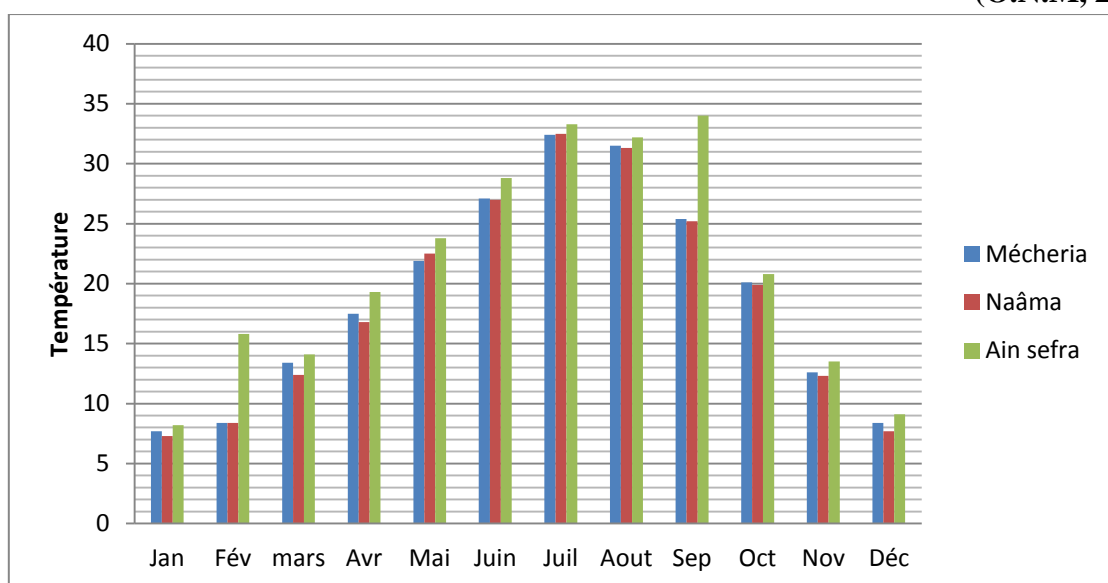


Figure 09 : Variation des températures mensuelles de trois stations en °C entre (2005_2015)

3- Synthèse climatique

a - Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité

L'amplitude thermique moyenne extrême (M-m) est un indice climatique très important car il permet de définir à partir de ce qu'on appelle « indice de continentalité » si la zone est sous influence maritime ou continentale (tab. 05).

Tableau 05. Type de climats en fonction des amplitudes thermiques (2005-2015)

Station 2005-2015	M °C	m °C	(M-m) °C	Type de climat
Mécheria	41.6	1.6	40	Continental
Nâama	41.3	0.7	40.6	Continental
Ain Safra	42.5	0.9	41.6	Continental

La classification thermique des climats proposée par Debrach (1953) est fondée sur l'amplitude (M-m):

- Climat insulaire : $M-m < 15\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Climat littoral : $15\text{ }^{\circ}\text{C} < M-m < 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Climat semi- continental : $25\text{ }^{\circ}\text{C} < M-m < 35\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Climat continental : $M-m > 35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

D'après la classification mentionnée ci dessus on confirme que la région de Nâama subit des influences continentales.

b - Indice de sécheresse estivale

Selon Emberger, l'indice de sécheresse estivale (I.e) est le rapport entre les valeurs moyennes des précipitations estivales (P.E) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud « M » ($^{\circ}\text{C}$).

$$I.e = P.E/M$$

Tableau 06. Indice de sécheresse estivale (2005-2015)

Station	P.E (mm)	M ($^{\circ}\text{C}$)	I.e
Mécheria	39.4	41.6	0.95
Nâama	42	41.3	1.02
Ain Sefra	32.9	42.5	0.77

Il ressort du tableau 6 que les indices de sécheresse calculés sont très inférieurs à 5 pour les deux périodes, ce qui indique, selon la grille de DAGET (1977), l'appartenance des trois stations au climat méditerranéen à sécheresse estivale bien marquée.

c - Indice d'aridité de De Martonne:

Selon DE Martonne (1926), l'indice d'aridité est utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse ; il est exprimé par la relation : $I = P / (T+10)$

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en ($^{\circ}\text{C}$).

I < 5 : Climat hyper arides,

5 < I < 7,5 : Climat désertique,

7,5 < I < 10 : Climat steppique,

10 < I < 20 : Climat semi arides,

10 < I < 20 : Climat tempéré.

Tableau 07. Indice de DE MARTONNE pour les trois stations (2005-2015)

Station	P (mm)	T ($^{\circ}\text{C}$)	Indice	Type de climat
Mécheria	273.5	18.87	9.47	Steppique
Nâama	270.7	18.6	9.46	Steppique

Ain Sefra	232.87	21.18	7.46	steppique
------------------	--------	-------	------	-----------

D'après le Tableau 07, on constate que les trois stations Mécheria, Nâama et Ain Sefra se situent dans un climat steppique.

d - Diagramme ombrothermique de BANGNOULS et GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN permet de calculer la durée de la saison sèche sur un seul graphe. L'échelle de pluviométrie est double de la température: l'une humide et l'autre sèche.

On parle de saison sèche lorsque la courbe des pluies passe en dessous de celle des températures autrement dit lorsque $P \leq T$.

L'examen des diagrammes ombrothermiques (Fig. 10) montre que la station (Mécheria) présente 7 mois de sécheresse ; généralement de Mars à Septembre. La station (Nâama) présente 8 mois de sécheresse ; généralement de Mars à Octobre (Fig. 11) tandis que la station de Ain sefra (Fig. 12) présente une durée de sécheresse plus élevée, elle est de 9 mois (Janvier à Septembre). Ce qui confirme l'intensité de sécheresse dans la région.

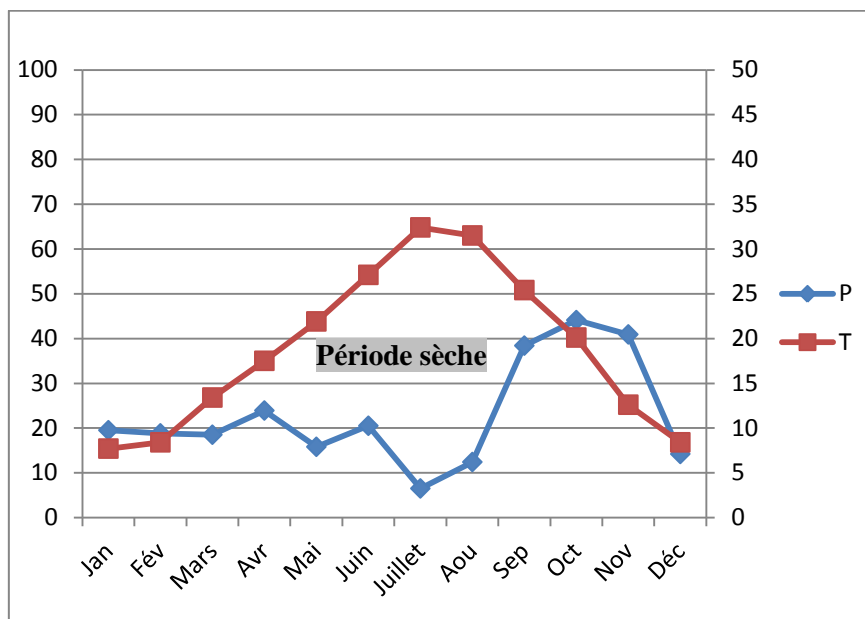


Figure 10 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien (Station de Mécheria).

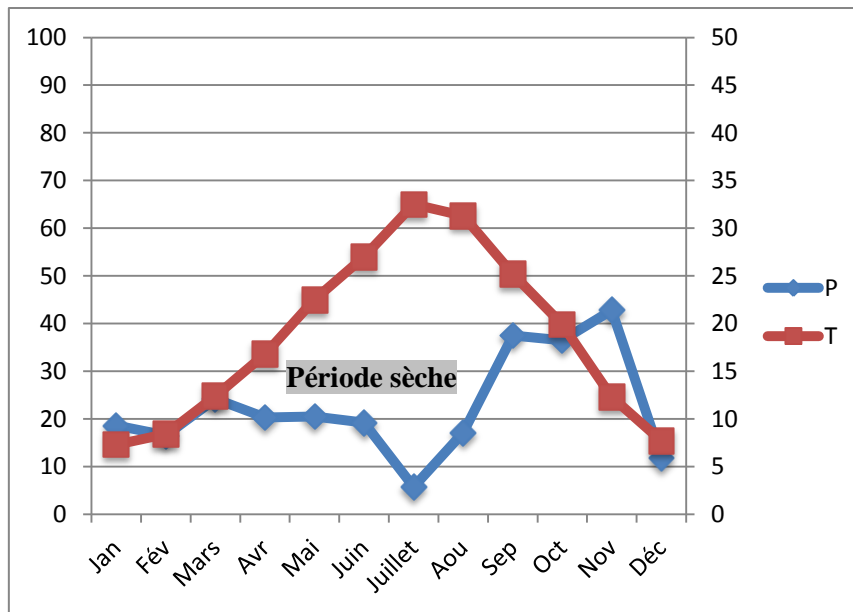


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (Station de Nâama).

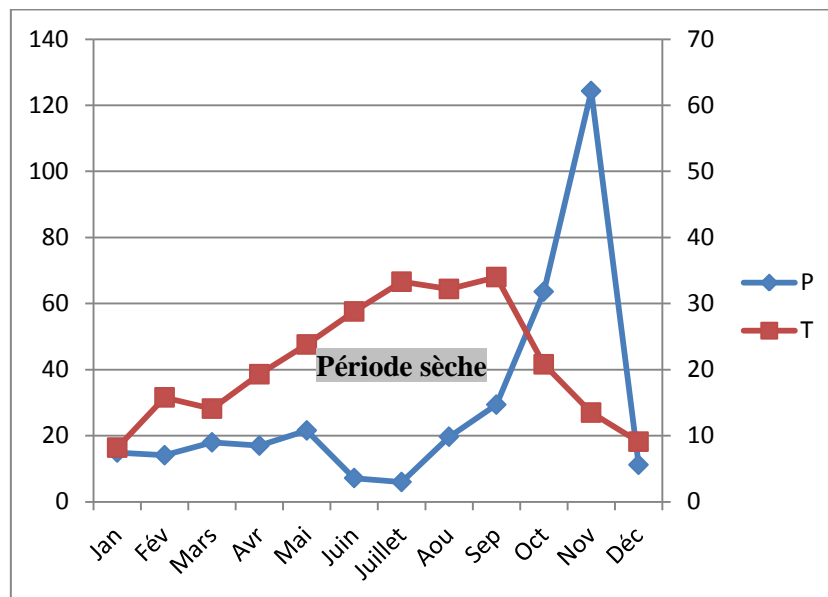


Figure 12 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (Station de Ain Sefra).

e - Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger (1955)

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude.

En abscisse la moyenne des minima du mois le plus froid.

Le quotient d'Emberger est calculé par la formule suivante:

$$Q2 = \frac{2000P}{M2 - m2}$$

P: moyenne des précipitations annuelles (mm).

M: moyenne des maxima du mois le plus chaud (°k).

M: moyenne des minima du mois le plus froid (°k).

$T (^{\circ}k) = T (^{\circ}C) + 273,2.$

Tableau 08. Valeur du Q2 et étages bioclimatiques (2005-2015)

Station	Précipitation annuelles (mm)	M (°C)	M (°C)	Q ₂	Etage bioclimatique
Mécheria	273.5	41.6	1.6	23.19	Aride supérieur à Hiver frais
Nâama	270.7	41.3	0.7	22.66	Aride supérieur à Hiver frais
Ain Sefra	232.87	42.5	0.9	18.98	Aride inférieur à Hiver frais

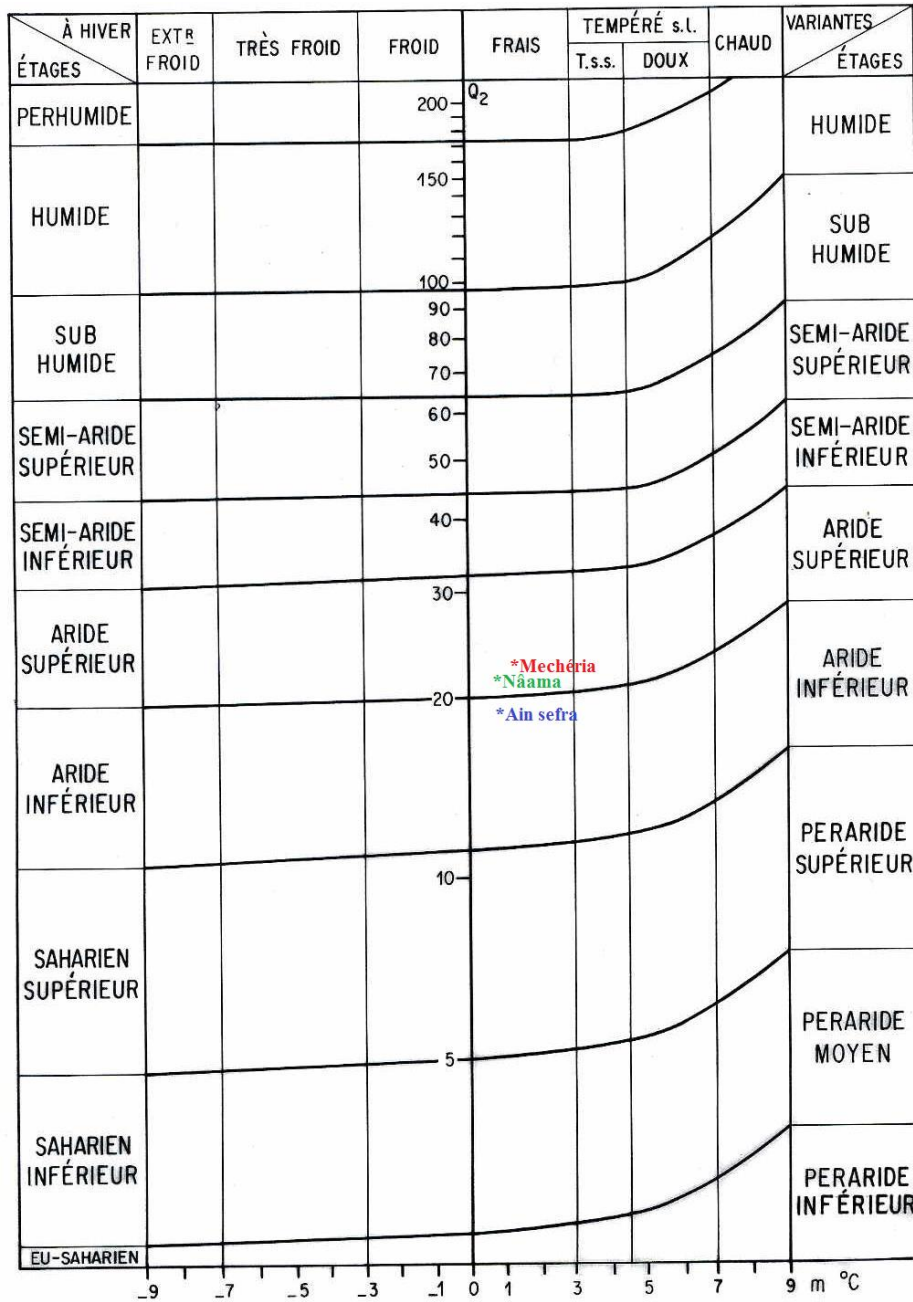


Figure 13 : Climagramme Pluiothermique d'EMBERGER

L'application du quotient pluviothermique sur les données climatiques récentes (tab.08) a révélé que les stations de Nâama, Mécheria sont classées dans l'étage aride supérieur à hiver frais et la station d'Ain Sefra est classée dans l'étage aride inférieur à hiver frais. (fig. 13)

Selon plusieurs auteurs, l'impact des changements climatiques, dont l'accentuation de l'aridité, sur le comportement de la végétation et le déclenchement des processus de la désertification est déterminant. **(Zair, 2011)**

4 - Autres facteurs climatiques :

a - Les vents :

Les vents du Sud sont généralement secs et froids en hiver et deviennent très desséchants en été **(Halitim, 1988)**. Le vent est un paramètre climatique qui influe sur le déplacement des fines particules de sable et accentue de ce fait le processus de désertification **(Boukhari, 2016)**.

La fréquence des vents est importante sur l'année avec une moyenne de 18 jours par mois. Les vents dominants sont de direction nord (Nord, Nord-Ouest, Nord-Est), et représentent 48% de la fréquence totale.

Les vents de direction sud (Sud, Sud-est, Sud-ouest) représentent 31.4%, enfin, les vents de direction ouest et est sont respectivement de 16 et 4,6% (tab. 09) **(Mahmoudi, 2014)**.

Tableau 09. Direction des vents selon leur fréquence en % (2010) **(Mahmoudi, 2014)**

Directions	Nord	Nord Est	Nord-Ouest	Est	Ouest	Sud	Sud Est	Sud-Ouest
Fréquences	18	13	17	4,6	16	11	4,4	16
Total	48			4,6	16	31,4		

b - Les gelées :

La gelée est un phénomène qui est défini comme étant un dépôt de cristaux de glace sur une surface, survenant lorsque la température minimale descend en-dessous de 0°C **(Benguerai, 2011)**. La fréquence est exprimée en nombre de jours par an.

La région de Nâama subit des gelées importantes en hiver et même au printemps à raison de 40 jours par année. **(Mahmoudi, 2014)**. Ces gelées constituent un facteur limitant pour les pratiques agricoles et une contrainte pour la végétation sensible et notamment ceux à floraison précoce. Ce qui impose la prise en compte de cette période gélive lors de l'élaboration du calendrier cultural principalement pour les cultures légumières de plein champ et l'arboriculture à floraison précoce.

c - Grêles et Neige

Les grêles et les neiges sont pratiquement présents chaque année. Elles sont enregistrées entre les mois de Décembre et de Février à raison de 12 à 17 jours/an. Le froid est sévère en hiver, au point d'enregistrer des chutes de neige. Cet enneigement est considéré à la fois comme facteur favorable et comme facteur contraignant pour la survie des espèces animales et végétales. (Mahmoudi, 2014).

CONCLUSION :

Le climat de l'Ouest algérien appartient au climat méditerranéen caractérisé par des hivers doux, des étés chauds et une période pluvieuse en automne et au printemps. Le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur les zones steppiques (BENDIMERED, 2006).

Notre zone d'étude est soumise, dans son ensemble, à un climat méditerranéen contrasté dont les traits majeurs sont suivants :

- le régime pluviométrique se caractérise par des précipitations annuelles très faibles (comprises entre 100 et 300 mm en moyenne), souvent à caractère orageux et présentant une grande variabilité inter-mensuelle et interannuelle.
- Des régimes thermiques relativement homogènes et nettement contrastés déterminant un climat de type continental ;

Les formations végétales halophiles, d'une manière générale, occupent l'aire bioclimatique aride à hiver frais cela a bien été confirmé dans les travaux de BOUAZZA (1995) dans les régions steppiques.

Le climat du secteur étudié est de type aride supérieur à hiver frais, caractérisé par des écoulements temporaires analogues à de simples drainages endoréiques.

A) Étude lithostratigraphique du secteur d'étude (le bassin-versant de la Sebkha de Nâama) :

1. Généralités géologiques du secteur d'étude (le bassin-versant de la Sebkha de Nâama) :

a . Au plan structural

Le secteur d'étude limité au Nord par l'accident sud-mésétien et au Sud par l'accident nord-atlasique (fig. 14), la région d'étude est marquée par deux styles tectoniques bien distincts :

- Un style de tectonique cassante : représenté par des failles de direction générale NE-SW avec une très forte fracturation à l'Est de l'accident nord-atlasique et à l'ouest d'une ligne approximativement N-S ;
- Un style de tectonique souple : marqué par des plis coffrés par des aires synclinorides. Les terrains jurassiques constituent les grandes structures anticlinales qui forment trois alignements orientés NE-SW (AIT OUALI, 1991).

La figure 14 présente les grandes coupures tectoniques et les affleurements diapiriques dans la région d'étude.

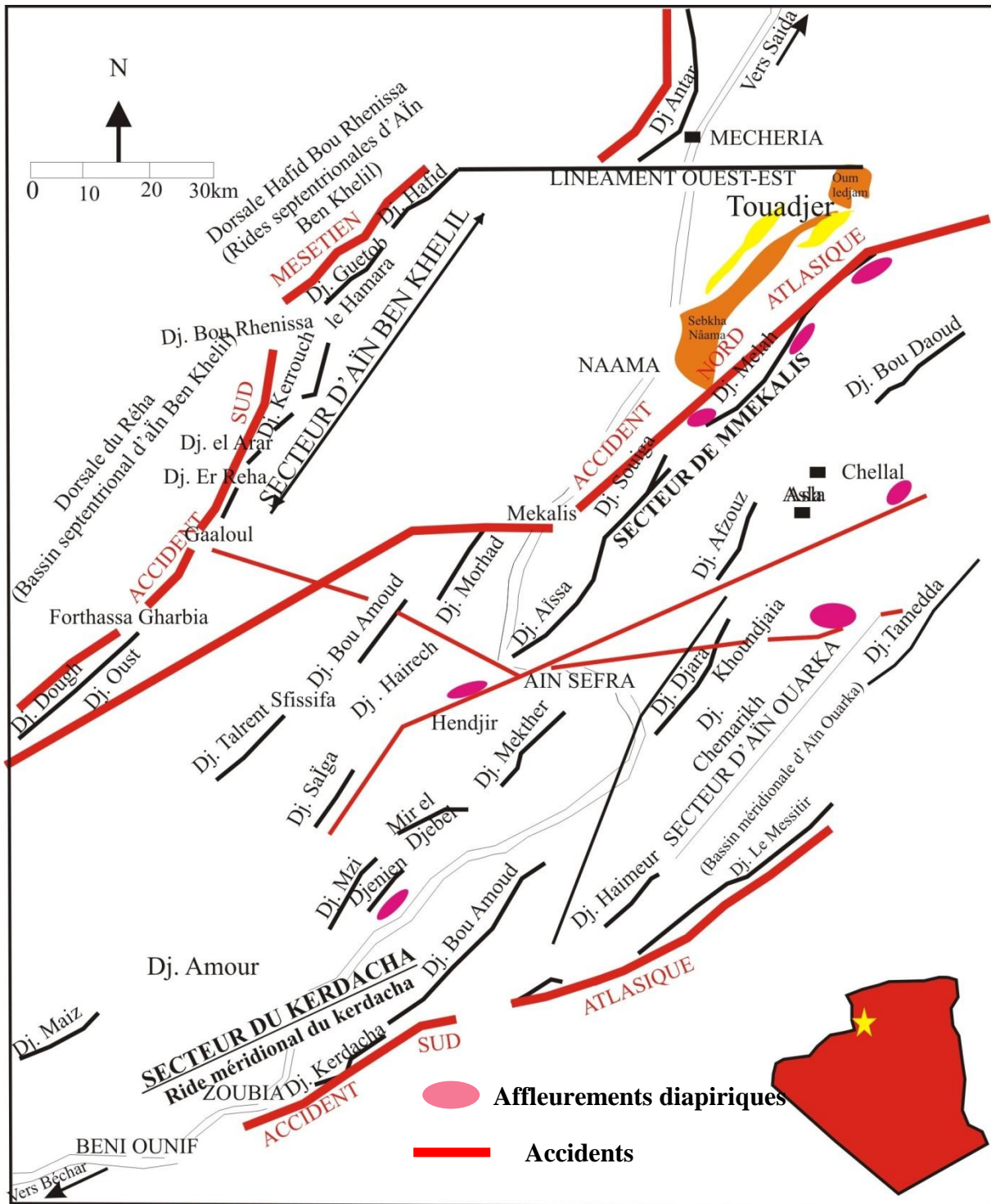


Figure 14 : Schéma structural de la région d'étude (MEKAHLI L. 1998, modifié).

b. Au plan stratigraphique :

Dans la région d'étude, on enregistre l'absence d'affleurements paléozoïques et la présence du Trias sous forme de pointements diapiriques. D'après les travaux de GALMIER (1972) et les autres chercheurs, la série géologique correspond dans l'ordre ascendant à la succession suivante :

b-1- Le Mésozoïque

- Le Trias

Ce sont des formations argileuses et gypseuses associées à des roches vertes (dolérites). Notons que le Trias n'affleure qu'à la faveur des diapirs ; mais il est reconnu en sondage dans la zone pré-atlasique au Sud-Est de Mécheria.

- Le Jurassique

Avec des variations spatio-temporelles importantes, le Jurassique est constitué des unités lithostratigraphiques suivantes :

- **Le Lias** (unités 3, 4, 5 et 6) : Ce sont généralement des dolomies et des calcaires passant à des alternances marno-calcaires à partir du Lias supérieur (Toarcien) ;
- **Le Dogger** (unités 7, 8, 9 et 10) : Il s'agit des alternances marno-calcaires, des calcaires, des calcaires récifaux et des grès,
- **Le Malm** (unités 11, 12, 13, et 14) : On distingue les dépôts argilo-gréseux et pélitiques avec intercalations de calcaires dolomitiques suivis d'un ensemble argilo-gréseux pour terminer avec les puissants dépôts de grès.

- Le Crétacé

Ce sont des sédiments deltaïques formés essentiellement de grès avec la présence parfois çà et là des alternances de dolomies et d'argiles (unités 15 à 20). À partir du Cénomaniens et du Turonien (unités 21 et 22), le cachet sédimentaire est représenté respectivement par :

- Des argiles à gypse avec des intercalations carbonatées ;
- Des calcaires et calcaires argileux ;
- Des calcaires et des dolomies, des dolomies massives et enfin des calcaires et des dolomies rosées.

b) Le Cénozoïque

En se référant au vocabulaire de la description géologique de **GALMIER (1972)**, on distingue :

- Le Tertiaire continental (unités 23 à 27) est formé de bas en haut de cinq unités à prédominance détritique :
 - Grès et conglomérats ;
 - Grès à poudingues ;

- Grès et argiles, couches rouges ;
- Argiles gypseuses ;
- Carapace calcaire.

a) Le Quaternaire

Le Quaternaire (unités 28, 29 et 30) est constitué de trois types de dépôts, à savoir :

- Les piedmonts et colluvions ;
- Les dépôts de comblement, alluvions anciennes et formations tufacées ;
- Les alluvions modernes.

Nous soulignons à la fin que les formations dunaires (matériel siliceux qui tend à devenir plus gypseux aux voisinages des chotts et sebkha) sont également rangées dans le Quaternaire.

2 - Étude lithostratigraphique des Transects étudiés

a) Le transect du djebel Antar

a-1- Situation géographique de Djebel Antar

Le Djebel Antar domine la ville de Mécheria vers le Nord-Ouest Il s'étend sur environ 34 km et son point culminant est à 1721m. C'est une structure étroite, en forme de croissant à concavité tournée vers le NW dont l'extrémité septentrionale prend une direction méridienne (sur plus de 06 km). (fig.15).

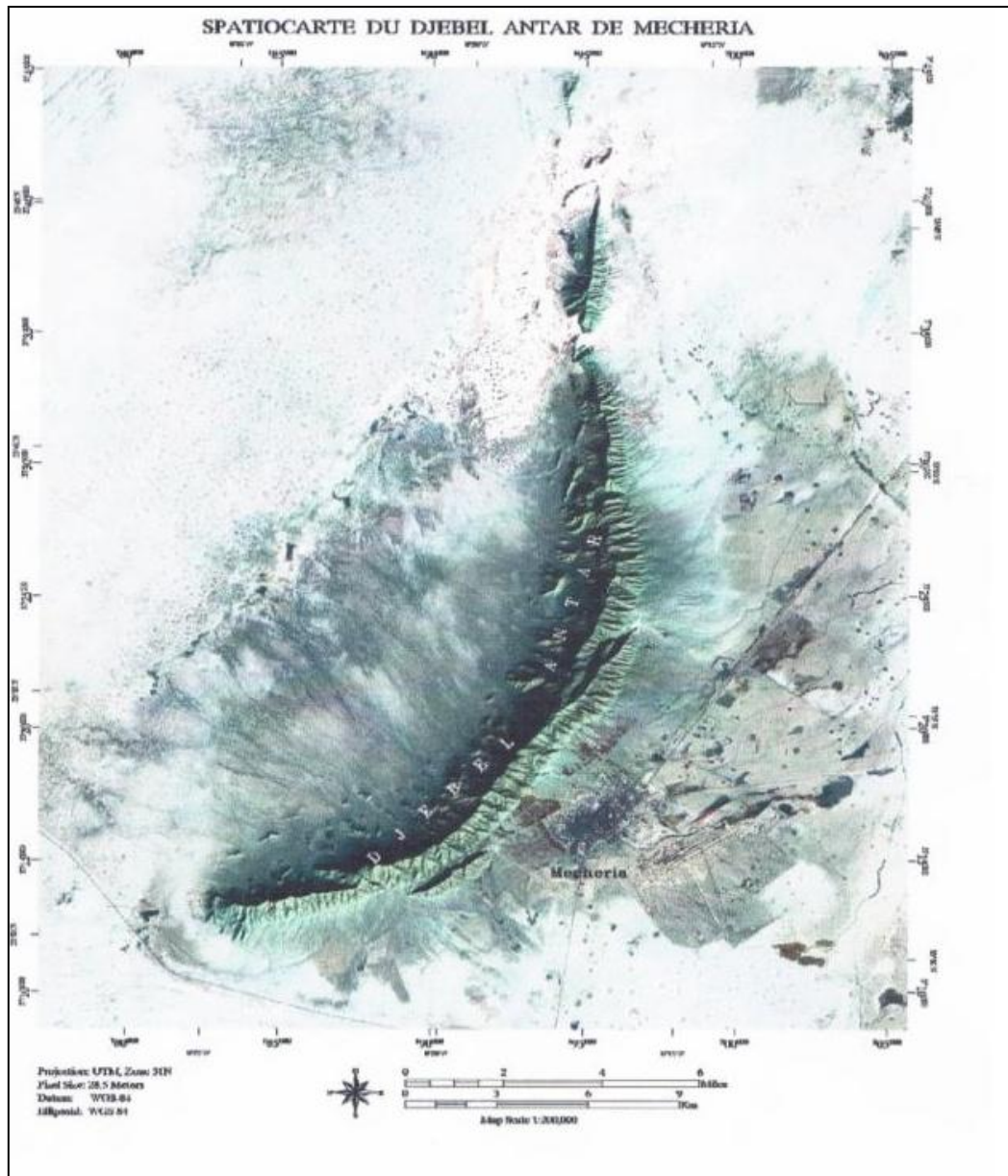


Figure 15 : Spatio-carte géoréférenciée du Djebel Antar de Mécheria

(Composition colorée, issue des images satellitaires).

a- 2- Cadre géologique régional du Djebel Antar :

La région se trouve dans la partie nord de l'Atlas Saharien.

Le Djebel Antar est le dernier relief atlasique vers le Nord à l'extrémité du chaînon de l'Antar-Guettai. C'est une montagne étroite, en forme de croissant à concavité tournée vers le Nord-Ouest, dont l'extrémité septentrionale prend une direction méridienne. Isolée au milieu de la steppe.

La région montre des formations du Lias, du Dogger et des terrains post-turonien. Le flanc nord-ouest de l'anticlinal est très réduit à l'affleurement dans la partie sud et prend plus de développement au Nord où la série qui le compose est renversée.

Le flanc sud-est est plus régulier et permet d'observer la série la plus complète avec l'épaisse formation de « Dolomies du djebel Antar » qui forme la grande falaise du Djebel Antar «Dogger », bien connue dans les régions marocaines voisines sous le nom de la « *Dalle des hauts plateaux* », recouvrant des calcaires, dolomies et marnes du Lias.

a-3- Lithostratigraphie du Djebel Antar

La lithostratigraphie de cette série se résume comme suit (**Bassoullet, 1973**).

- **Le Trias**

Le Trias affleure à la faveur des diapirs (il est reconnu en sondage dans le sillon préatlasique au Sud-Est de Mécheria 1000m d'épaisseur). Il est argilo-gypso-salin accompagné d'un volcanisme tholéitique du Trias supérieur.

- **Le Jurassique** : d'après des études effectuées dans la région, les formations sont d'âge jurassique inférieur et moyen que l'on peut découper en quatre (04) grandes formations :

1. À la base, une formation dolomitique est attribuée au Lias inférieur.
2. Une alternance de calcaire à laminites rubanées d'âge Lias moyen.
3. Une formation marneuse qui donne un aspect de zone déprimée.
4. Au –dessus, une alternance de calcaire et de dolomies attribuées au Lias supérieur avec quelques passées marneuses.

Une coupe assez complète a été levée sur le versant ouest, à 2 km à l'Ouest à vol d'oiseau de Mécheria, à l'Ouest la côte 1652 avec les coordonnées (Lambert Sud-Algérie); feuille au 1/100. 000 suivantes : X= 218.7 à X= 219.2 et Y=331.7 à Y= 331.1

A cet endroit, sous les dolomies du Dogger, apparaissent environ 300m de série avec la succession suivante :

➤ **Lias du Djebel Antar (**Bassoulet .J, 1973**)**

✓ **Dolomie du Guetob Moulay Mohammed (75m)**

Attribuée en partie au Lias inférieur, cette formation est représentée par des dolomies en bancs métriques bien lités à patine claire, finement cristalline affectée par des stylolites. En lames minces, on reconnaît des fantômes d'organismes dans une dolomie microcristalline laminée.

✓ **formation des Oulad Amour (64m)**

Elle se situe dans le Pliensbachien (Domérien-Carixien). Elle montre la succession suivante :

a) Barre calcaire (B1) avec à la base une passée rubanée (laminites) ; elle est constituée de trois bancs principaux séparés par des lits dolomitiques rubanés qui montrent successivement les microfaciès suivants : Dolomie saccharoïde claire (15 m), Barre calcaire (3 m) avec des bancs de 0.3 à 0.90 m d'épaisseur et Dolomie claire finement cristalline (7 m).

b) Calcaire à pâte fine (16 m) à sections de lamellibranches de grande taille (jusqu'à 30 cm de long, formes voisines des opisoma du Lias du Maroc).

c) Dolomie ou calcaire dolomitique à lamellibranches (20 m), ces faciès paraissent analogues aux précédents, ils sont dolomitique.

d) Barre calcaire (Biomicrite) à petites lamellibranches (5m).

✓ **formation du Djebel Nador (129 m) (Lias supérieur)**

Elle comprend les ensembles suivants :

a) La base est couverte sur (10 m) d'épaisseur correspondant sans doute à des couches essentiellement marneuses.

b) Alternance de calcaires, de dolomies et de marnes (37 m) ; ce terme correspond à une succession de séquences, complexes dans le détail avec les niveaux suivants: alternance de dolomies (dolomie à « birdseyes », dolomie rubanée et dolomie à oncolithes), de calcaires (micrite rubanée, micrite à « birdseyes » biomicrite à intraclastes et de rares foraminifères, biomicrite à oncolithes, intrasparité à Favreina et Nérinées, oosparite à débris d'échinodermes).

c) Alternance de calcaire et dolomies oolithiques ou à oncolithes et de marnes (62m), de calcaire sublithographique, de dolomies cristallines homogènes et de niveaux tendres, mal exposé à l'affleurement. Les calcaires sont des biomicrites à gros oncolithes qui peuvent atteindre plus de 1 cm de diamètre, des oosparites à oolithes jointifs et plus rarement des dismicrites à "bird-eyes"

d) Dolomie claire finement cristalline parfois rubanée (15 m).

✓ **Formation marno-calcaire (40 m)**

Elle débute par 6 à 8 m de marnes et se poursuit en alternance par des dolomies argileuses laminées et des calcaires graveleux à oncolithes, oolithes tidaux mal classés, intraclastes et bioclastes, lamellibranches, ostracodes. Ces faciès à haute énergie se développent progressivement au sommet. Elle présente certainement l'unité du **Toarcien** entre le sommet de cette formation et les dolomies massives du Dogger (**Dalle des Hauts Plateaux des auteurs (fig. 16)**) s'intercale une autre « **formation marno-calcaire silteuse** » (60m) (c) de **Mekahli (1998)** se terminant par 10 à 15m de dolomie laminée (d) de **Mekahli (1998)**. Celle-ci renferme des Ostracodes, débris d'échinodermes, lamellibranches et foraminifères. Elle

représente probablement l'Aalénien-Bajocien inférieur. Latéralement vers le Nord, elle passe à des argiles lie-de-vin intercalées de dolomicrites à bird eyes (assises tidales), comme au Djebel Hafid au Sud-Ouest.

➤ **La Dolomie du Djebel Antar (plus de 100m)**

Cette formation est représentée par des gros bancs de dolomies saccharoïdes et forme la grande falaise du Djebel Antar. Elle se présente en bancs massifs de plusieurs décimètres d'épaisseur, à structure grossièrement cristalline, avec une puissance totale d'environ 300 m). Au cours de la description du Lias du Djebel Antar par **Bassoullet (1975)**, ce dernier a montré que les Dolomies de la « Dalle des Hauts-plateaux » reposaient sur un Lias supérieur (sensu Lato) à faciès « rouge » dans la partie nord, ou calcaréo-dolomitique dans la partie sud.

➤ **L'ensemble argilo-gréseux (fin Dogger-Début Malm)**

Le Djebel Antar est constitué par de puissantes assises dolomitiques de la « Dalle des Hauts plateaux » (la Dolomie de l'Antar) que vers l'Est, au pied de la montagne leur succède une formation argilo-gréseuse qui s'étend à l'Est de Mécheria et n'affleure que de façon discontinue sous des dépôts récents.

Flamand (1911) attribuait à ces dolomies un âge Bajocien-Bathonien, tandis que la formation suivante représentait pour lui le Callovo-Oxfordien.

Ces bancs dolomitiques sont recouverts donc par une formation argilo-gréseuse dont la base est reconnue au pied de la côte 1662m, mais qui est dans sa plus grande partie recouverte par des croûtes récentes. Il s'agit d'une alternance d'argilites pélitiques et de grès à stratification entrecroisée (il s'agit probablement de l'équivalent de la »Formation des argiles de Saida «).

Cette formation est mal définie que **Bassoullet (1975)** a appelé provisoirement (formation de Mécheria) est difficile à comparer avec les formations de la zone axiale par suite de la discontinuité de ces affleurements.

- **Néogène**

Les formations de cet âge se développent sur de larges étendues, elles sont représentées par des formations d'argiles sableuses, des grès et de conglomérats.

- **Quaternaire**

Formé essentiellement de formation continentale, cet étage est représenté de petites dunes, de colluvions et d'une carapace calcaire à croûte zonière villafranchienne que l'on peut observer notamment dans les thalwegs.

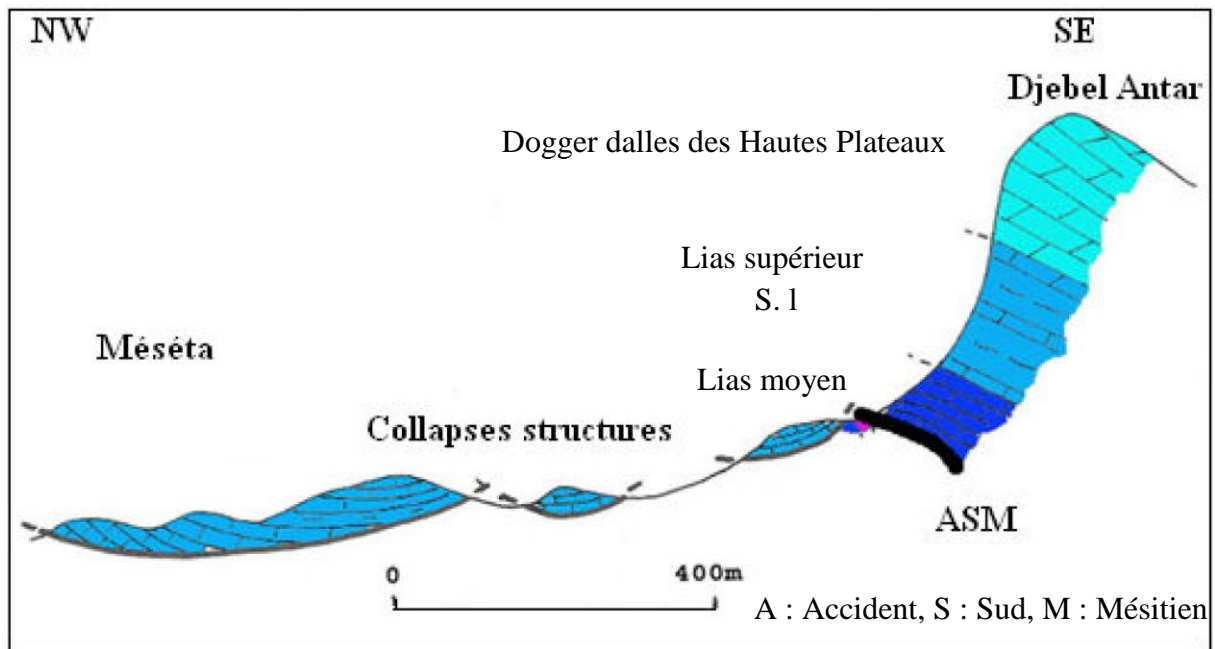


Figure 16 : Coupe schématique du Djebel Antar (in [Chergui, 2010](#) modifié par ce travail)

2.4 - Aperçu structural

Il s'agit d'un anticlinal dont l'axe est situé sur le versant nord-ouest (NW). Il est de type « Jurassien » appartenant à un ensemble de structures qui montre une succession de synclinaux et anticlinaux en chenille processionnaires que l'on peut suivre depuis le Nord de Béchar jusque dans les Aurès,

Cette structure de près de 34 Km dont la terminaison péri-anticlinale septentrionale prend une direction nord-sud et la terminaison péri-anticlinale méridionale en Est-Ouest (N85°E), correspond à un anticlinal affecté d'une faille inverse décrochée. Son flanc nord-ouest (NW) est très fracturé et montre une série renversée inverse incomplète. Sur le flanc sud-est (SE), sous les dolomies massives du Doggeraffleure une série épaisse de 300 m environ (la série complète). C'est le flanc oriental qui chevauche le flanc accidentel.

Le réseau de fracturation est constitué de fractures suivantes N05°E, N10°E, N15°E, N20°E, N45°E, N45°E, N70°E, N80°E, N85°E, N90°E, N125°E, N130°E, N155°E ([MALKI D., 2015](#)).

b) LE SYNCLINAL DE NAAMA

1. Situation géographique du synclinal de Nâama

Le synclinal de Nâama est situé dans la partie septentrionale des Monts des Ksour, identifiés à la zone pré-atlasique. Il est limité au Nord par la ville de Mécheria, au Sud-Ouest par l'anticlinal du Djebel Morhad, au Sud par Djebel Mekther et la ville d'Ain Sefra et à l'Est par le Djebel Melah, le Djebel Souiga et Djebel Aissa (**fig.17**).

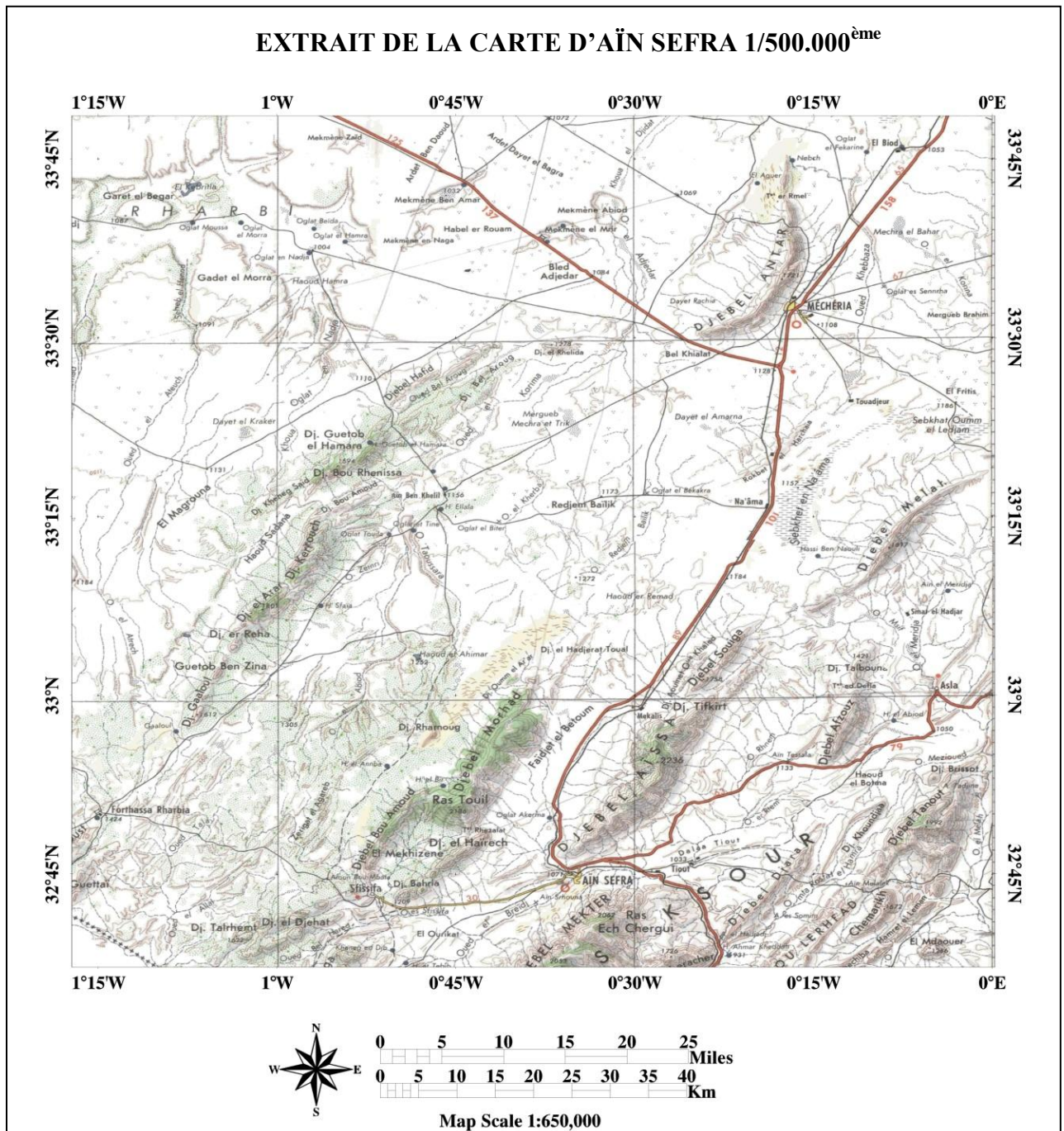


Figure 17 : Situation géographique du synclinal de Nâama
Extrait de la carte d'Ain Sefra 1/500.000^{ème}.

2. Lithostratigraphie du synclinal de Nâama (FILLALI KH., 2010) :

Le synclinal de Nâama, de plus de 30 km de courbure, est constitué d'épaisses séries détritiques allant du Bathonien supérieur au Crétacé inférieur.

2-1- Les formations mésozoïques

2.1.1. Jurassique supérieur

Il correspond à une formation gréseuse à stratification oblique constante à l'échelle du banc. Les grosses barres sont formées de grès peu consolidé à ciment calcaire qui renferme des dragées de quartz de taille variable. Cette formation est limitée à sa base, par une dépression argilo-péltique grise avec au sommet, des grès fins renfermant des galets d'argiles péltiques.

En surface, essentiellement gréseux de plus de 1000 mètres, formant l'essentiel des reliefs de la région. Il s'étend du Callovo-Oxfordien jusqu'au Néocomien (04 unités) :

1. Formation argilo-gréseuse et péltique avec des intercalations de calcaire et de dolomie (Djebel Ouinet Ouled Khaled, Ain Moktadelli, Nord-Est de Tifkirt). Cette unité correspond approximativement à la formation de Djara.
2. Ensemble argilo-gréseux, représenté au Djebel Morhad dans une boutonnière au Sud du sommet 2030 mètres.
3. Ensemble gréseux continental (Portlandien), représenté par des grès variés assez grossiers, souvent peu consolidés et à stratifications entrecroisées (Djebel Aïssa).
4. Série de transition infra-Crétacé, apparaît au flanc Est du Djebel Morhad et se poursuit au Nord et à l'Ouest du relief Hadjert Toulal pour disparaître sous ce relief.

2.1.2. L'infra-Crétacé

L'infra-Crétacé est une série de transition gréseuse bien individualisée. Elle débute par une petite dépression argile péltique très sombre surmontée par une grande barre de grès gris clairs. Au-dessus, apparaît une dépression gris-foncée intercalée en son milieu d'un gros banc gréseux clair à chenaux.

2.1.3. Crétacé inférieur (Continental Intercalaire)

- a. **Néocomien** : Le Néocomien est représenté par une série marno-calcaire dans laquelle s'intercalent des barres gréseuses à stratification oblique. Il constitue en général une gouttière à la périphérie des grands massifs Jurassique continentaux. Le Néocomien de Garet Deba traverse Ain Boudema, Tirkount (RN6) et se poursuit au Nord-Ouest du Djebel Aïssa. Au Nord de Gour El Amour, il se coude brusquement pour se diriger vers Mekalis où il cesse d'affleurer. Il réapparaît entre Hassi Ben Djerad et Hassi Boughellaba.

- b. **Barrémo-Albo-Aptien** : La sédimentation est constituée essentiellement de faciès gréseux à stratification oblique. La formation gréseuse renferme des niveaux lenticulaires de dragées de quartz de forme allongée et sphérique. Quelques intercalations argileuses ou pélitiques séparent les bancs gréseux et correspondent à des petites dépressions allongées bien visibles sur les flancs monoclinaux.

Cette formation du Barrémo-Albo-Aptien, apparaît entre Djebel Morhad et Aïssa (synclinal de Tirkount orienté SW-NE), en s'infléchissant vers le Nord Nord-Est à Boughellaba. Les recouvrements trop importants ne permettent guère d'en préciser la structure. Les forages implantés entre les Djebels Morhad et Aïssa donnent des épaisseurs comprises entre 120 et 350 mètres.

2.1.4. Le Cénomano-Turonien

Le Cénomanien inférieur est représenté par une sédimentation évaporitique constituée par des marnes à gypse, correspondant à la grande transgression cénomanienne qui atteint son maximum au Turonien inférieur avec les dépôts de faciès profonds (marnes avec intercalations des calcaires).

Au niveau du Djebel Rhoundjaia, le Cénomano-Turonien est constitué par trois membres. (Douihasni, 1976) :

- Un membre inférieur calcaire à Ostréidea et à Gastéropodes formant une barre ;
- Un membre intermédiaire marno-calcaire à Gastéropodes et Oursins affleurant en combe ;
- Un membre supérieur formé de calcaires dolomitiques massifs ocre à cassures blanchâtres. Les niveaux de calcaires contiennent une microfaune assez pauvre (Lamellibranches).

2.2. Les formations tertiaires

Le Tertiaire continental est constitué par le remaniement du matériel détritique créacé, résultant du démantèlement des reliefs de l'Atlas saharien par les phénomènes d'érosion. Il occupe le centre de la dépression de Tirkount et est constitué de conglomérats, de galets, des sables, de grès et des passées argilo-gypseuses. Les conglomérats correspondent aux poudingues des Ksour (**Bassoulet, 1973**).

2.3. Les formations quaternaires

Le Quaternaire est représenté par plusieurs types de dépôts :

a. Les colluvions de piedmonts

Les colluvions de piedmonts sont représentés par des dépôts de pente, de teinte sombre constitués par des cailloutis à ciment carbonaté et sont localisés sur les flancs des massifs des Djebel Aïssa, Morhad et Mekter.

b. Les alluvions anciennes

Les alluvions anciennes sont constitués par un mélange de graviers, de sable et d'argiles, avec parfois des lentilles de grès tendres de teinte gris clair.

c. Les alluvions récentes

Les alluvions récentes sont formés par des dépôts de comblement du fond des vallées et correspondent à une formation sablo-argileuse qui jalonne les lits d'Oueds et en particulier celui de l'Oued Breidj.

3) Aperçu structural (FILLALI KH, 2010) :

Il est important d'apporter les précisions suivantes :

- L'anticlinal jurassique du Djebel Aïssa se prolonge vers le Sud, au-delà d'Ain Sefra, par un anticlinal crétacé, topographiquement arasé et coupant le centre du bassin. Son prolongement naturel se retrouve au Sud-Ouest, au Djebel Saïga.
- Les formations crétacées sont coupées par le horst triasique d'El Hendjir de direction nord-sud ;
- L'anticlinal du Djebel Morhad s'oriente brutalement vers l'Ouest, au niveau de Ras Touil, et trouve son prolongement dans le Djebel Bou Amoud.

En ce qui concerne le Djebel El Hairech, constitué également du Jurassique, il faut y avoir un autre anticlinal, faillé sur son flanc sud-est, et dont le prolongement, dans la région de Sfisifa, est très fracturé et accompagné d'injection d'ophites triasiques.

La tectonique de ce bassin est donc relativement complexe, notamment au niveau d'Ain Sefra-Ras Touil. Les pendages, aussi bien au Djebel Aïssa qu'au Djebel Morhad sont de l'ordre de 20 à 40°.

b.1) Transect de Touadjer

1. Situation géographique de Touadjer

La ville de Touadjer est située à environ 3.5km au Nord de la Sebkhha de Nâama. Rappelons que les bordures de cette dernière sont occupées par un grand champ de dune en aklé et de barkhanes **Belmahi (2014)**.

2. Lithostratigraphie du Transect de Touadjer

La coupe a été levée dans ce transect, ayant pour coordonnées UTM (fuseau 30)

X 0760972 Y 3700584

La coupe est présentée de haut en bas comme suit (fig. 18 et photo 01)

67 cm une dalle calcaire blanchâtre au sommet

10 cm Argiles-sableuses grisâtres

18 cm des argiles versicolores

8 cm des sables jaunâtre

35 cm des argiles versicolore

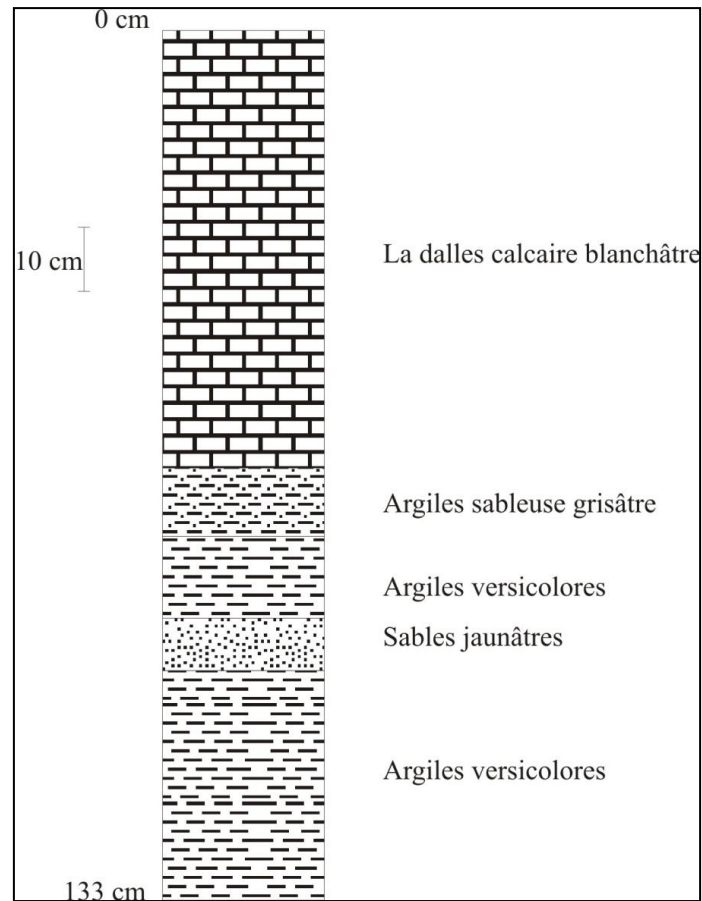


Figure 18 : Coupe lithostratigraphique du transect de Touadjer.



Photo 01 : Illustration photographique de la coupe de transect de Touadjer.

Cette coupe présente les formations qui occupent la bordure nord-est de la Sebkha Le tout est recouvert par une dune sableuse (photo 02) de 1.50 m de hauteur. L'abondance des formations sableuses dans un domaine endoréique favorisant la réception des sédiments de tout genre [Belmahi \(2014\)](#).



Photo 02 : Illustration photographique de la dune sableuse qui couvre la bordure de la Sebkha.

b.2) Transect de Nâama

La série stratigraphique qui apparait dans ce transect est essentiellement formée de dépôts attribués stratigraphiquement au Pliocène continental, ce dernier est caractérisé par des dépôts fluvio-lacustres, le Quaternaire est connu par sa structure stable et son activité tectonique limitée.

1) La limite nord-ouest de la Sebkha (Amont de la Sebkha) :

A la base des données de sondage carotté arrêté à une profondeur de 12m, on a mis en évidence les formations géologiques suivantes: sable rougeâtre à verdâtre avec des conglomérats, argile verdâtre pâteuse, sable rougeâtre gisant sur une argile verdâtre sableuse, sable rougeâtre avec des conglomérats (**fig.19**).

Le log se présente de haut en bas comme suit :

- 20cm de remblai sableux, avec 5 cm des évaporites (sel et gypse) au sommet.
- 3.80m de sable rougeâtre à verdâtre avec des conglomérats
- 1.20m d'argile verdâtre pâteuse
- 1m de sable rougeâtre
- 4m d'argile verdâtre sableuse
- 2m de sable rougeâtre avec des conglomérats

Age	Prof. (m)	Colonne lithologique	DESCRIPTION	Illustration photographique
Plio- Quaternaire	1		sable rougeâtre à verdâtre avec des conglomérats	
	2			
	3			
	4			
	5		Argile verdâtre pateuse	
	6		Sable rougeâtre	
	7		Argile verdâtre sableuse	
	8			
	9			
	10			
	11		sable rougeâtre avec des conglomérats	
	12			

Figure 19 : Log du sondage de l'amont de la Sebkhha de Nâama.

2) Le centre de la Sebkha

Le log de forage (fig. 20) effectué au centre de la Sebkha de Nâama, est indiqué par les coordonnées UTM suivantes :

X 248 768.65 Y 3 684 207.49

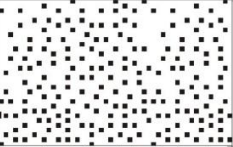

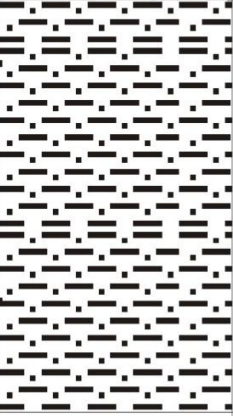

Age	Prof. (m)	Colonne lithologique	DESCRIPTION	Illustration photographique
Plio- Quaternaire	- 1 -		Sable fin marron tendre	
	- 2 -		Argile sableuse marron tendre à pâteuse devenant grisâtre à partir de 2.50m	
	- 3 -			
	- 4 -			
	- 5 -			
	- 6 -			

Figure 20 : Log de forage dans le centre de la Sebkha de Nâama

Ce log se présente de haut en bas comme suit :

- Au sommet 1.20 m de sable fin marron tendre, couvert par 3cm des évaporites (sel et gypse).
- 3.80 m des argiles sableuses marron tendres à pâteuses devenant grisâtre à partir de 2.50 m de profondeur.

3) La limite sud-est de la Sebkh

Le log de forage (fig. 21) effectué a la limite sud-est de la Sebkh de Nâama, est indiqué par les coordonnées UTM suivantes :

X 244 464.74 Y 3 676 275.58

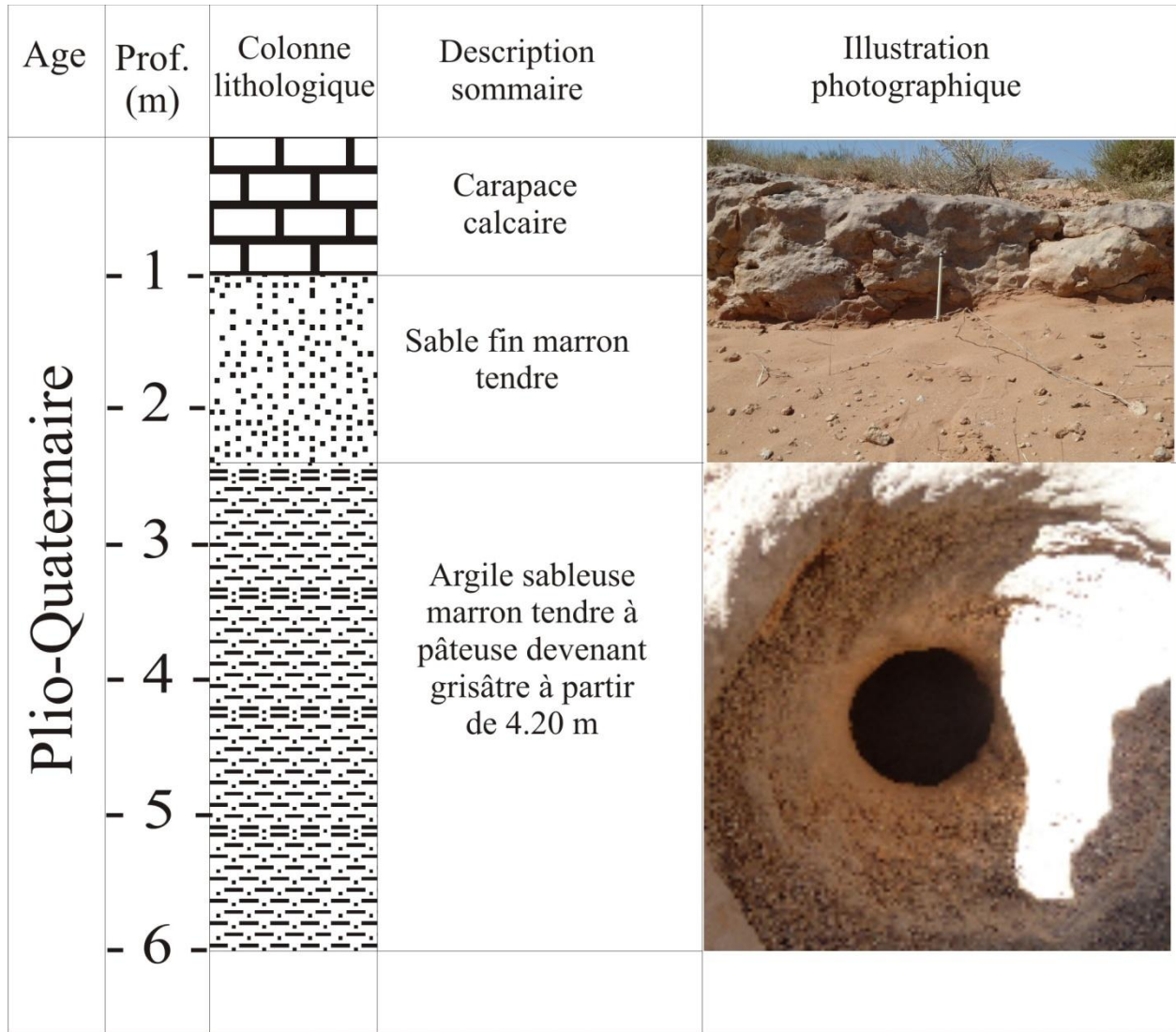


Figure 21 : Log de forage dans l'extrémité sud-est de la Sebkh de Nâama

Ce log se présente de haut en bas comme suit :

- Au sommet une carapace calcaire de 1 m
- 1.30 m de sable fin marron tendre
- 3.70 m d'argile sableuse marron tendre à pâteuse devenant grisâtre à partir de 4.20 m.

c) Le secteur du Djebel Mélah

Le Djebel Melah est situé à 35 km au SSE de la ville de Mécheria. Il correspond à un relief qui s'étend sur plus de 3 km de large et d'environ 24 km de long. Il constitue le prolongement nord-est du Djebel Souiga. Il est bordé au Sud-Ouest par le Djebel Ez Zerigat de Mélah et au Sud-Est par la dépression de Hassi Sahli. La distance entre Djebel Mélah et la Sebkhha de Nâama est d'environ 10 km (**fig. 22**).

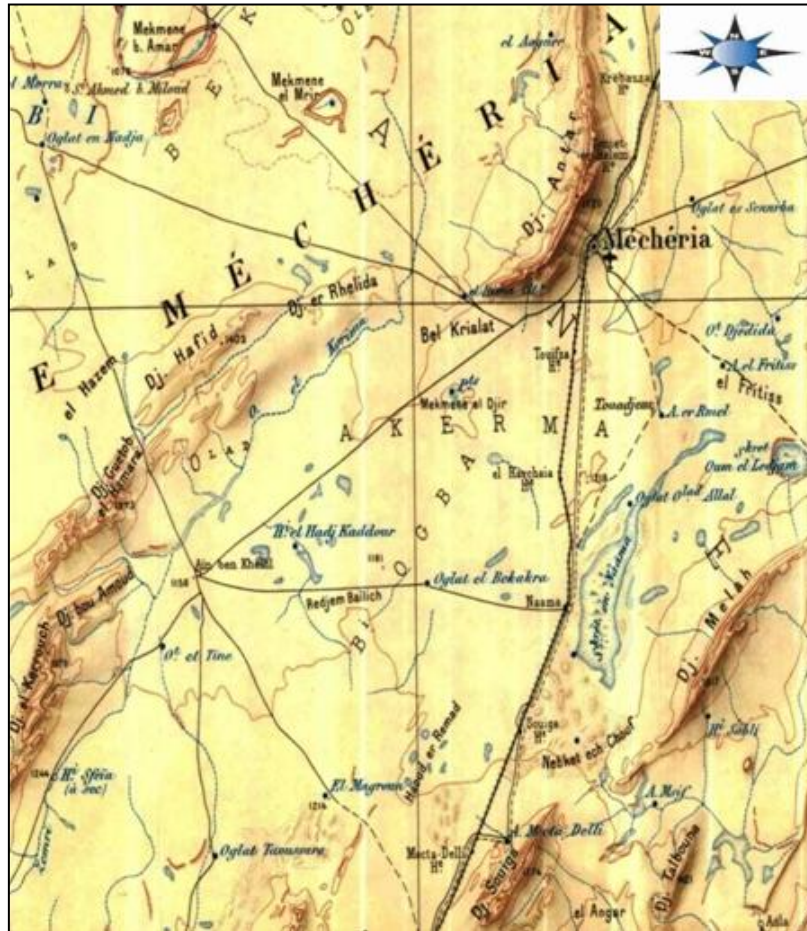


Figure 22 : Carte de situation géographique de Djebel Mélah (Extrait d'un fond topographique au 1/ 500. 000^{ème}).









Le Djebel Mélah correspond à un anticlinal en éventail dont le cœur est occupé par un matériel volcano-sédimentaire (MEKKI F., 2014). Dans la partie centrale de l'anticlinal du Djebel Mélah affleure le Trias qui semble par endroits en position normale par rapport au reste de la série mésozoïque. La carte photo-géologique au 1/100.000^{ème} de la feuille MEKALIS (GALMIER, 1970) montre une vue générale de la structure où on peut observer les différentes unités litho-stratigraphiques, allant de l'unité 1 jusqu'à l'unité 6 (**fig. 23**). Au

Dir Khemakhem en particulier, les argiles triasiques forment une vallée centrale. Le flanc Nord-Ouest de l'anticlinal se développe régulièrement.



Figure 23 : Carte photogéologique de Mékalis (GALMIER 1970)

**Légende de la Carte
photogéologique de Mékalis (fig.23)**

31	Formation dunaires	14	Série de transition Infra-crétacée
30	Alluvions modernes Dépôts récents	13	Jurassique supérieure continentale Unité 3
29	Alluvions anciennes Formation tufacées	12	Jurassique supérieure continentale Unité 2
28	Piedments, colluvions	11	Formation du Djara
27	Carapace calcaire Form. Cont.	10 10-8	Dogger. Unité 4 à 2
25	Grès et argiles Couches rouges	9-8	Dogger s. L.
22	Turonien	6	Lais Supérieur
21	Cénomanién	2	Trais diapire Argilo-gypseux
20-17	Barrémien-Aptien-Albien Ensemble gréseux		Failles
20-19	Albien s. L.		Failles supposées
19	Albien 1 Grés de Tiout		Couches
18-17	Barrémien-Aptien	+	Horizontalité
18	Aptien		Pendage
17	Barrémien		Verticalité
16-15	Néocommien s. L.		Renversement
16	Néocommien Unité 2		Axe anticlinal
15	Néocommien Unité 1		Axe synclinal

1. Description de la série triasique du Djebel Mélah (du Sud-Ouest au Nord-Est)

Deux coupes ont été levées dans ce secteur (Fig. 24): une coupe (AB) au Sud-Ouest et une coupe CD vers le Nord-Est.

1. 1. Coupe AB (terminaison méridionale du Djebel Mélah) (Pl. 01, ph. 01)

a. Localisation

Il s'agit d'une coupe orientée Nord.Ouest-Sud.Est levée dans la terminaison méridionale du Djebel Mélah. Elle débute à partir de l'axe de l'anticlinal du Djebel Mélah jusqu'à la formation liasique (dolomie du Souiga) du flanc sud-est (Fig. 25). Cette coupe ayant pour coordonnées UTM (fuseau 30) :

XA : 756.469,00

YA : 3669.138,00

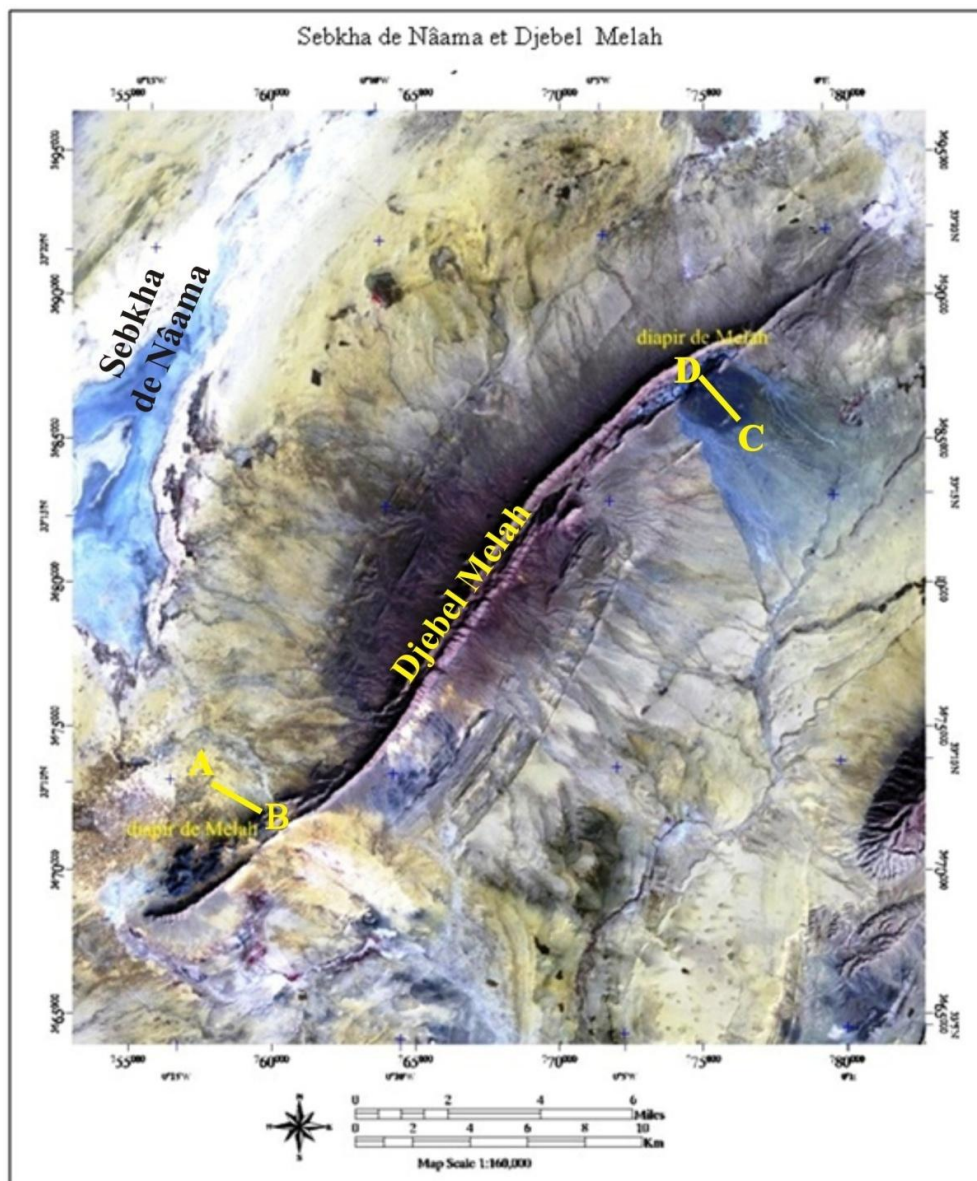


Figure 24: Carte de situation des coupes dans le secteur du Djebel Mélah issu d'une mosaïque de quatre scènes d'images satellitaires ETM+ dans une composition colorée 4.3.2.

b. Description

La coupe du Djebel Zerigat (terminaison méridionale du Djebel Mélah) est représentée par la coupe AB (fig. 24)

b. 1 Trias supérieur (Pl. 01, ph. 01)

La coupe débute par des argiles gypso-salines roses violacées de 30 m, intercalées par des dolomies noirâtres à structure laminaire et stromatolithiques. Les épaisseurs de ces dernières varient de quelques centimètres jusqu'à 1,50 m. Les argiles sont surmontées par une unité volcanique (U1), épaisse de 5 m, représentée par des basaltes de couleur verte relativement moins sombre (mésocrâte). On a des vacuoles "gouttelettes" de calcite avec du chlorite ou de l'épidote. Au-dessus de ces basaltes viennent des argiles gypso-salines roses violacées épaisses (15 m), caractérisées par l'abondance de gypse de couleur jaune qui se présente en cristaux maclés en "fer de lance" épars dans la masse argileuse. Cette dernière est intercalée par de la dolomie noirâtre en bancs centimétriques et se termine par une coulée volcanique (U2) de couleur verte sombre de 6 m d'épaisseur. Elle est massive où on ne remarque pas de phénocristaux de ferromagnésien. Cet ensemble est d'âge Trias supérieur.

b. 2. Passage Trias-Lias (ou Infralias) (Pl. 01, ph. 02)

Le passage Trias-Lias (ou Infralias) est bien représenté dans ce secteur. Il est constitué de dolomie de couleur gris-bleutée à la patine et grise foncée à la cassure, épaisse de 24 m avec des fentes de tensions et des plis gravitaires qui affleurent en bancs centimétriques.

Aucune faune n'a été récoltée dans cette formation. Les fossiles découvertes par **FLAMAND (1911)** et **BASSOULLET (1973)** : des bivalves (*Mytilus* cf. *psilonoti* QUENSTEDT et *Gervillia praecursor* QUENSTEDT) donnant à cet ensemble carbonaté l'âge Rhéto-Hettangien.

b. 3. Lias inférieur (Pl. 01, ph. 03)

Le Lias inférieur est représenté par la dolomie rougeâtre massive "Dolomie du Souiga" épaisse de 130 m. Cette formation forme l'ossature de Djebel Mélah. Elle est composée de deux ensembles : Le premier débute par un horizon de condensation à lamellibranches et gastéropodes. Le deuxième voit la réinstallation des faciès à oncolithes et laminites et se termine par des niveaux très bréchiques à pisolites vadoses (**AIT OUALI, 1991**).

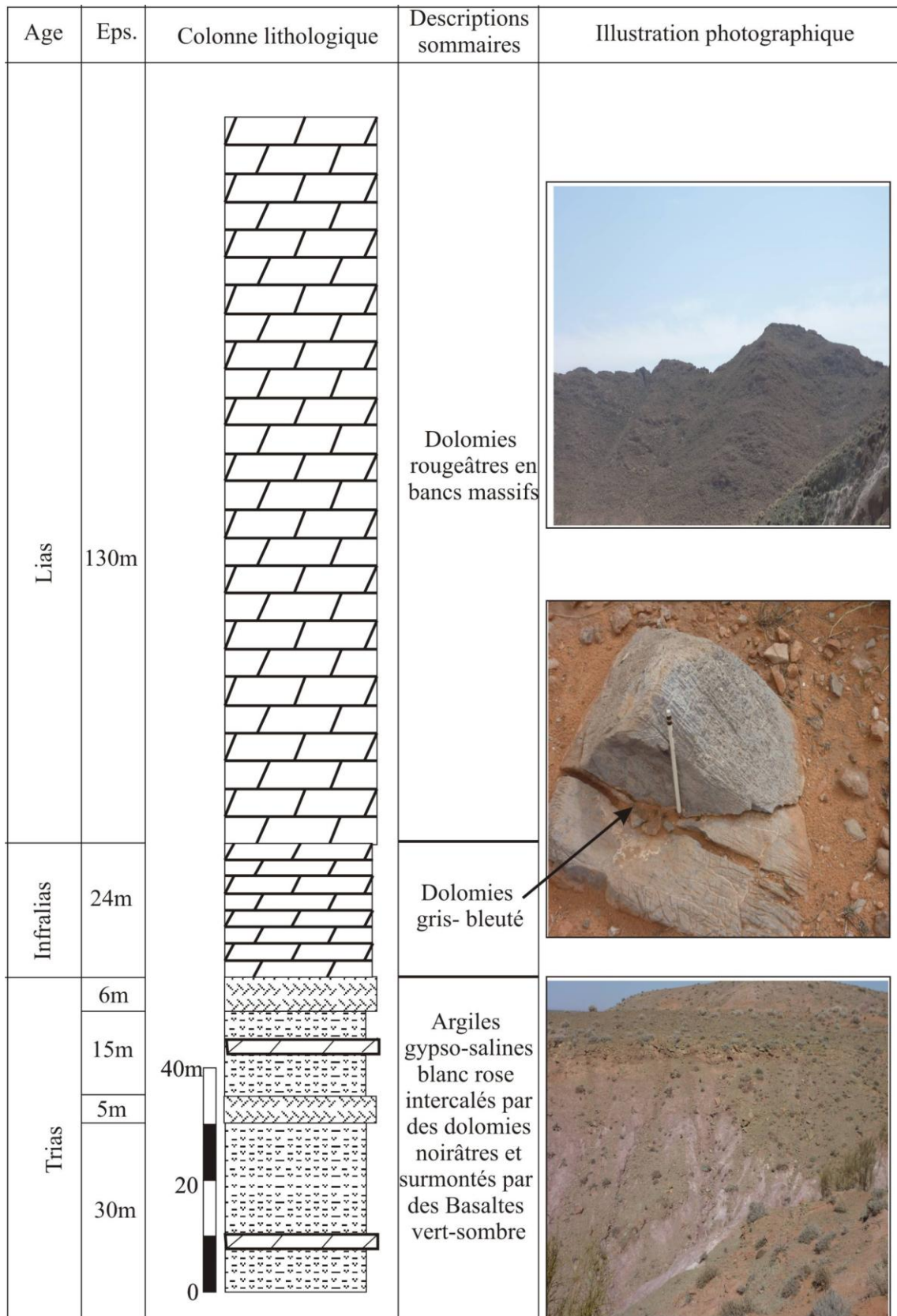


Figure 25 : Coupe AB levée à Djebel Zerigat dans la terminaison méridionale de Djebel Mélah.

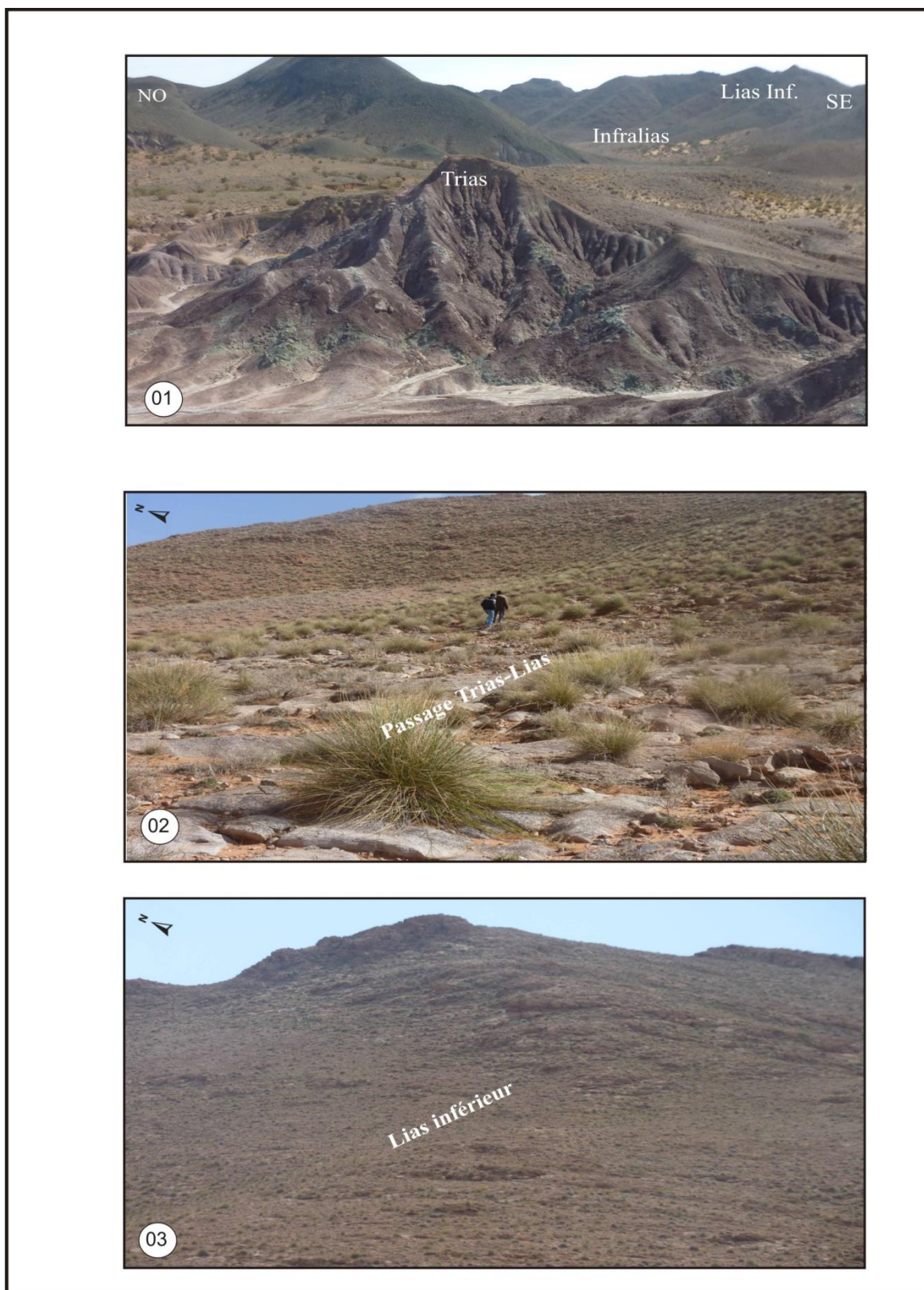


Planche 01 : Les différentes formations de la coupe AB levée dans la terminaison méridionale de Djebel Mélah (Djebel Zerigat).

Ph. 01 : les différentes formations de la coupe AB. **Ph. 02 :** la dolomie de l’Infralias.

Ph. 03 : la dolomie de Lias inférieur « la dolomie du Souiga ».

1. 2. Coupe CD, la terminaison septentrionale du Djebel Mélah : (Pl. 02, ph. 01)**a. Localisation**

Il s'agit d'une coupe orientée Sud.Est-Nord.Ouest, levée dans la terminaison septentrionale du Djebel Mélah. Cette coupe débute à partir de l'axe de l'anticlinal du Djebel Mélah jusqu'à la formation liasique (Lias inférieur) du flanc nord-ouest (**Fig.26**). Elle a pour coordonnées UTM (fuseau 30):

X_C: 775.804,00Y_C: 3687.795.00**b. Description****b. 1. Trias supérieur : (Pl. 02, ph. 01 et 02)**

Dans ce secteur, la base du complexe triasique est constituée par des argiles gypso-salines violacées, épaisses de 40 m. Elles sont surmontées par une unité volcanique (U2), épaisse de 10 m. Il s'agit de basaltes de couleur vert-sombre. Elle est massive où on ne remarque aucun phénocrystal de ferromagnésien.

L'unité U2 comprend les mêmes caractéristiques. Dans les trois secteurs du Djebel Mélah. Cinq échantillons ont été sélectionnés dans cette unité volcanique (U2 de la terminaison septentrionale) pour confectionner des lames minces.

b. 2. Passage Trias-Lias: (Pl. 2, ph. 03 et 04)

Ce passage est exprimé par la dolomie gris-bleutée qui repose directement sur les basaltes. D'une épaisseur moyenne de 20 m, cette dolomie présente des " Sheet Cracks " et des figures de charges comme celle qu'on a rencontrée dans les autres secteurs. À la base de cette formation, on note la présence de stromatolites, d'un niveau à oncolites. Autre faune a été récoltée dans cette formation, représentée par des gastéropodes.

b. 3. Lias inférieur : (Pl. 02; ph. 05)

Dans le flanc nord-ouest, le Lias inférieur de cette coupe débute par la dolomie massive de Souiga. Elle est épaisse de 110 m et d'une couleur rougeâtre en surface et gris-beige à la cassure. Quelques bancs montrent une texture intra-microsparitique à birds eyes. Ces facies sont souvent affectés par des fentes de tensions liées à la faille (Souiga-Mélah) qui longe le Djebel Mélah du Sud-Ouest au Nord-Est, ainsi que par des failles normales transverses.

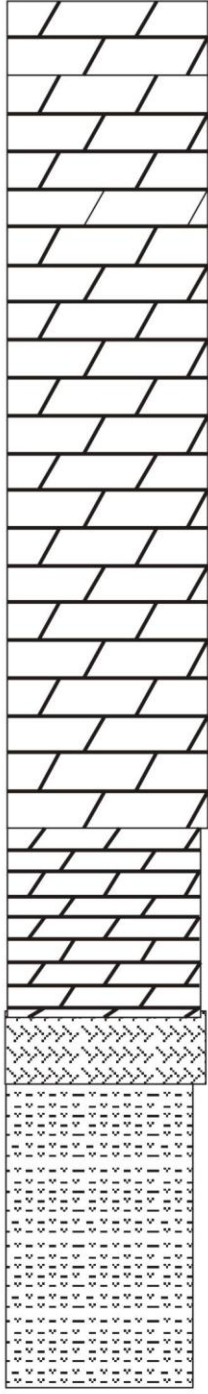



Age	Eps.	Colonne lithologique	Descriptions sommaires	Illustration photographique
Lias inf.	110m		Dolomie rougeâtre en bancs massifs	 
Infra-lias	25m		Dolomie gris-bleutée	
Trias	10m		Basalte vert-sombre	
	40m	Argiles gypso-salines violacé		

Figure 26 : la coupe CD levée dans la terminaison septentrionale (NE) de la structure du Djebel Mélah (Djebel El- Acheheb)

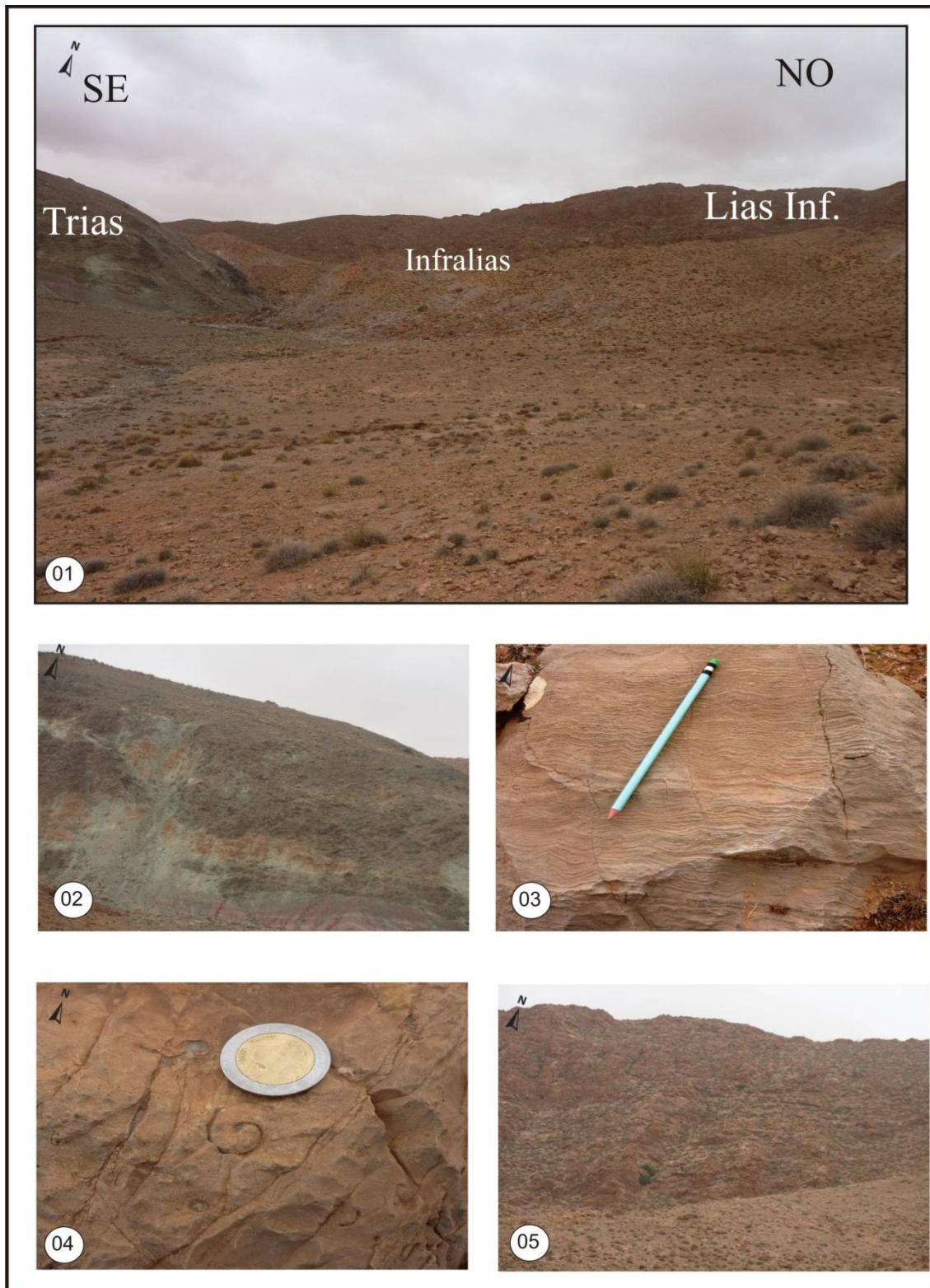


Planche 02 : Les différentes formations de la coupe EF de la terminaison septentrionale du Djebel Mélah (Djebel El Achehab).

ph. 01 : les différentes formations de la coupe EF. **ph. 02 :** le complexe triasique.

ph. 03 : la dolomie de l’Infralias. **ph. 04 :** Gastéropode dans la dolomie de l’Infralias.

ph. 05 : la dolomie de Lias inférieur du flanc NE.

2. Description des argiles triasiques du Djebel Mélah (Pl. 03, ph. 01)

Les argiles gypsifères occupent la totalité de l’affleurement triasique dans la majorité des cas. Elles sont entaillées de profonds ravins et contrastent nettement avec les formations jurassiques qui entourent l’affleurement triasique. Cette caractéristique est due à leur couleur violacée ou verdâtre qui trouve son origine dans les sels de fer, les oxydes de cuivre et de fer ; mais également dans l’altération des roches volcaniques basiques qui leur donnent une couleur superficielle verte.

En général, les argiles bigarrées sont gypsifères mais le pourcentage de leur volume total montre des efflorescences salifères blanches qui dans des cas, ces argiles ne montrent aucun indice de sel. Les affleurements triasiques sont riches en minéraux macroscopiques épars, tels que quartz, calcite, baryte,... etc.

a. Les évaporites :

Elles sont représentées par le gypse et le sel :

a.1. Le gypse (Pl. 03, ph. 2)

Le gypse est présent dans tous les affleurements, c’est l’élément le plus abondant qui occupe la majorité des affleurements. Il est hyalin teinté parfois par une couleur rose ou jaune brun et se présente en cristaux épars ou en intercalations de quelques centimètres d’épaisseur dans les argiles. Les premiers sont tabulaires et maclés en fer-de-lance. Les intercalations gypseuses sont de couleur jaune miel et se situent dans les argiles salifères.

a.2. Le sel (Pl. 03, ph. 3) :

Le sel existe dans des sites, tel que le Djebel El-Achehab et il est absent dans les autres. La dissolution du sel gemme par les eaux météoriques ou par les sources souterraines est à l’origine des gisements secondaires qui se déposent dans les réseaux hydrographiques. Les dépôts de sel secondaire sont représentés par une croûte sous laquelle ruisselle d’eau sursaturée en sel. Ils sont blanc neige et friables.

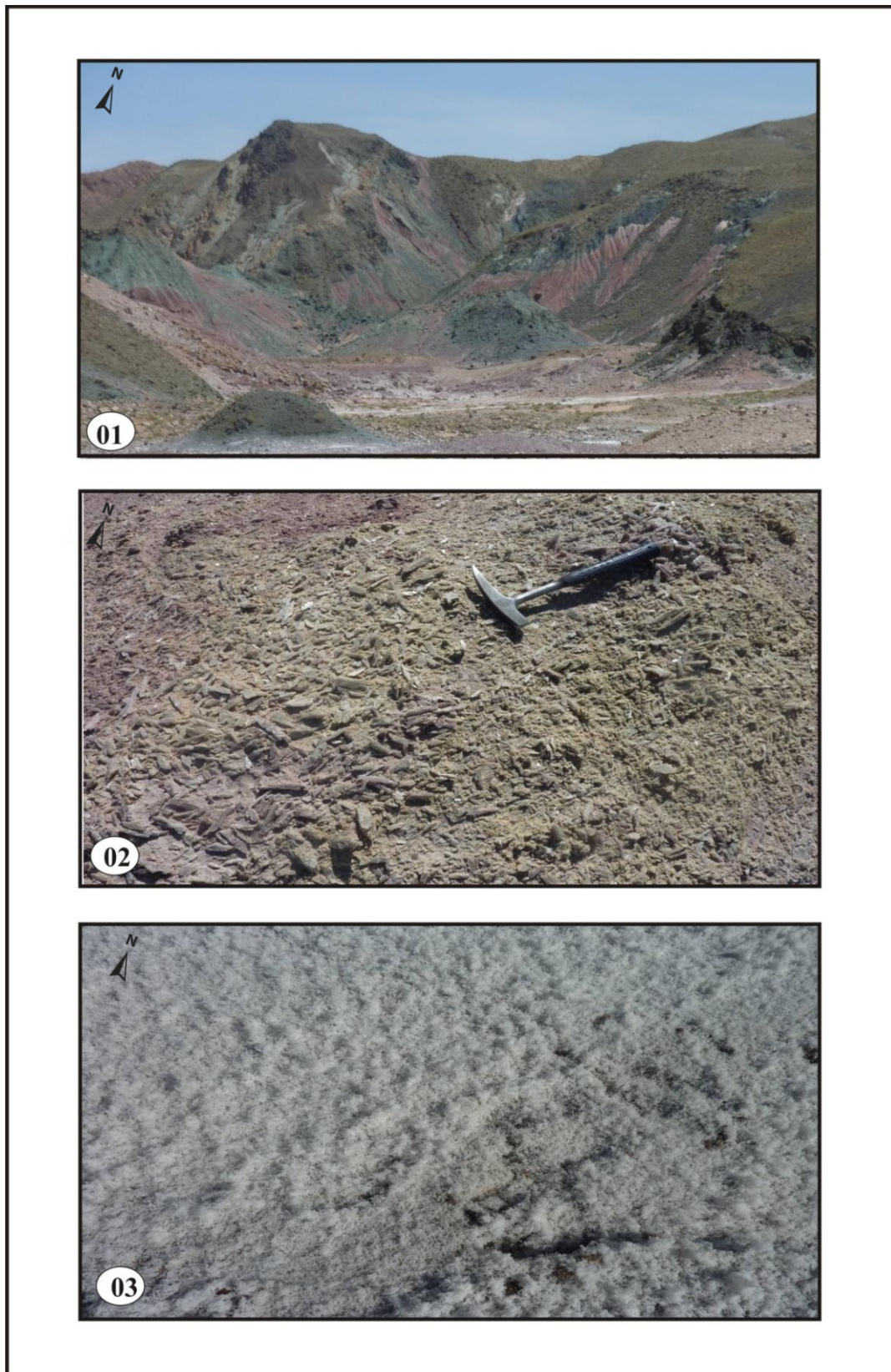


Planche 03 : Les argiles triasiques du Djebel Mélah

Ph. 01 : le complexe triasique du Djebel Mélah. **Ph. 02 :** les argiles à gypses triasiques. **Ph. 03 :** efflorescences de sel.

B) Etude des microfaciès :

Le Jurassique supérieur dans la région de Mécheria sur la bordure NE du synclinal de Nâama (**fig. 27**) est constitué par des faciès gréseux, des dolomies à grains de quartz, des calcarénites dolomitiques et des dolomies gréseuses.

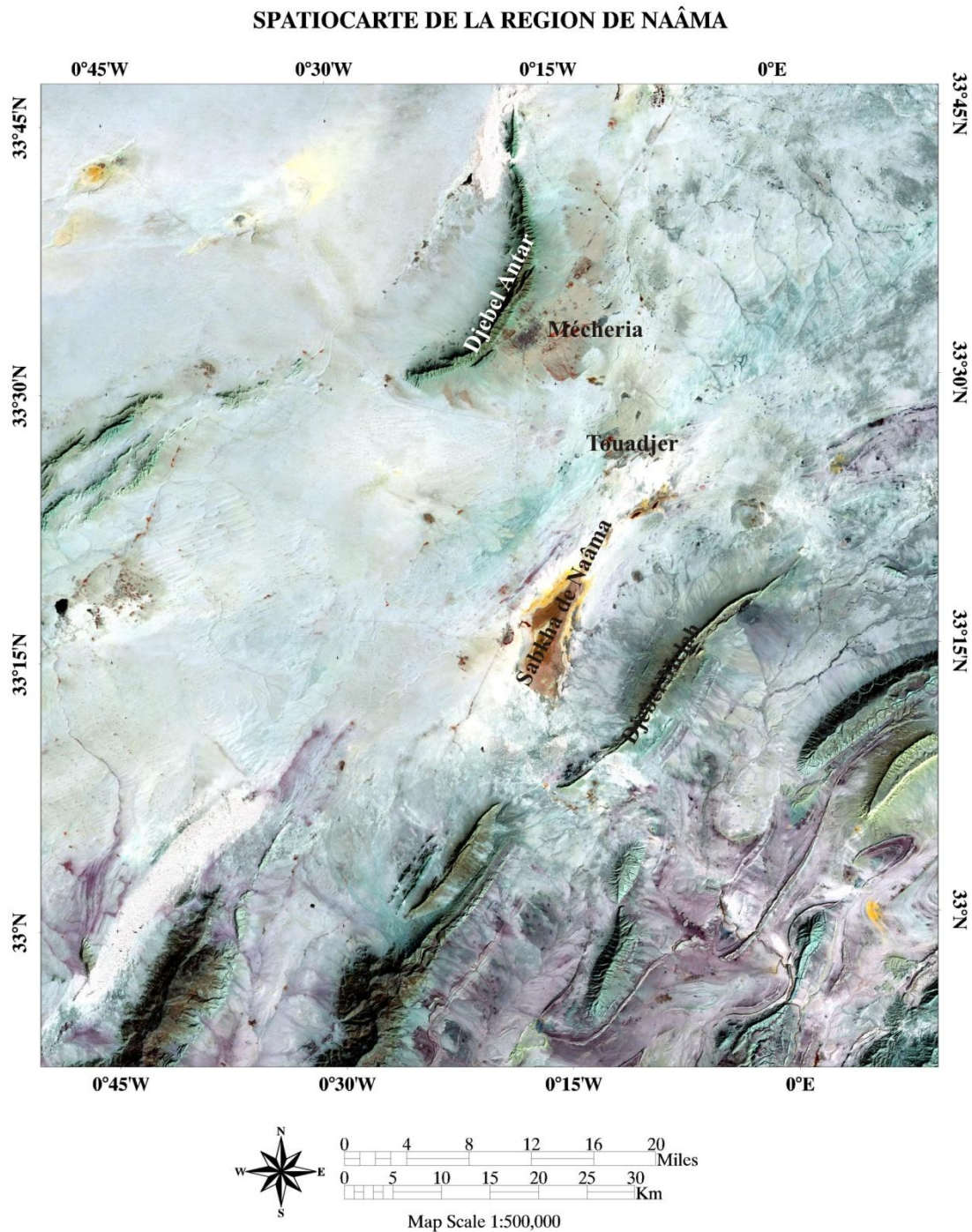


Figure 27 : Spatiocarte présente la situation de la région d'étude (le bassin-versant de la Sebcha de Nâama).

Echantillon 1 :

Il s'agit d'une dolomie ferrugineuse. Les rhombes de dolomie de taille moyenne sont bien individualisés.

1 : Dolomie ferrugineuse ou ankérite. Il s'agit d'une dolomicrisparite à cristaux anhétraux. Ce faciès est recoupé par une stylolithe à remplissage argilo-ferrugineux

2 : *Idem*, avec une cavité où on observe une croissance de dolomie baroque ou "saddle dolomite". La cavité est soulignée par un enduit argilo-ferrugineux

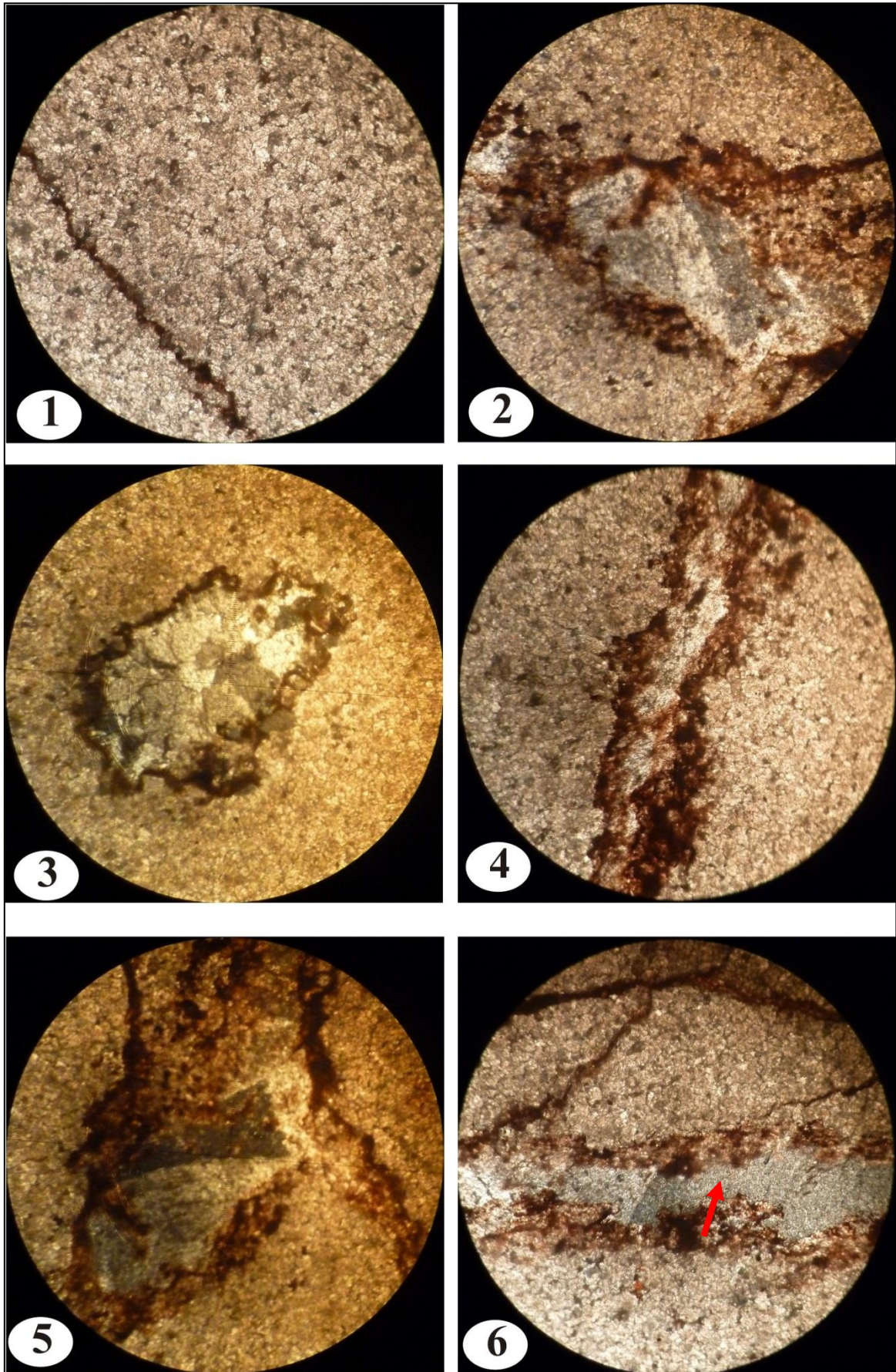
3 : *Idem*, on note un pore rempli par les grains de quartz en accroissement diagénétique.

4 : Dolomie fissurée montrant un remplissage de la fissure par l'enduit argileux.

5 : Dédolomitisation (= calcitisation) par endroit

6 : Fissures post-sédimentaires montrant une silicification (flèche)

Planche 04 :



Echantillon 2 :

La roche est un grès arénitique à ciment calcitique. Les grains de quartz sont sub-arrondis à sub-anguleux. On note la présence de feldspahs comme les plagioclases à macles polysynthétiques, associés à des grains de microcline).

1 : Grès arénitique grains de quartz sub-arrondis à sub-anguleux, à ciment calcitique de faible proportion remplissant une porosité très faible.

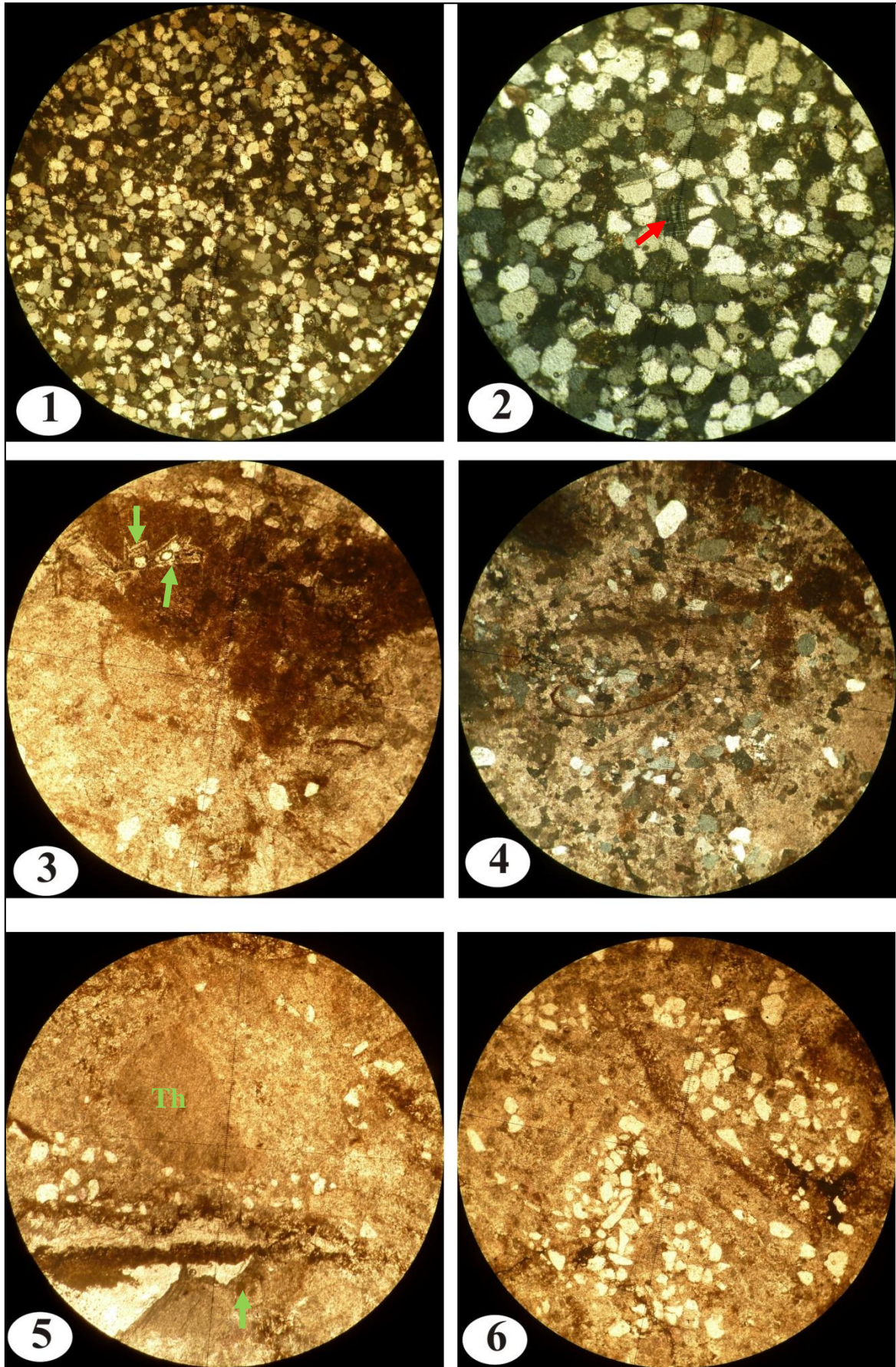
2 : Détail de la LM1, grès arénitique à ciment calcitique contenant de rares grains de microcline (flèche) et les plagioclases à macles polysynthétiques.

3 : Détail : on observe de la calcite disposé en “dent de chien” avec de la calcite microgrenue disposée sur bords les parois internes de la cavité à remplissage argilo-ferrugineux. Dans la partie gauche de la LM, on note l'accroissement des dolomies diagenétiques zonées (flèches). Des grains de quartz sub-arrondis y sont associés flottant dans la masse dolomitique.

4 : Exemple d'un remplissage géopétal d'un bivalve, associé à des grains de quartz arrondis transportés.

5 et 6 : Dédolomitisation de la roche avec l'apparition d'une thale d'algue (th) épargnée, foraminifère (flèche) à remplissage géopétal d'argile. On note la présence des grains de quart. Cette Lamé Mince est recoupée par des fissures post-sédimentaires à enduit argileux.

Planche 05 :



Echantillon 3 :

Grès calcaireo-ferrugineux, avec la présence des cristaux de dolomies baroques où on observe :

1 : Les lits de quartz alternant avec des lits de la dolomie (lumière polarisante),

2 : *Idem*, en lumière naturelle de la photo précédente.

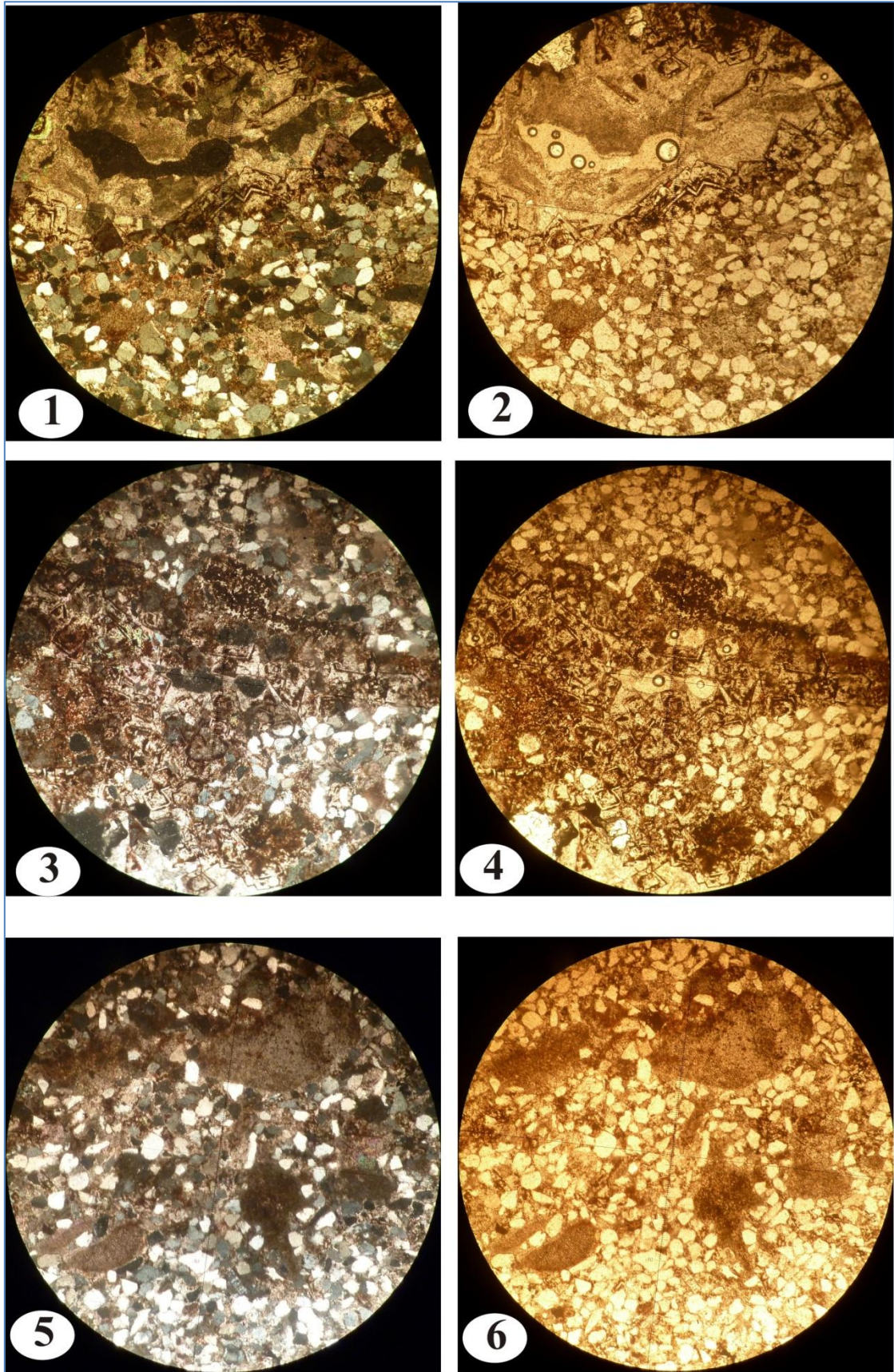
3 : Des cavités béantes à remplissage de dolomies baroques “*saddle dolomite*”, disposées en microstalactite et en microstalagmite suivie par de la micrite vadose. Ces cavités sont dues probablement à des figures d’émersion. Des rhombes de dolomies zonées (flèche en lame mince 2) flottant dans la masse micritique.

4 : *Idem*, en lumière naturelle de la photo précédente.

5 : *Idem*, ce microfaciès contient des bioclastes (Bi), des algues (Al) et des grains de quartz sertis par le ciment quartzique.

6 : En lumière naturelle de la photo précédente.

Planche 06 :

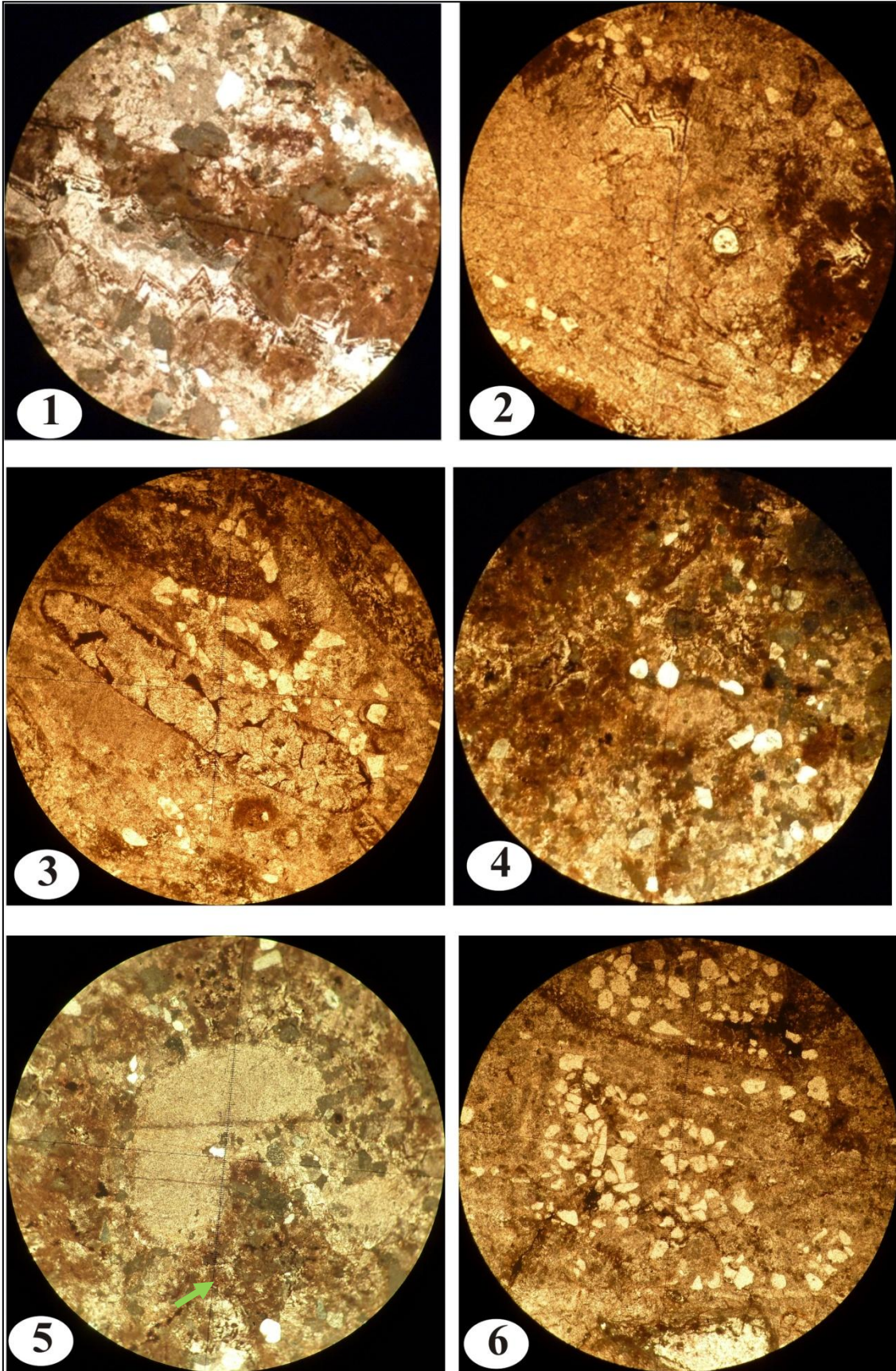


Echantillon 4 :

Dolomie à grain de quartz, incluant des rhombes de dolomies zonées en accroissement sur les parois internes des cavités. On note la présence des bioclastes épigénisés. La dolomie est anhédrale à euhédrale. Quelques cristaux de dolomie ont subi une dédolomitisation (= calcitisation). Les baroques euhédrales sont bien individualisées.

- 1 :** Dolomie à grain de quartz caractérisée par la présence de fissures où on observe des cristaux de dolomies zonées disposées sur les parois internes de la cavité.
- 2 :** Dolomie en voie de dédolomitisation en calcite disposé en « dent de chien ».
- 3 :** Bioclastes dissous et épigénisés en dolomie.
- 4 :** Dolomie à grains de quartz, incluant des rhombes de dolomie où les zones sont composées d'impuretés.
- 5 :** Les baroques euhédrales sont bien individualisés (flèche).
- 6 :** Dolomie subissant une dédolomitisation (= calcitisation).

Planche 07 :



Echantillon 5 :

Calcarénite dolomitique à algues contenant des grains de quartz arrondis à subanguleux, avec la présence des éléments bioclastiques effacés par la dolomitisation. Les thales d'algues, des biotites et des plagioclases y sont associés.

1 : Calcarénite dolomitique à algues bioérodées ; elles sont bien arrondies (flèche).

2 : Les rhombes de dolomie euhédrales et zonées à inclusions. Quelques pores sont colmatés par de l'argile.

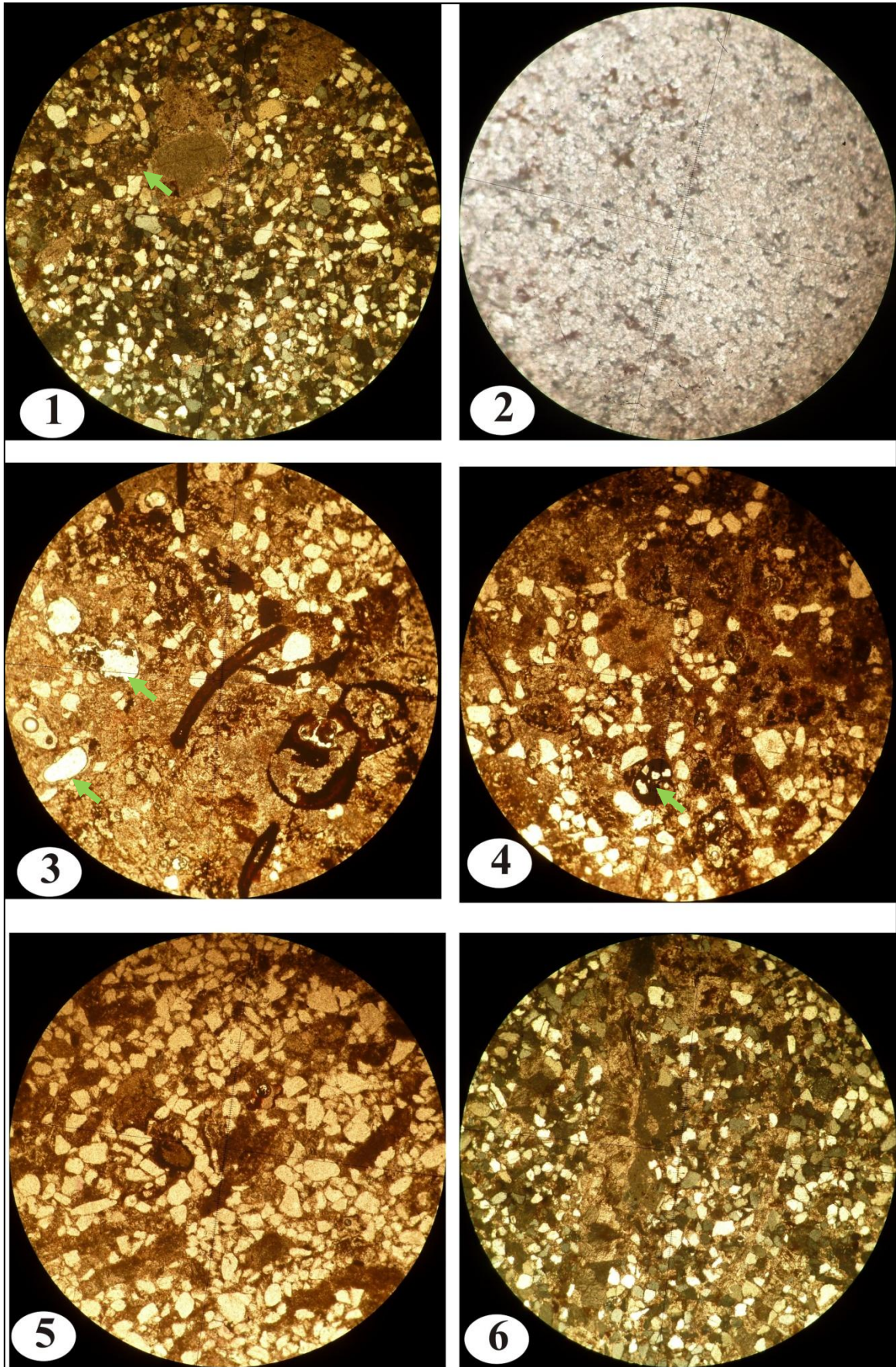
3 : Exemple de bioclastes et d'un gastéropode épigénisé en fer, bouffés par le phénomène de la dolomitisation. Les grains de quartz bien arrondis sont entourés par un liseré ferrugineux (flèche).

4 : Dolomitie à grains de quartz anguleux à subarrondis. On note la présence des lithoclastes, des gravelles et des foraminifères imprégnés d'une matière ferrugineuse avec un bel extraclaste gréseux à ciment ferrugineux (flèche).

5 : Les grains du quartz angleux à sub-angleux, les lithoclastes, les bioclastes.

6 : Calcarénite à ciment dolomitique contenant des grains de quartz arrondis à sub-arrondis, des biotites et des plagioclases.

Planche 08 :



Echantillon 6 :

Dolomie à grains de quartz contenant des éléments bioclastiques effacés par la dolomitisation. Il y a des cristaux de dolomies baroques, des rhombes de dolomie euhédrales zonés et à inclusions. Dans les cavités, on note également la présence de la dolomite ou la calcite disposée en « dents de chien » avec de la calcite microgrenue de bordure dans la cavité.

1 : Dolomie à grains de quartz montrant des cristaux dolomitiques suivis de micrite microstalactitiques.

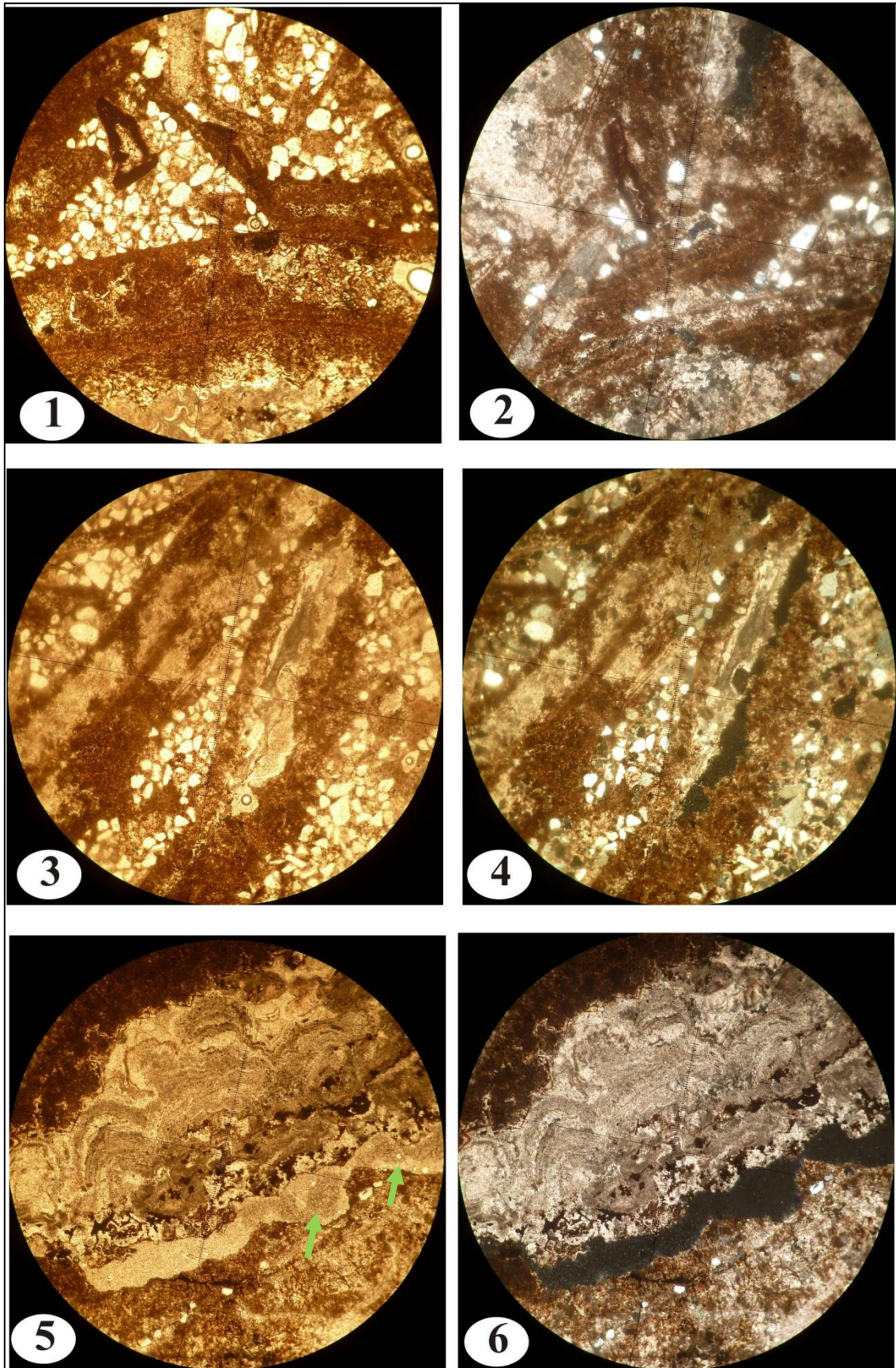
2 : *idem*, en lumière naturelle.

3 : Alternance de lits dolomitiques et des lits détritiques terrigènes. Les grains de quartz sont bien arrondis. L'alternance montre une belle microstratification entrecroisée.

4 : Le microfaciès contient des débris de bivalves et le remplissage géopétal d'une coquille de bivalve par les grains de quartz. Le ciment est dolomitique.

5 et 6 (lumière naturelle) : Une belle structure stromatolithique à accroissement centripète partiel suivie par de la micrite sombre (silt-vadose ?) ; le reste de la cavité est colmatée par des cristaux de dolomie zonée ankéritique suivie d'un microlit dolomitiques ankéritiques à cristaux dolomitiques baroques bien caractérisés (flèche).

Planche 09 :



La coupe 3 montrant une belle cuirasse dans le centre de la Sebkha de Nâama)

Echantillon 07 :

La croûte supérieure de la cuirasse dans le centre de la Sebkha de Nâama est constituée par la dolomie ferrugineuse à structure stromatolithique constituée par des lits de quartz et des lits de dolomie ferrugineuse, on note la présence des bioclastes, des thales d'algues, des microstalactites et des stalagmites. Dans les cavités probablement sont dus à des figures d'émersion. Ces cavités sont caractérisées par le ciment microstalactitique et les microstalagmitique, constitués par les dolomies baroque "Saddle dolomite".

1 : Dolomie ferrugineuse à structure stromatolithique constitué par des lits de quartz et des lits de dolomie ferrugineuse.

2 : Le ciment microstalactitique et les microstalagtitiques, constitués par les dolomies baroque "Saddle dolomite".

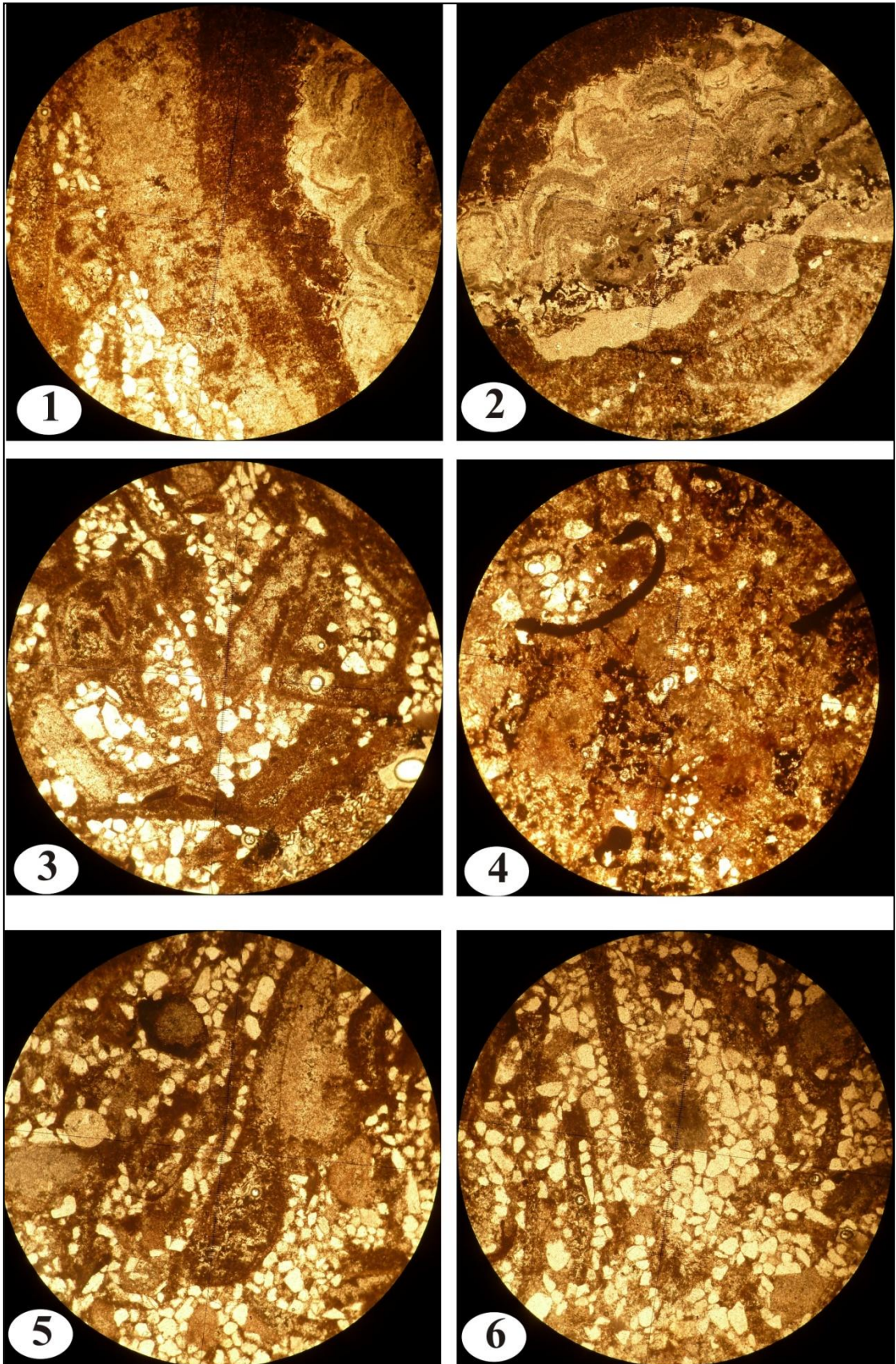
3 : Les figures d'émersions les microstalactites et les stalagmites.

4 : Le remplissage géopétale d'une coquille de bivalve.

5 : Des thales d'algues, foraminifères, des bioclastes.

6 : Les grains de quartz, les bioclastes.

Planche 10 :



4) Le transect du djebel Melah (la bordure sud-est de la Sebka de Nâama)

Echantillon 08 :

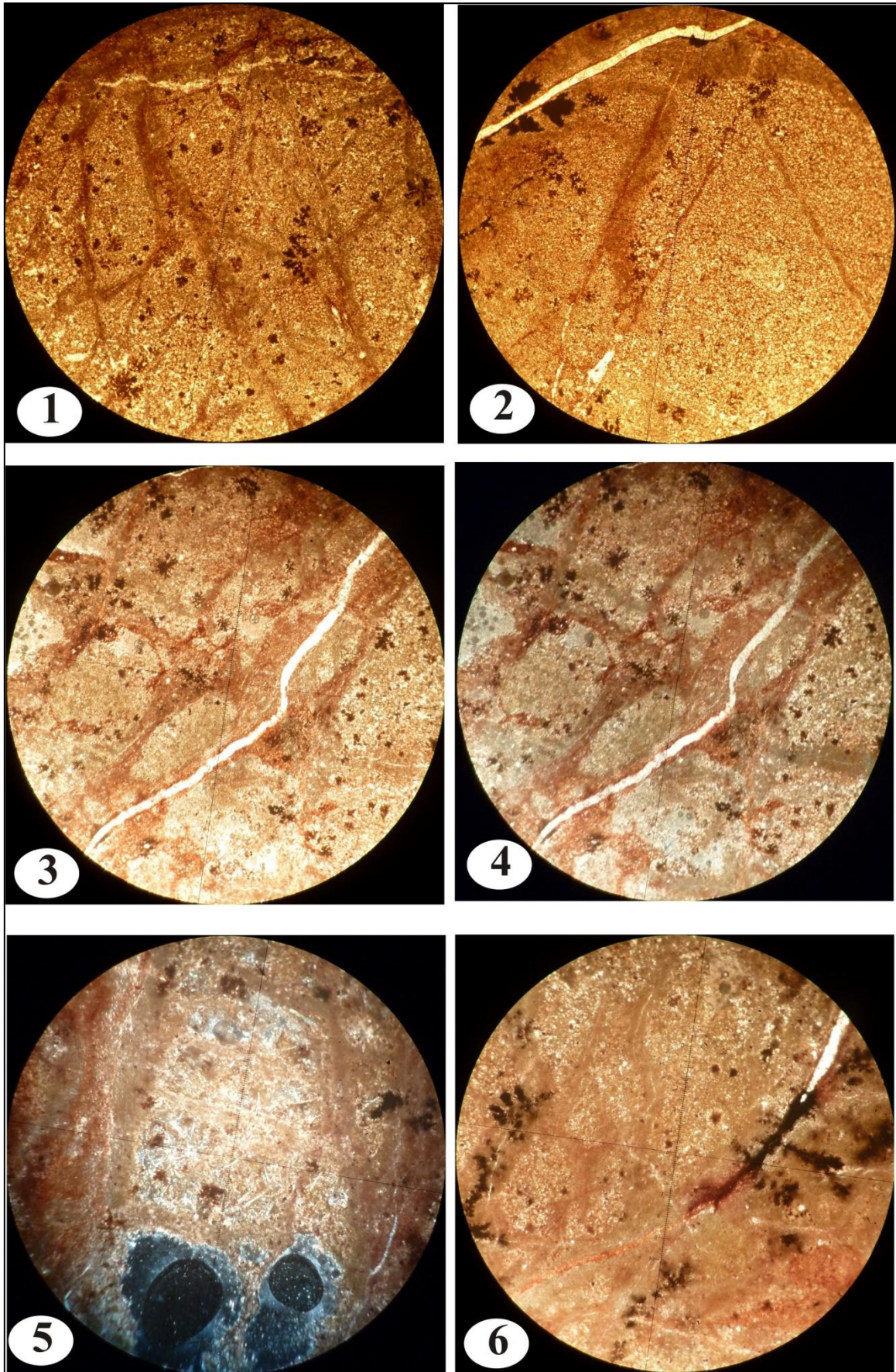
Paléosol marmorisé rouge admettant des grains de quartz fins et des ponctuations ferrugineuses découpées par des racines à remplissage calcitique. Les bordures sont bordées par le mycélium. On note également la présence des rhyzolithes colmatées par la micrite rougeâtre. D'autres cavités sont remplies par des gypses fibreux.

1 et 2 : Paléosol marmorisé rouge admettant des grains de quartz fins et des ponctuations ferrugineuses découpés par des racines à remplissage calcitique et les bordures sont bordées par le mycélium.

4 : Un bel exemple de racines (rhyzolithes, Rh) colmatés par la micrite rougeâtre.

5 et 6 : Un rhyzolite dissous à remplissage de cristaux de gypses fibreux.

Planche 11 :



Conclusion :

Les accidents qui affectent le synclinal ont provoqué la remontée des formations triasiques constituées d'argiles salées et d'ophite observable dans le prolongement nord-est de l'anticlinal du Djebel Meleh.

Les dépressions dans la région de Nâama sont constituées principalement par les formations du Quaternaire. Ce dernier est représenté par plusieurs types de dépôts. On y trouve :

- des alluvions anciennes, formations argilo sableuses et conglomératiques.
- les alluvions récentes sont représentées de sables hétérogènes qui constituent les dépôts de comblement du fond de la plaine de la Sebka.

Dans la Sebka de Nâama, la lithologie correspond principalement à des faciès lacustres et fluviatiles, formés de haut en bas de sable rougeâtre à verdâtre avec des conglomérats, d'argiles verdâtre pâteuses, de sable rougeâtre et d'argile verdâtre sableuse couronnées par une carapace calcaire.

Les massifs dunaires, se trouvent autour de la Sebka de Nâama dont la plus grande partie se trouve au Sud et sur les flancs ouest de Djebel Morhad (Belmahi, 2014).

L'étude des microfaciès (planche 6 à 16) montre que l'évolution horizontale des faciès à partir de la bordure Nord-ouest de synclinale de Nâama (la ville de Mécheria), et la bordure Nord du bassin versant de la Sebka de Nâama (Touadjer) et le centre de la Sebka de Nâama, représenté par les mêmes faciès :

- dolomie à grain de quartz et à éléments bioclastiques effacé par la dolomitisation
- des grès dolomitiques.
- Des grès ferrugineux
- Des calcarénites à éléments de quartz arrondies à sub-arrondies, quelque grains arrondies gréseux et des plagioclases.

L'évolution horizontale des faciès à partir de la bordure nord-ouest du synclinal de Nâama (Mécheria) et la bordure nord du bassin versant de la Sebka de Nâama (Touadjer) ainsi le centre de la Sebka de Nâama révèle une certaine ressemblance du point de vue faciès. Tandis que sur la bordure sud-est (transect du Djebel Melah) est représentée par des paléosols marmorisés rouges admettant des grains de quartz fins et des ponctuations ferrugineuses découpées par des racines (rhyzolites) à mycélium avec d'autres cavités remplies par des gypses fibreux.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

Introduction

Le terme « argile » est un terme générique qui désigne « de la terre grasse, modelable ». Il est préférable de parler des argiles ou des roches argileuses. On peut dire que l'argile est composée de « feuillets ». Le nombre de feuillets empilés pour faire un cristal d'argile est très variable et peut aller d'un à plusieurs dizaines, en fonction de l'histoire du minéral, de sa formation, du milieu dans lequel il s'est trouvé (Millot, 1964).

Selon les géologues, les argiles se sont formées au cours des temps géologiques par altération de diverses roches. Il en existe différents types selon la roche dont elles sont issues. Les plus utilisées sont la montmorillonite, issue de roches volcaniques, et la kaolinite (argile blanche), provenant de roches acides, notamment du granit. Mais on retrouve également d'autres variétés qui portent des noms comme : pyrophyllite, illite, halloysite, attapulgite, sépiolite, smectites, vermiculites, rhassoul (Millot, 1964).

Les minéraux argileux ont été étudiés en vue de retrouver les paléoclimats et les différents types de drainage (excellent, bon, mauvais) reflète indirectement de la néotectonique (Moussa, 2007).

Deux grands types de minéraux argileux existent dans la nature :

1-les minéraux hérités à partir de la destruction, surtout mécanique de la roche-mère, à citer les **kaolinites** et les **illites**.

2-les minéraux transformés ou néoformés sont surtout dus à l'altération chimique qui permet la transformation d'un minéral à un autre ou franchement la naissance de nouveaux minéraux, à partir de la précipitation des solutions existantes dans les sols. Nous citerons la **montmorillonite**, l'**attapulgite**, la **sépiolite**, la **vermiculite**.

1-Nature et structure des sols argileux :

1.1-Minéralogie des argiles :

En minéralogie, le terme argile désigne un groupe de minéraux appartenant à la famille des alumino-silicates plus au moins hydratés, de taille généralement inférieure à 2 μm et avec une texture phylliteuse ou fibreuse. Les minéraux argileux appartiennent à la famille des phyllosilicates. Les phyllosilicates sont formés de particules dont les unités de base sont des feuillets bidimensionnels, formés à partir de deux unités structurales de base : le tétraèdre de silicium et l'octaèdre d'aluminium ou de magnésium.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

Le tétraèdre, de formule générale SiO_4^{-4} , est composé d'un atome de silicium contenu dans le vide, de taille 0.55 Å, formé par 4 atomes d'oxygène. Ce cation peut être substitué par un cation Al^{3+} . Les tétraèdres se combinent entre eux pour former des couches tétraédriques (**Fig. 28**).

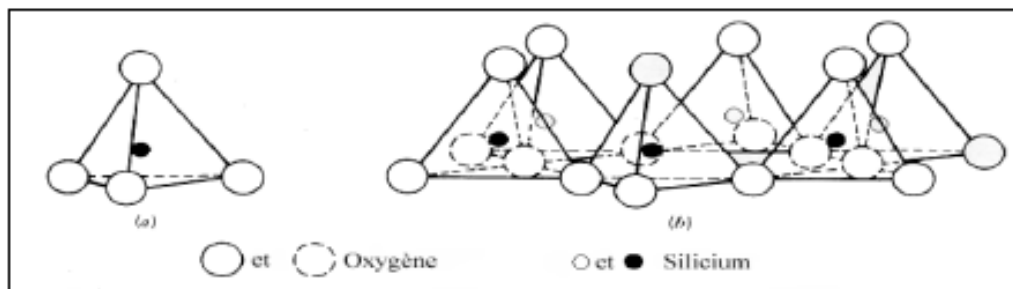


Figure 28 : Structure d'une couche tétraédrique : a) tétraèdre SiO_4 ; b) couche tétraédrique (ZEMENU GEREMEW Y., 2009).

L'octaèdre, de formule générale $\text{Al}_2(\text{OH})_6$ ou $\text{Mg}_3(\text{OH})_6$ est formé de 6 ions hydroxyles ou 6 oxygènes disposés en assemblage hexagonal compact. Les six anions O^{2-} ou $(\text{OH})^-$, disposés aux sommets de chaque octaèdre, enserrant, au centre de l'octaèdre, un cation tel que Al^{3+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} ou Fe^{2+} . Ces octaèdres se combinent également de façon à former des couches octaédriques (**Fig. 29**). Lorsque les cavités octaédriques sont toutes occupées par des cations métalliques bivalents (Mg^{2+}) la structure est appelée trioctaédrique ; lorsque deux tiers des cavités octaédriques sont occupés par des cations métalliques trivalents (Al^{3+} , Fe^{3+}), la structure est alors appelée dioctaédrique.

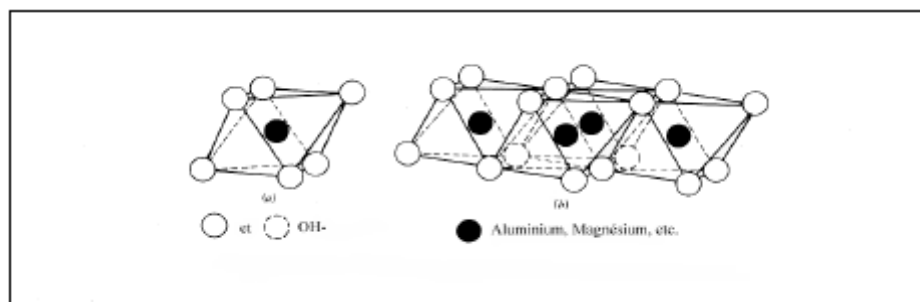


Figure 29: Structure d'une couche octaédrique : a) octaèdre ; b) couche octaédrique (ZEMENU GEREMEW Y., 2009).

Un feuillet élémentaire est constitué par l'ensemble de 2 ou 3 couches tétraédriques et octaédriques et les feuillets s'empilent pour former la particule argileuse. La couche tétraédrique et la couche octaédrique sont interdépendantes dans la mesure où les atomes d'oxygène, représentant la pointe inférieure des tétraèdres, appartiennent aussi au plan des atomes constituant la partie supérieure de la couche octaédrique (**Fig. 30**).

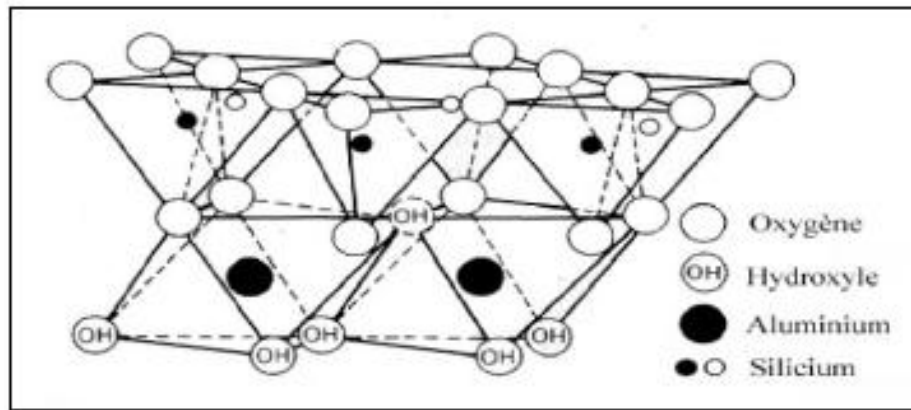


Figure 30 : Association d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique (ZEMENU GEREMEW Y., 2009).

1.1. a .Charge électrique :

Les feuillets ne sont pas électriquement neutres. Une nette charge négative à la surface du feuillet résulte de la distribution des cations à l'intérieur du feuillet, et de celle des anions (oxygènes et hydroxyles) à l'extérieur. Des substitutions isomorphes peuvent aussi exister au sein des unités structurales de base : les substitutions les plus courantes sont Si^{4+} remplacé par Al^{3+} ou Fe^{3+} , Al^{3+} remplacé par Mg^{2+} . Elles induisent alors, un déficit de charge positive qui augmente d'autant la charge négative globale du feuillet.

Par ailleurs, il peut exister aussi des charges positives de bordure qui apparaissent lorsqu'un cristal se rompt. Un feuillet peut donc être schématisé comme un objet chargé négativement sur la surface et positivement sur les bords.

1. 1.b. Liaisons inter-feuillets :

Les forces de liaisons entre feuillets sont principalement dues aux :

- forces d'attraction moléculaire de Van der Waals qui donnent des liaisons faibles ;
- liaisons hydrogènes qui se forment en présence d'atomes fortement électronégatifs (exemple de l'oxygène dans le cas des argiles) ;
- substitutions isomorphes qui résultent du remplacement de certains cations constitutifs du réseau cristallin par d'autres de valence différente.

Les particules argileuses sont donc soumises à un ensemble de forces d'attraction et de répulsion qui varient avec la teneur en eau et dépendent des substitutions isomorphes. Les types d'assemblage des couches tétraédriques et octaédriques permettent de définir différents feuillets élémentaires de

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

phyllosilicates. La structure formée en liant une couche octaédrique à une couche tétraédrique (feuillelet de type kaolinite) est appelée : feuillelet 1:1 ou TO et son épaisseur est d'environ 0.7nm.

Lorsqu'une couche octaédrique est comprise entre deux couches tétraédriques, le feuillelet est appelé 2:1 ou TOT et son épaisseur est d'environ 0,9 nm. Les feuillelets de type mica ou illite en sont un exemple.

Les feuillelets de type chlorite sont constitués par un feuillelet TOT, sur lesquels vient se placer une couche octaédrique libre (épaisseur du feuillelet : 14 Å).

1.2- Les différentes familles de minéraux argileux :

Les sols argileux sont un mélange complexe de différents minéraux, les minéraux argileux les plus représentés étant les illites, les kaolinites, les smectites de type montmorillonite et les interstratifiés (**Fig. 31**). Une description des principales familles de minéraux argileux est présentée dans les paragraphes suivants.

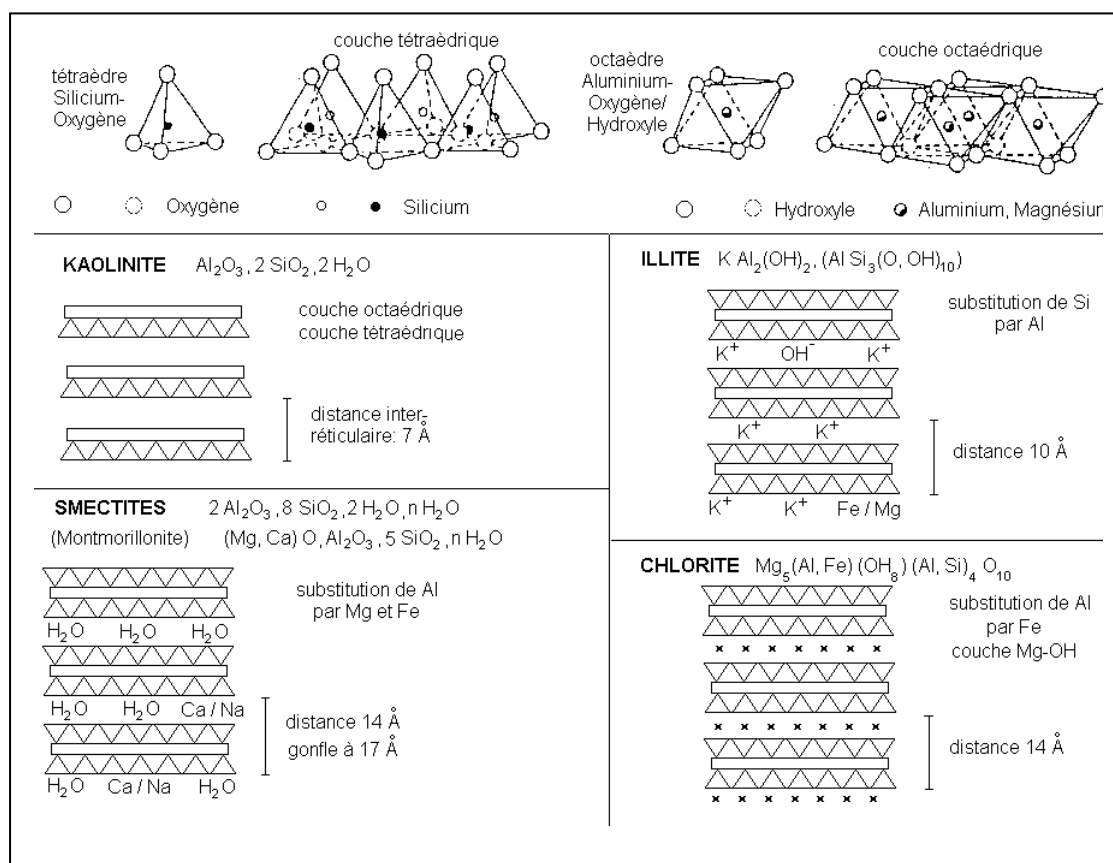


Figure 31: structure de feuillelet de : a) Kaolinite, b) Smectite (montmorillonite), c) L'illite d) chlorite.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

a. La kaolinite : $(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \text{Al}_4 (\text{OH})_8$

Le feuillet élémentaire est composé d'une couche de silice et d'une couche d'alumine (**Fig. 32**). Entre différents feuillets de kaolinite, le contact se fait entre un plan contenant les ions hydroxyles OH^- de l'octaèdre, et celui contenant les ions d'oxygène O^{2-} du tétraèdre ; dans ce cas, les liaisons interfoliaires résultent de l'effet composé de liaisons hydrogène et des forces de Van der Waals ; ce qui se traduit par un lien assez fort. Ainsi, une particule de kaolinite sera constituée, par exemple, de quelques centaines de feuillets et pourra avoir une épaisseur de quelques dizaines de micromètres. Ces particules sont stables et leur structure élémentaire n'est pas affectée par la présence d'eau.

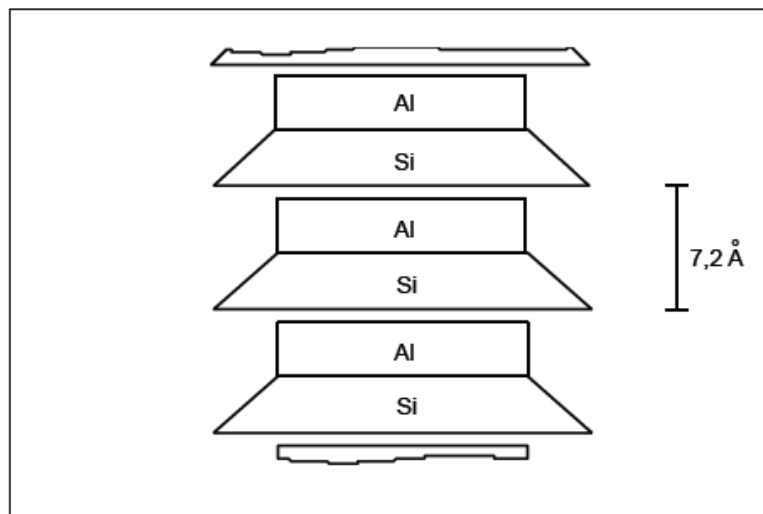


Figure 32 : Structure particulaire de la Kaolinite (AZZOUZ F., 2006).

b. L'illite $(\text{K}, \text{H}_2\text{O})_2 \text{Si}_8 (\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mg})_{4,6} \text{O}_{20} (\text{OH})_4$

Le feuillet élémentaire est composé d'une couche d'alumine comprise entre deux couches de silice (**Fig. 33**). Dans les couches de silice, un ion Si^{4+} sur quatre est remplacé par un ion Al^{3+} . Le déficit de charge qui en résulte est compensé par les ions potassium K^+ qui assurent des liaisons assez fortes entre les feuillets. La particule d'illite comportera, par exemple, une dizaine de feuillets et pourra avoir une épaisseur de quelques centièmes de micromètres.

L'espace créé à l'intérieur du feuillet de silice est occupé par un ion K^+ qui, par sa présence, induit un lien fort entre les couches

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

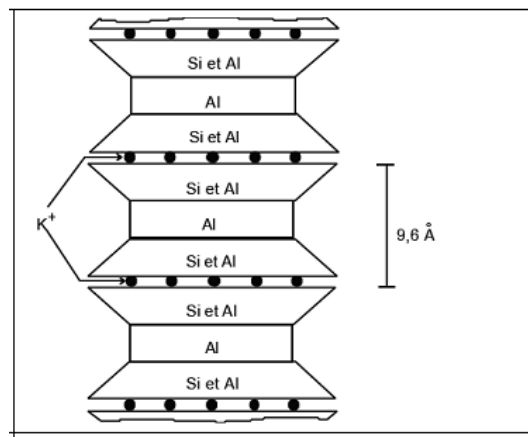


Figure 33 : Structure particulière de l'illite (FREDERIC B., 2001).

c. La montmorillonite $(OH)_4 Si_8 (Al_{10/3}, Mg_{2/3})O_{20}, n H_2O$

Le feuillet élémentaire est composé comme pour l'illite, d'une couche d'alumine comprise entre deux couches de silice (**Fig. 34**). Un ion Al^{3+} est remplacé par un ion Mg^{2+} dans les couches d'alumine. Le déficit de charge qui en résulte est compensé par des ions Ca^{2+} (montmorillonite calcique) ou par des ions Na^+ (montmorillonite sodique). La valence des ions sodium étant plus faible que celles des ions calcium, c'est la montmorillonite sodique qui aura la plus grande surface spécifique et la plus grande charge électrique cationique C.E.C [1.7]. Les liaisons entre feuillets étant très faibles, ces argiles sont très sensibles à la teneur en eau et ont un fort potentiel de gonflement. L'épaisseur d'une particule de montmorillonite peut être très faible puisque, contrairement aux autres argiles, on peut isoler un feuillet élémentaire. La montmorillonite fait partie de la famille plus générale des smectites définies comme les "argiles gonflantes".

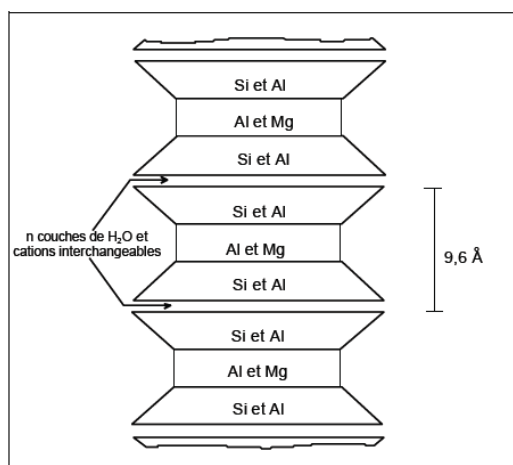


Figure 34 : Schéma de la particule de montmorillonite (AZZOUZ F., 2006).

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

d. Les chlorites $(OH)_4 (Si, Al)_8 (Mg, Fe)_6 O_{20}$

Il est nécessaire de citer les chlorites du fait que leurs propriétés se rapprochent de celles des argiles. Leur structure est cependant plus complexe, et se compose de deux feuillets de micas entre lesquels s'insère un feuillet de brucite (**Fig. 35**). En fait, le déficit du feuillet de mica est rarement comblé par le feuillet de brucite et des cations interchangeables se logent dans les espaces créés au sein du feuillet de mica. De l'eau peut alors pénétrer entre les feuillets, provoquant ainsi un accroissement de l'inter-distance et donc un gonflement. Cependant, les édifices de brucite tendent à coller les feuillets les uns aux autres et donnent ainsi aux chlorites une certaine cohésion, contrairement aux feuillets des minéraux argileux, qui sont libres de glisser les uns par rapport aux autres.

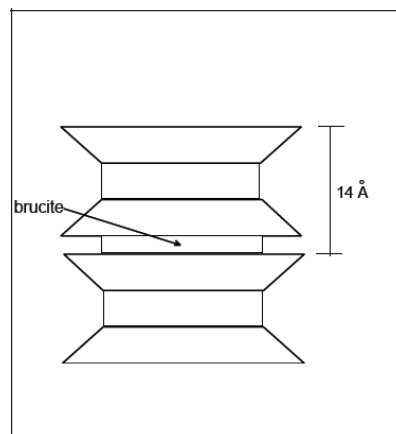


Figure 35 : Schéma de la particule de chlorite (AZZOUZ F., 2006).

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

A) ANALYSE MINÉRALOGIQUE AUX RAYONS X :

1- Résultats et discussion

Le but de cette partie n'est pas de donner une méthode de détermination complète des minéraux argileux, mais d'introduire les principes de base de la détermination. D'autant plus qu'il existe depuis longtemps des modèles ou logiciels de détermination des diagrammes de diffraction des minéraux argileux, mais il faut bien être clair que ces logiciels ne sont que des "systèmes experts" qui raisonnent en "oui" et "non" et ne répondent qu'en fonction de ce qu'on leur a fourni ou demandé. Pour nourrir ces systèmes et surtout pour juger de la validité de leur réponse il faut connaître les règles générales du jeu (une interprétation expérimentale).

Chaque famille argileuse se caractérise par une valeur de d du plan (001). Les réflexions principales $d(001) = 3,34 \text{ \AA}$; $d(001) = 7,19 \text{ \AA}$; $d(001) = 15,37 \text{ \AA}$ et $d(001) = 10 \text{ \AA}$ indiquent en général la présence respectivement du quartz, de la kaolinite, de la smectite et de l'illite, (Brindley et Brown, 1980); (Eslinger et Peaver, 1988) dans l'argile. Dans notre travail, l'analyse minéralogique a été faite par diffraction aux rayons X (DRX), utilisant un appareil de type Phillips X'Pert radiation $\text{CuK}\alpha$, sur la poudre désorientée (traitée avec l'acide chlorhydrique et chauffée à température ambiante pendant 2 h).

La figure 36 présente la localisation des transects d'échantillonnage et l'emplacement des échantillons dans le sens vertical et horizontal.

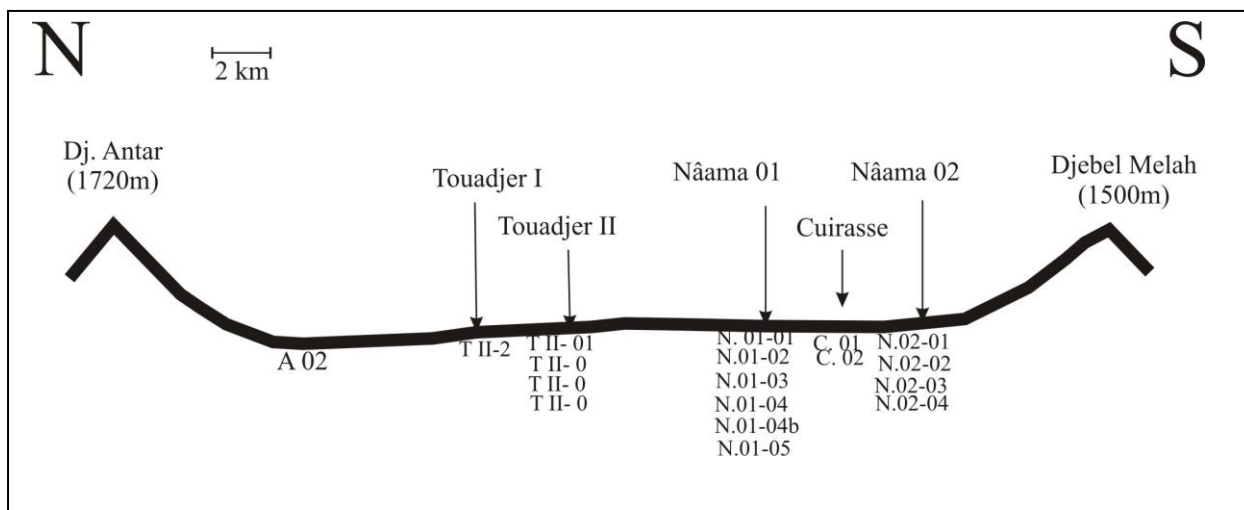


Figure 36 : localisation des échantillons prélevés dans la région d'étude

(le bassin versant de la Sebkhha de Nâama).

a- le transect de Djebel Antar

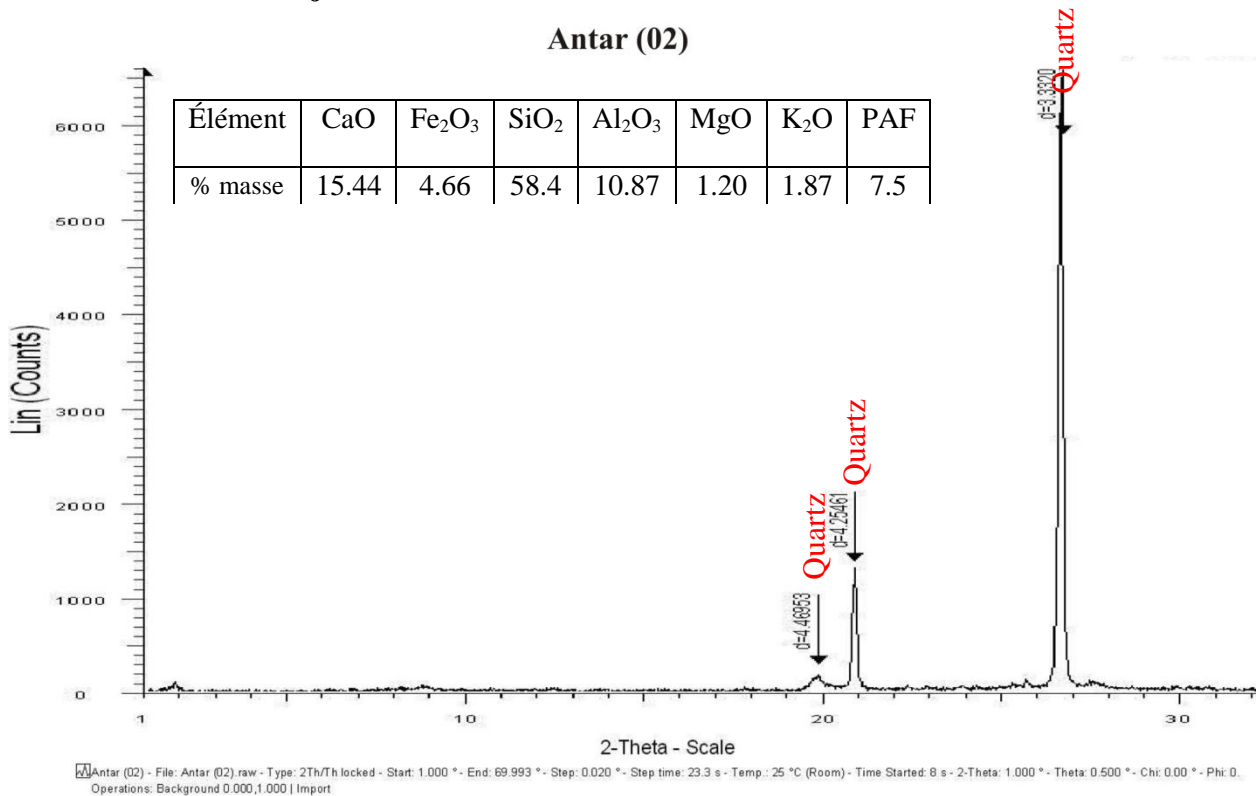


Figure 37 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Antar (02).

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Antar (02) de la région de Mécheria désorienté (placés directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon illustré par la figure (37), relève de (0 à 15 Θ) que l'échantillon est constitué essentiellement de composés non argileux et non plastifiants (impurs) tels le quartz (Sable SiO₂).

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

b- transect Touadjer

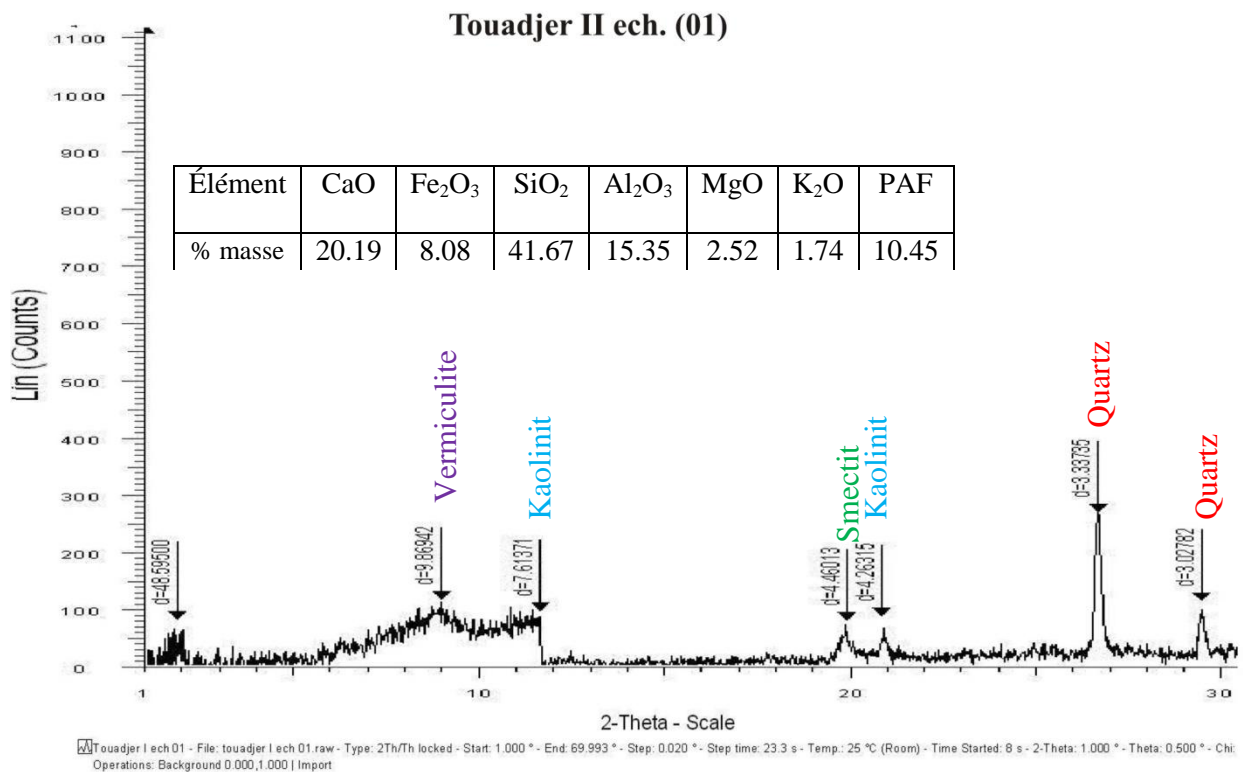


Figure 38 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Touadjer II ech. 01.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Touadjer II ech. 01 désorienté (placés directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon traité par l'acide chlorhydrique (HCl) est illustré par la figure (38). L'analyse spectrale indique qu'elle est composée de quartz (SiO₂), Vermiculite, kaolinite, Smectites.

Les pourcentages des éléments argileux de cet échantillon sont comme suit :

Vermiculite : 44.47%, Smectite : 28.77%, Kaolinite : 26.74%.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

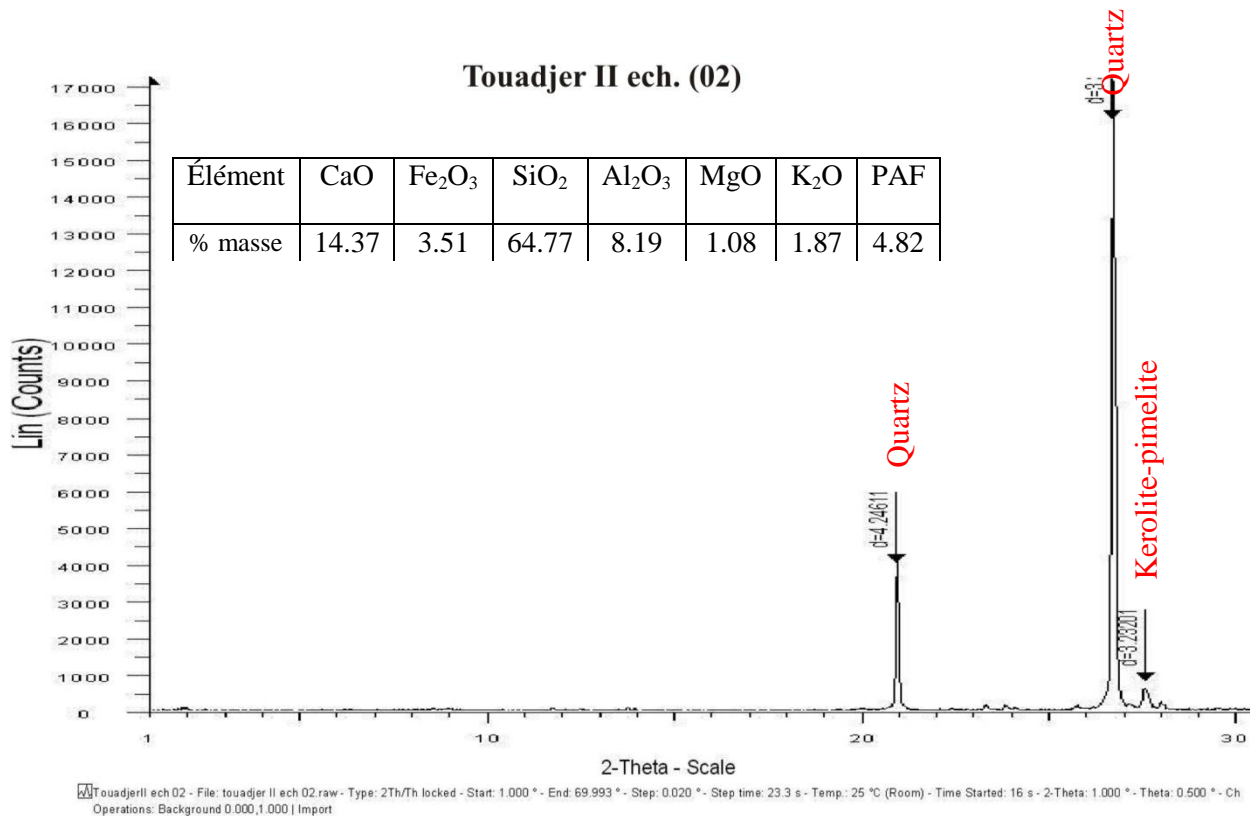


Figure 39 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Touadjer II ech. 02.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon désorienté Touadjer II ech. 02 de la région de Touadjer (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon illustré par la figure (39), relève de (0 à 15 Θ) que l'échantillon est constitué essentiellement de composés non argileux et non plastifiants (impurs) tels le quartz (Sable SiO₂).

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

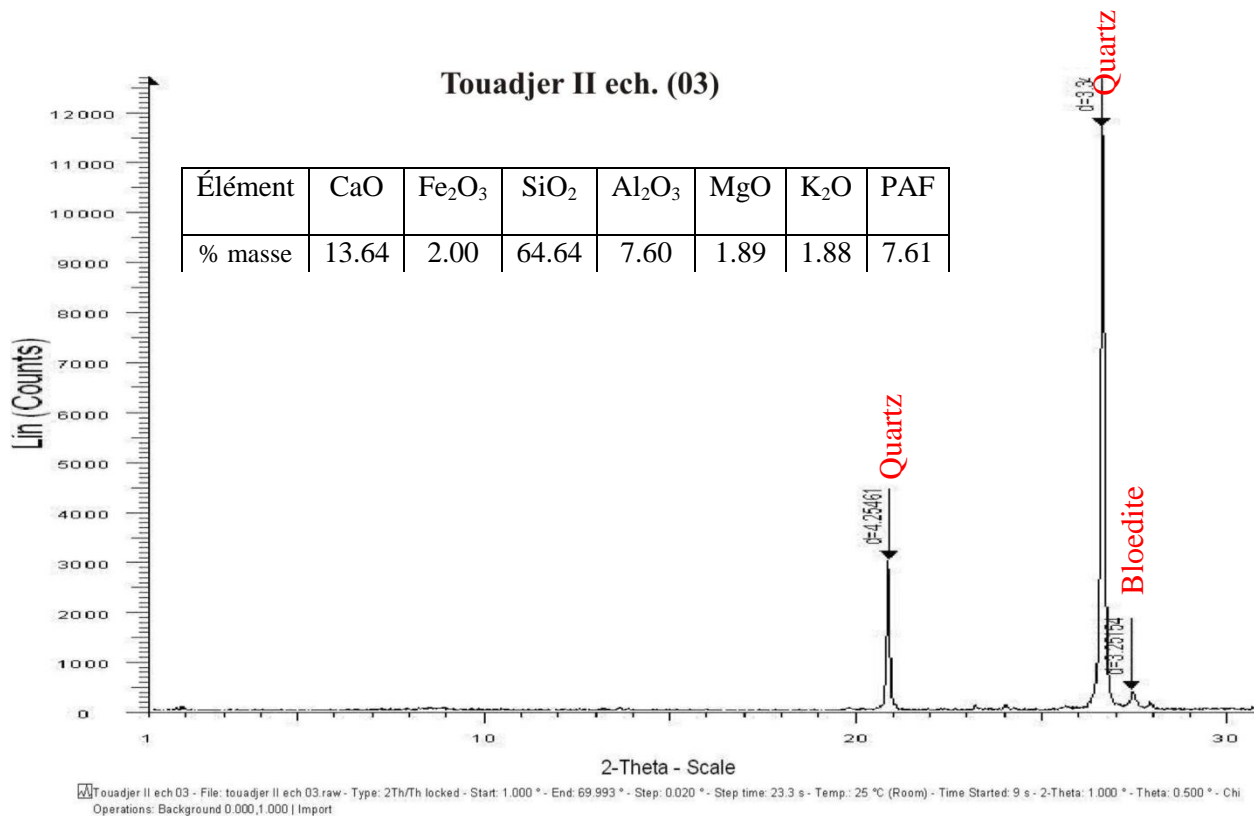


Figure 40 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Touadjer II ech. 03.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Touadjer II ech. 03 de la région de Touadjer désorienté (placés directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon illustré par la figure (40), relève de (0 à 15 Θ) que l'échantillon est constitué essentiellement de composés non argileux et non plastifiants (impurs) tels le quartz (Sable SiO₂), Bloedite Na₂Mg(SO₄)₂*4H₂O (Anhydrite).

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

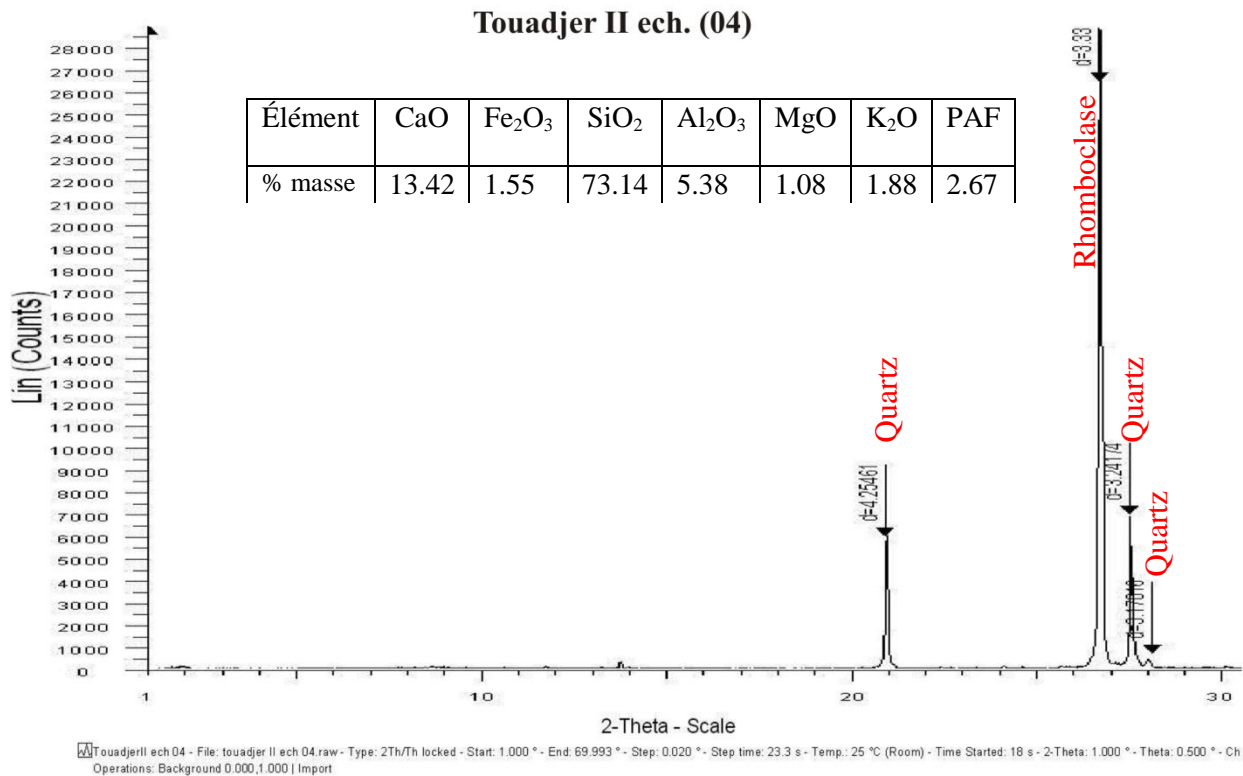


Figure 41 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Touadjer II ech. 04.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Touadjer II ech. 04 de la région de Touadjer désorienté (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon illustré par la figure (41), relève de (0 à 15 Θ) que l'échantillon est constitué essentiellement de composés non argileux et non plastifiants (impurs) tels le quartz (Sable SiO₂), le Rhomboclase (sulfate de fer acide).

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

c- transect Nâama 01

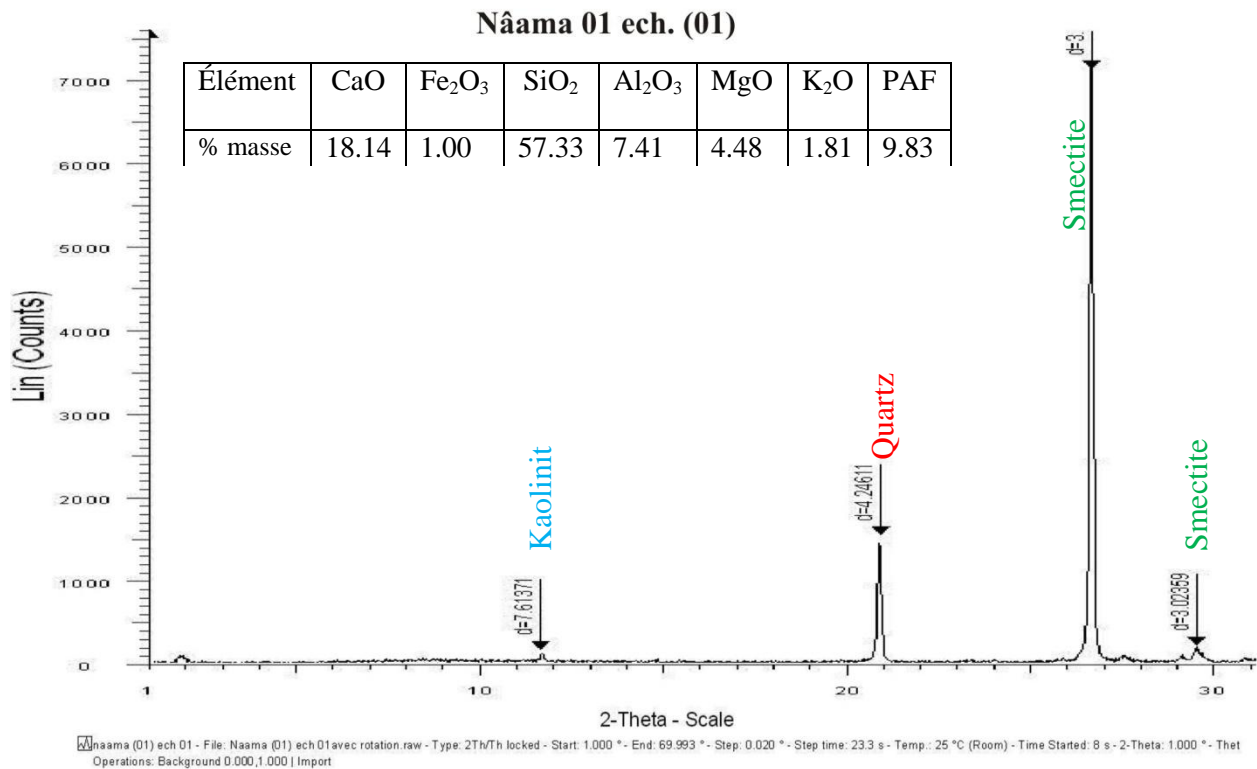


Figure 42 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 01.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Nâama 01 ech. 01 désorienté (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 01 traité par HCl est illustrée par la figure (42). L'analyse spectrale indique qu'elle est composée de kaolinite, quartz (SiO₂), Smectite.

Les pourcentages des éléments argileux de cet échantillon sont comme suit :

Smectite : 99.87%, Kaolinite : 0.13%.

Les éléments argileux de cet échantillon sont représentés généralement par les smectites avec des rares traces de la kaolinite, ce qui implique **le mauvais drainage dans cet horizon.**

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

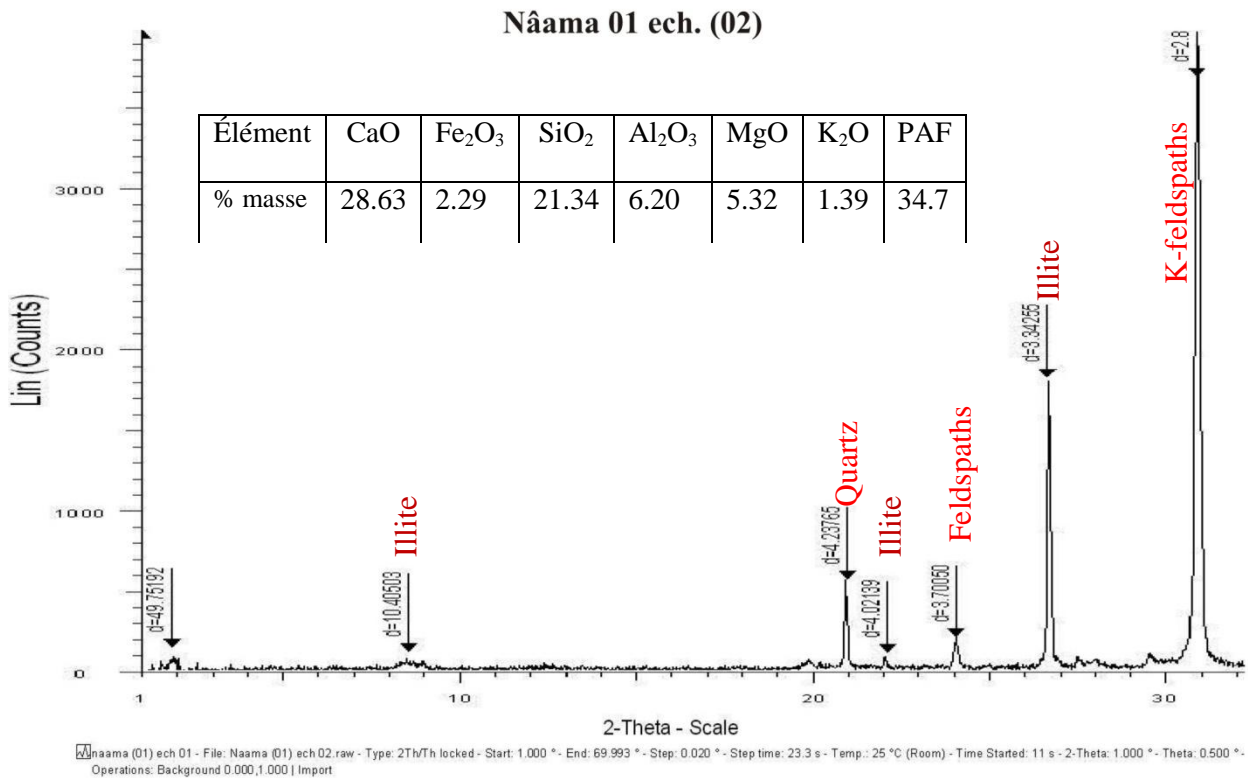


Figure 43: Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 02.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Nâama 01 ech. 01 désorienté (placés directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 02, traité par HCl est illustrée par la figure (43). L'analyse spectrale indique qu'elle est composée de l'illite, de quartz (SiO₂), de Feldspaths et de K-feldspaths.

Les éléments argileux de cet échantillon sont purement illitique, ce qui implique **le mauvais drainage dans cet horizon.**

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

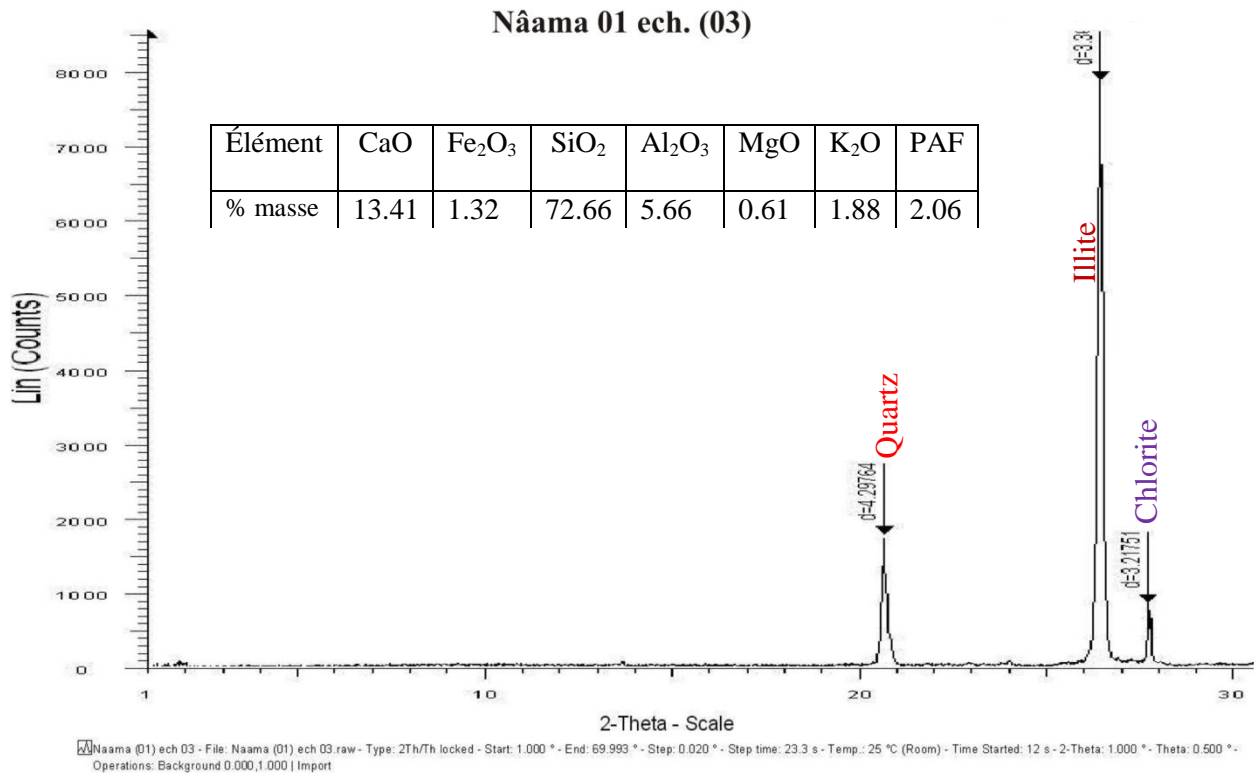


Figure 44 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 03.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Nâama 01 ech. 03 de la région de Nâama désorienté (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon illustré par la figure (44), relève de (0 à 15 Θ) que l'échantillon est constitué essentiellement de composés non argileux et non plastifiants (impurs) tels le quartz (Sable SiO₂), l'Illite et la chlorite.

Les pourcentages des éléments argileux de cet échantillon sont comme suit :

Illite : 99.53%

La chlorite : 0.47%

On observe l'abondance d'illite, ce qui implique **le mauvais drainage dans cet horizon.**

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

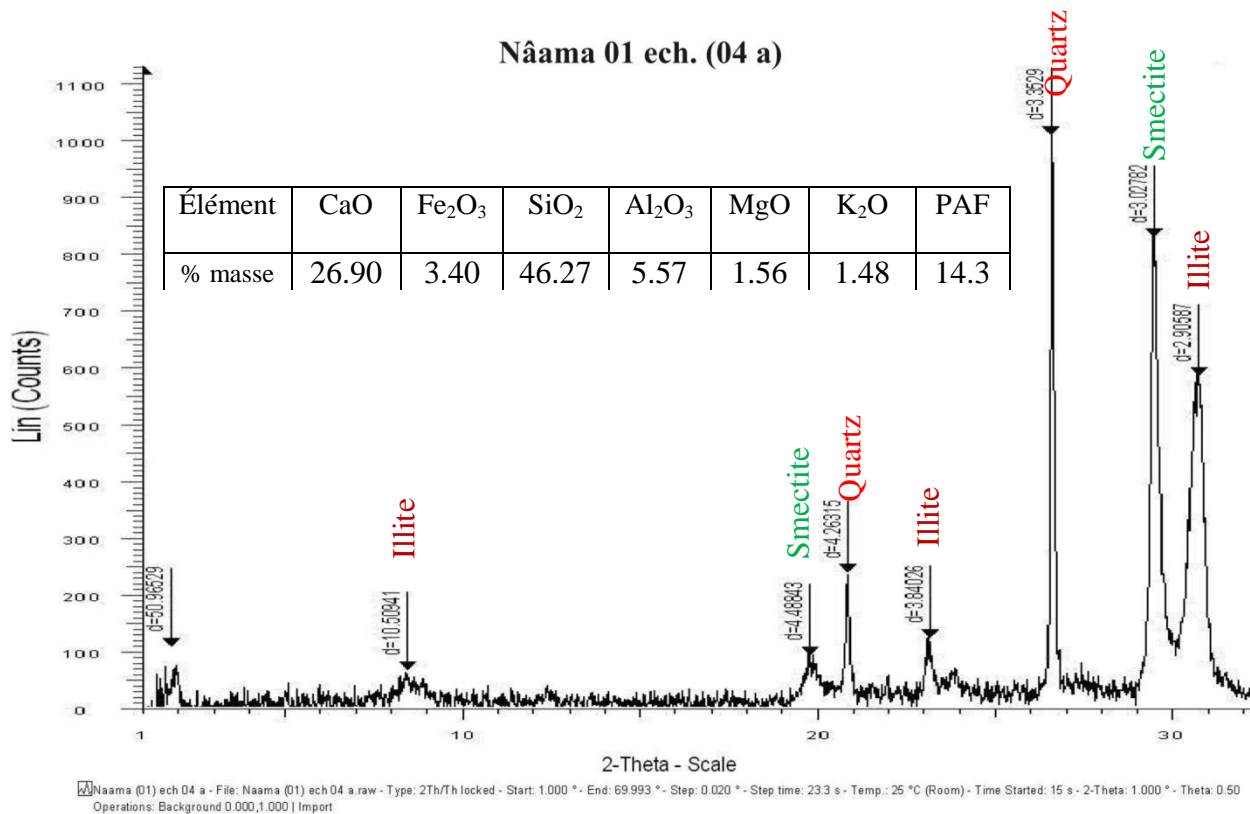


Figure 45 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 04.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Nâama 01 ech. 04a désorienté (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 04 traité par HCl est illustré par la figures (45). L'analyse spectrale indique qu'elle est composée de l'Illite, de Smectite et de quartz (SiO₂), ce qui implique **le mauvais drainage dans cet horizon.**

Les pourcentages des éléments argileux de cet échantillon sont comme suit :

Illite : 61.11%, Smectite : 38.89%.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

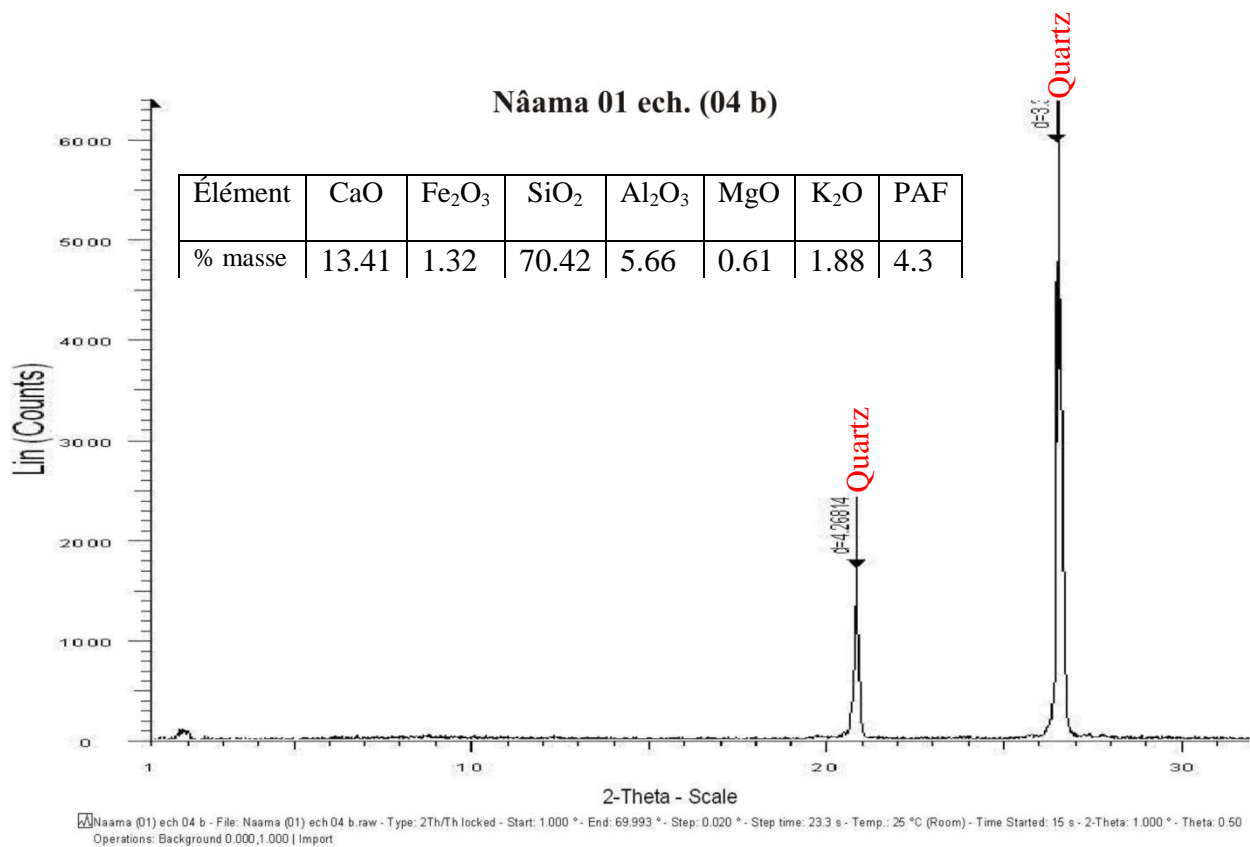


Figure 46: Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 04b.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Nâama 01 ech. 04b de la région de Nâama désorienté (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon illustré par la figure (46), relève de (0 à 15 Θ) que l'échantillon est constitué essentiellement de composés non argileux et non plastifiants (impurs) tels le quartz (Sable SiO₂).

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

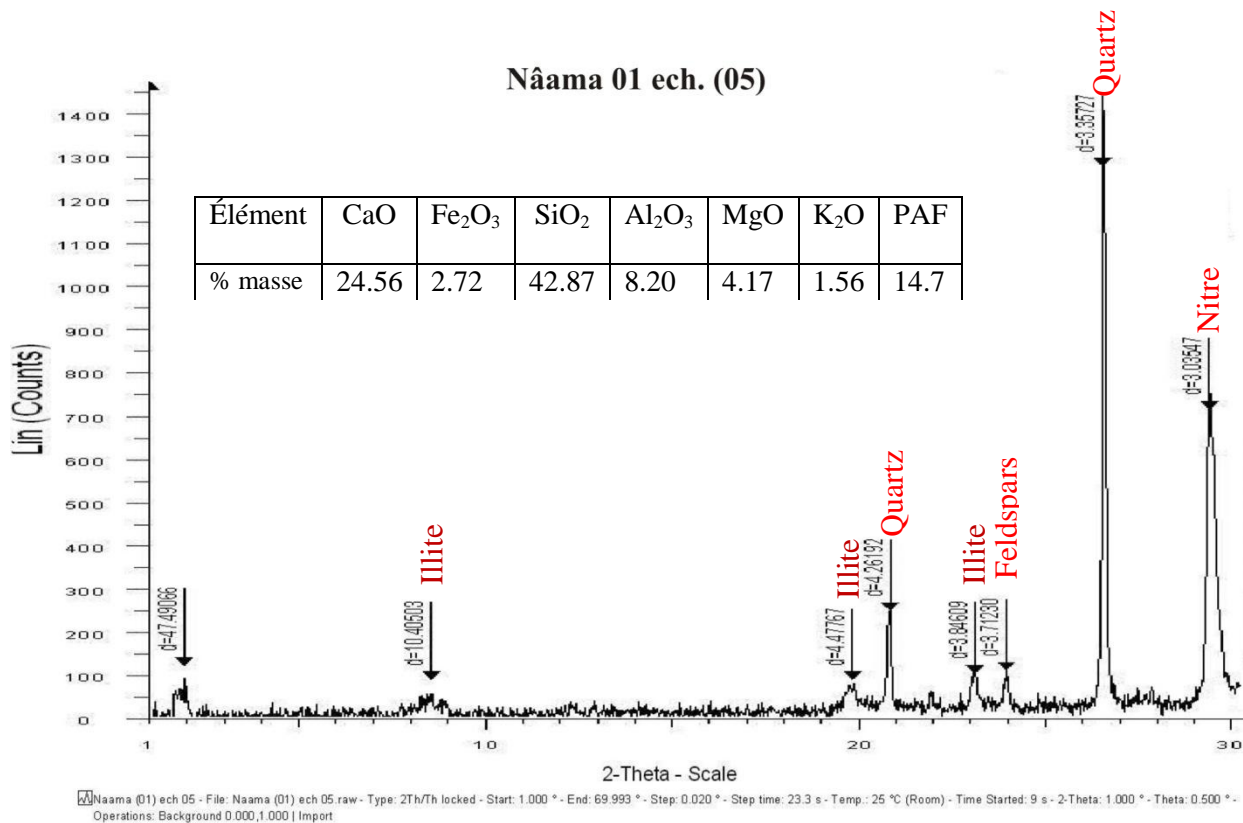


Figure 47 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 01 ech. 05.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Nâama 01 ech. 05 désorienté (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon illustré par la figure (47), relève de (0 à 15 Θ) que l'échantillon est constitué essentiellement de composés argileux (Illite 100%) ce qui implique le mauvais drainage dans cette horizon, et non argileux et non plastifiants (impurs) tels le quartz (Sable SiO₂), le nitre (anhydrite KNO₃). Il révèle principalement la présence de deux pics intenses, l'un correspond au quartz et l'autre à un mélange de quartz et d'illite, ce qui implique que notre argile est illitique. La persistance d'un pic autour de (10.40 et 10.50 Å) sur l'ensemble de diffractogramme de figure (47) confirme la présence de l'illite, [Moore and Reynolds, \(1989\)](#) et [Russel J. D, Fraser A. R, \(1996\)](#). Ces matériaux argileux peuvent être utilisés pour la production des produits de terre cuite et aussi pour la formulation des céramiques à tesson peu poreux.

d- la cuirasse

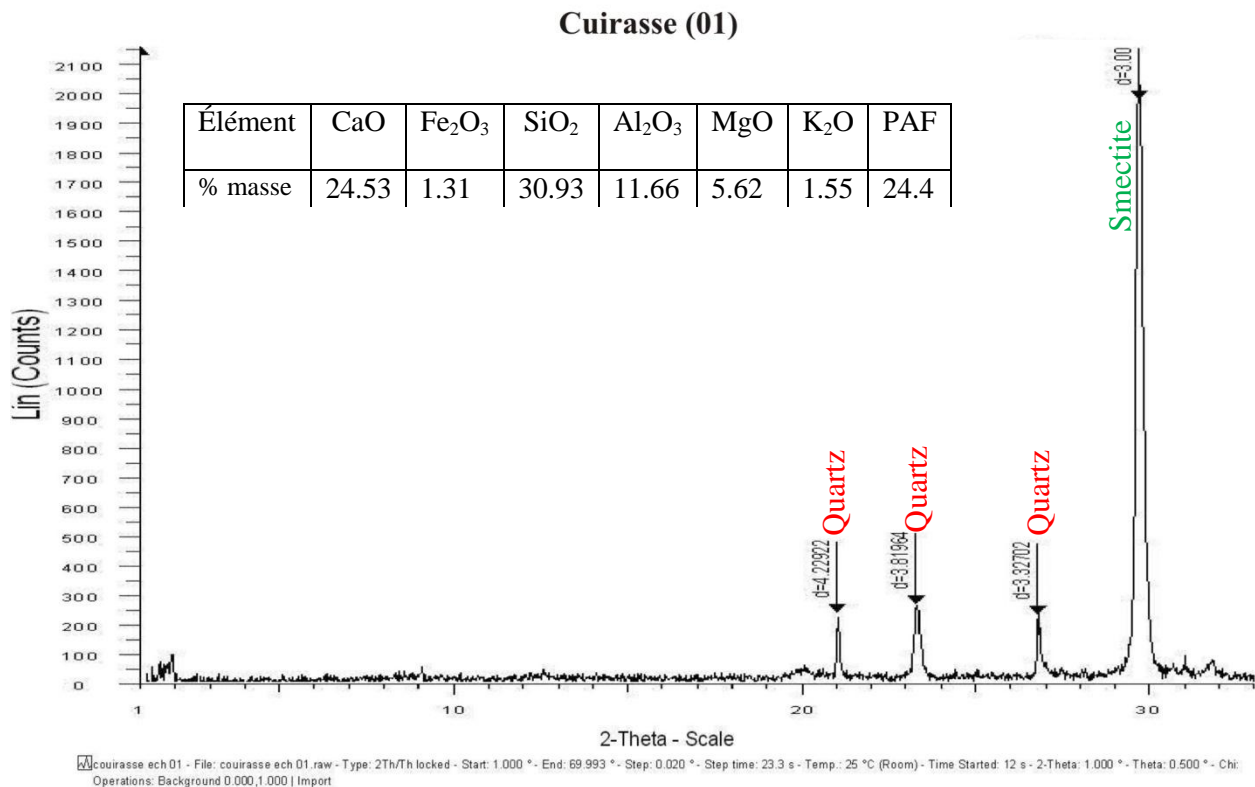


Figure 48 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Cuirasse ech. 01.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Cuirasse ech. 01 désorienté (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon illustré par la figure (48), relève de (0 à 15 Θ) que l'échantillon est constitué essentiellement de composés non argileux et non plastifiants (impurs) tels le quartz (Sable SiO₂) et argileux (Smectite 100%), ce qui implique **le mauvais drainage dans cet horizon.**

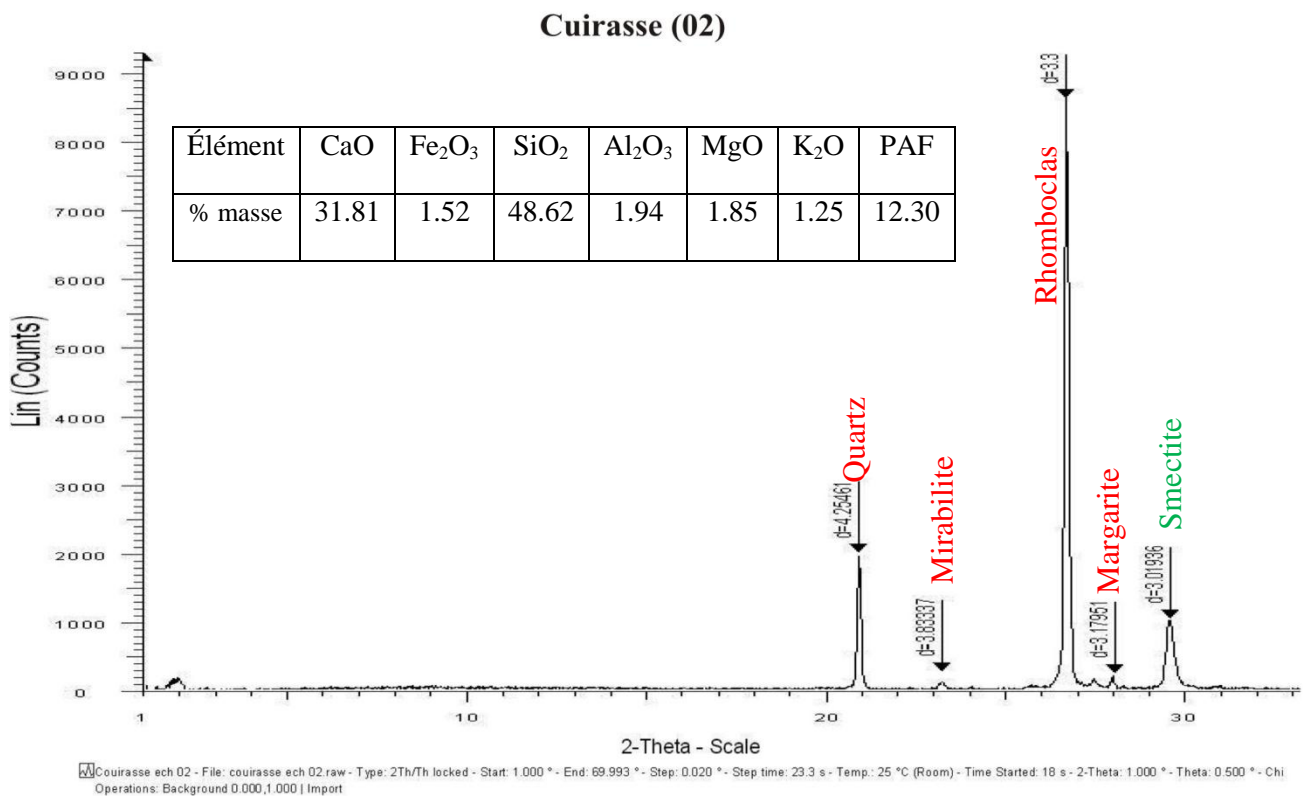


Figure 49 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Cuirasse ech. 02.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Cuirasse ech. 02 désorienté (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon illustré par la figure (49), relève de (0 à 15 Θ) que l'échantillon est constitué essentiellement de composés non argileux et non plastifiants (impurs) tels le quartz (Sable SiO₂) et argileux (la fraction argileuse est légèrement smectitique).

La topographie commande le drainage : dans une cuvette (milieu confiné où se concentrent les solutions), se forment plutôt des smectites.

Les résultats obtenus implique **le mauvais drainage dans cet horizon.**

e- le transect Nâama 02

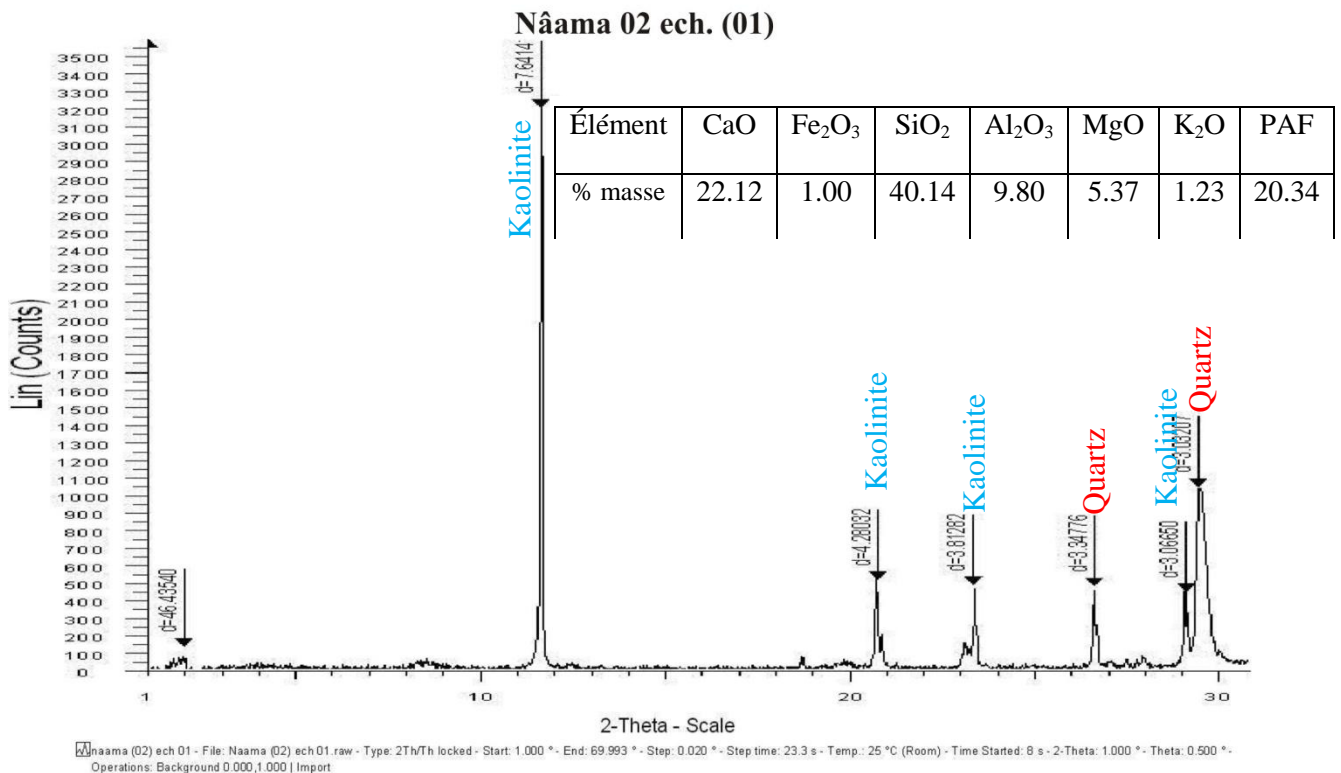


Figure 50 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 02 ech. 01.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Nâama 02 ech. 01 désorienté (placés directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon illustré par la figure (50), relève de (0 à 15 Θ) que l'échantillon est constitué essentiellement de composés argileux (les éléments argileux de cet échantillon sont purement kaoliniques), d'habitude la kaolinite montre des pics de diffraction de faible intensité et/ou large, correspondant au plan réticulaire de 7.2-7.6 Å selon Moore, D, Reynolds Jr R. C. M; (1997) et non argileux et non plastifiants (impures) tels le quartz (Sable SiO₂), le nitre (anhydrite KNO₃).

La topographie commande le drainage : sur une pente (drainage et lessivage bons), la formation de la kaolinite est favorisée ; dans une cuvette (milieu confiné où se concentrent les solutions), se forment plutôt des smectites. Pour une altération et un lessivage faible, des argiles de type (ex : illites, montmorillonites) se forment.

Les résultats obtenus (la kaolinite 100%) implique **le bon drainage dans cet horizon.**

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

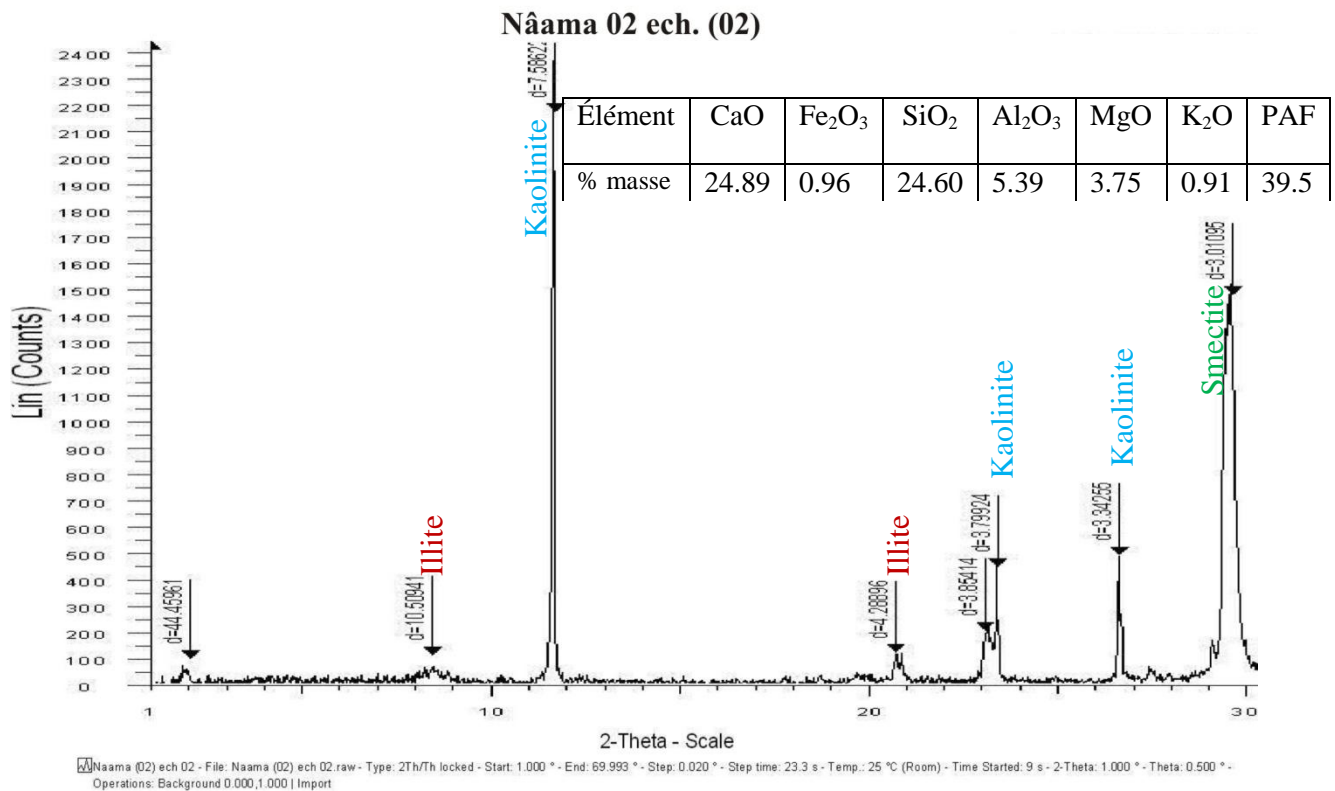


Figure 51 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 02 ech. 02.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Nâama 02 ech. 02 désorienté (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon traité par HCl est illustré par la figure (51). L'analyse spectrale de (0 à 15 Θ) indique qu'elle est composée de la kaolinite, des Smectites et d'Illite.

Les pourcentages des éléments argileux de cet échantillon sont comme suit :

Kaolinite : 62.45%, Smectite : 36.51%, Illite : 1.02%.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

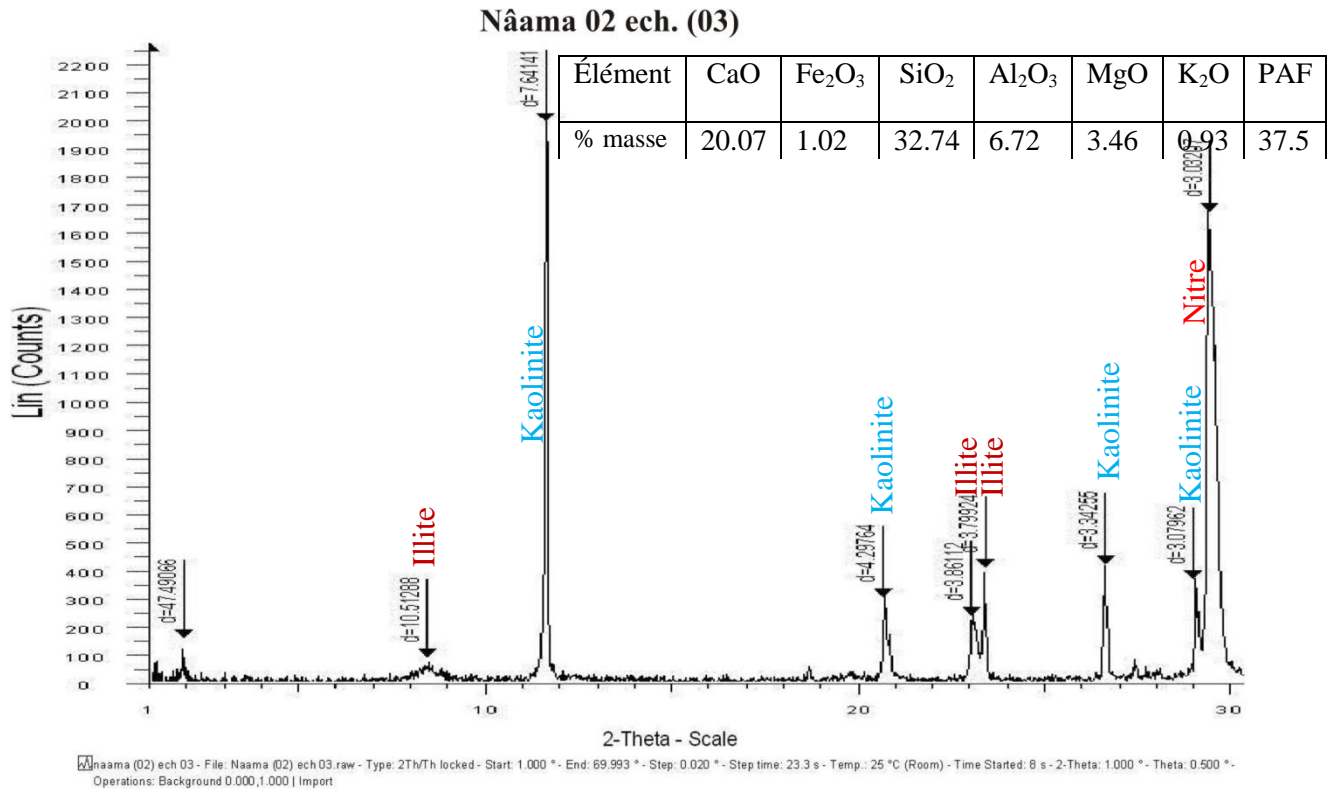


Figure 52 : Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 02 ech. 03.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Nâama 02 ech. 03 désorienté (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon traité par HCl est illustré par la figure (52). L'analyse spectrale de (0 à 15 Θ) indique qu'elle est composée de composés argileux (la kaolinite, l'illite et l'attapulgite) et non argileux (Nitre KNO₃).

Les pourcentages des éléments argileux de cet échantillon sont comme suit :

Kaolinite : 94.32%, Illite : 5.68%.

Les résultats obtenus (Kaolinite : 94.32%) implique **le bon drainage dans cet horizon.**

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

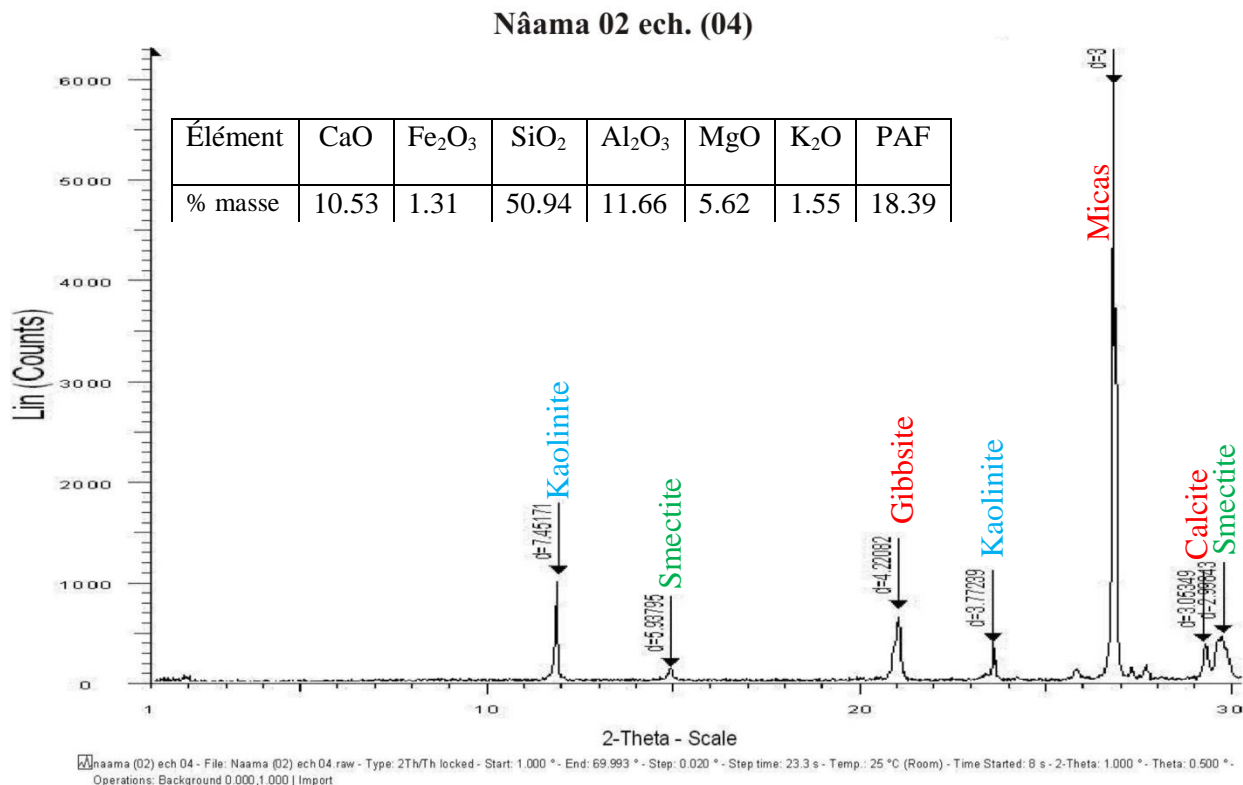


Figure 53: Spectre de diffraction RX de l'échantillon Nâama 02 ech. 04.

Le diffractogramme a été obtenu à partir de l'échantillon Nâama 02 ech. 04 désorienté (placé directement sous forme de poudre dans un porte-échantillon classique). Le diagramme des rayons X de l'échantillon traité par HCl est illustré par la figure (53). L'analyse spectrale de (0 à 15 Θ) indique qu'elle est composée de composés argileux (la kaolinite et la smectite) et non argileux (Gibbsite, Micas, Calcite).

Les pourcentages des éléments argileux de cet échantillon sont comme suit :

Kaolinite : 68.66%, Smectite 31.34%.

Les résultats obtenus implique la transition entre le bon et le **mauvais drainage dans cet horizon.**

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

Conclusion

Dans cette partie, nous nous intéressons à la valorisation des principaux minéraux argileux de la région d'étude la Sebkhia de Nâama (Sud-Ouest algérien). Pour ce fait, plusieurs échantillons spécifiques ont fait l'objet d'analyses par diffractomètre aux rayons X. Les échantillons d'argile prélevés indiquent en général la présence de quartz, de calcite, d'illite, de kaolinite, de smectite et de vermiculite comme minéraux essentiels.

Après l'étude des graphiques, les résultats obtenus, montrent que sur un plan vertical, il n'y a pas d'évolution importante, en revanche, l'évolution horizontale est beaucoup plus évidente. Dans cette dernière on remarque, que nous allons des horizons de **mauvais drainage au Nord** (le transect Nâama 01) à des horizons de **bons drainages au Sud** (le transect Nâama 02). (Fig. 54)

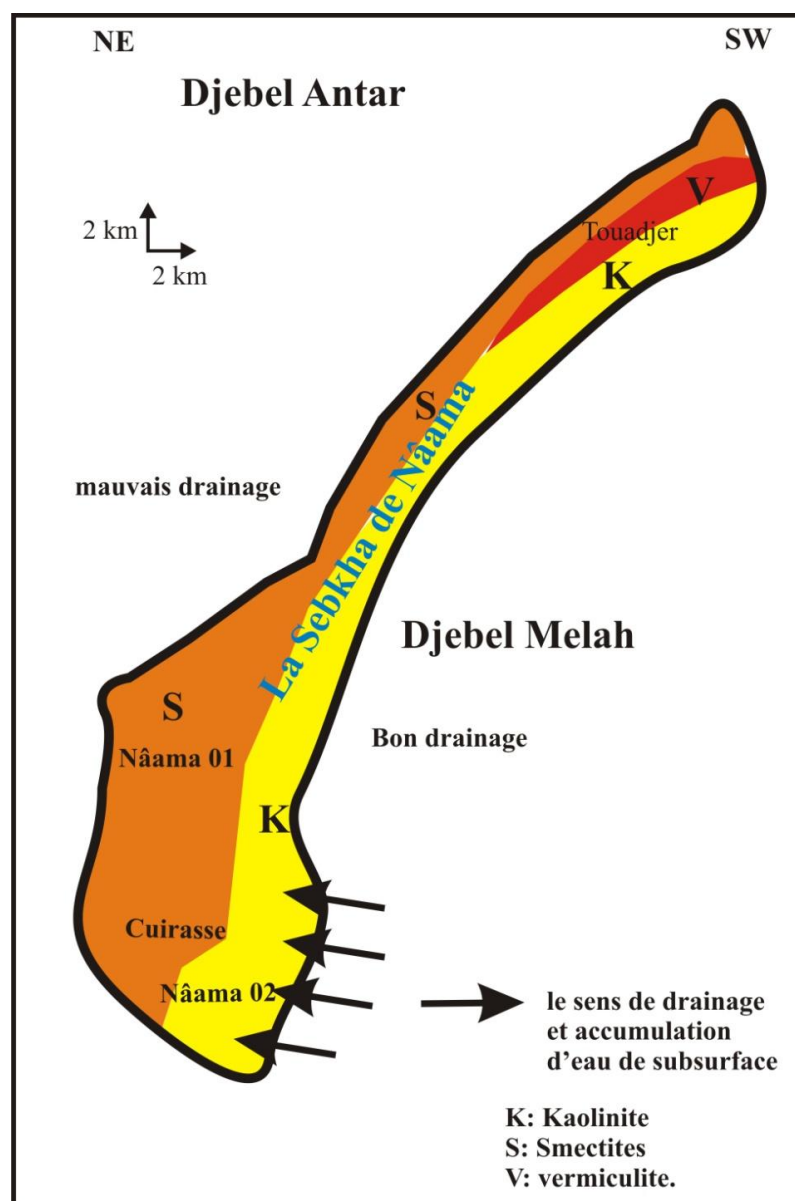


Figure 54 : l'évolution horizontale des argiles dans les échantillons de la surface de la Sebkhia de Nâama

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

Les argiles du Sud-Ouest de l'Algérie (Nâama) sont illitiques kaolinitiques riches en quartz. Parmi les minéraux associés à la kaolinite et l'illite on a toujours le quartz et la calcite. Il s'agit là des mélanges hétérogènes naturels semblables aux mélanges rencontrés en céramique traditionnelle et moderne où le quartz est souvent ajouté aux minéraux argileux **Swartzen-Allen, S. L. and E. Matijevic, (1974), Caillère S., Hénin S., and Rautureau M., (1982) et Van Olphen H., (1963).**

Les diffractogrammes nous a permis d'observer, une prédominance du quartz (SiO_2) dans le mélange argileux. En effet, la raie caractéristique du quartz (3.33 \AA) est la plus intense. De même, les raies de la calcite (CaCO_3), ont été également observées.

Les résultats obtenus indiquent que les éléments les plus abondants sont l'illite et la kaolinite. Donc, elles se caractérisent par une composition minéralogique assez semblable aux mélanges rencontrés en céramique traditionnelle (illitique et kaolinitique). Ces résultats intéressants confirment la possibilité d'utilisation des argiles de cette région dans l'industrie céramique, surtout que l'importance des réserves et la facilité d'exploitation sont très encourageantes et même elles ont un grand appui dans plusieurs applications surtout comme support d'adsorption.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

B- GRANULOMÉTRIE :

1 - Introduction

L'analyse granulométrique d'un sol consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules. Il n'existe pas de méthode parfaite pour déterminer la granulométrie; l'exactitude de la méthode dépend de la nature du sol et, plus précisément, de la forme géométrique des particules et du pourcentage des matières organiques qu'elles renferment.

L'étude granulométrique des particules permet de déterminer la surface spécifique (m^2/g) du sol, ce qui permet d'estimer sa capacité d'adsorption des métaux et des substances organiques. Elle permet aussi d'estimer la quantité de matières en suspension et la quantité de matières sédimentées lorsque des travaux de dragage sont effectués.

Sur le terrain, nous avons été amenés à échantillonner là où c'était possible, et dans le souci de couvrir l'ensemble du secteur étudié, nous avons prélevé des échantillons pratiquement sur tous les niveaux étudiés.

2- Définition :

L'analyse granulométrique est une méthode d'étude au laboratoire d'un type bien particulier des roches sédimentaires détritiques meubles ou faiblement indurées (ciment essentiellement carbonaté). Elle amène des renseignements sur le mode de transport et par la même sur les milieux de dépôt dans lesquels se sont déposés ces sédiments.

3- Technique et méthode d'étude :

3.1. Sur le terrain :

Notre travail a consisté à bien suivre l'évolution verticale des sédiments détritiques. Sur l'affleurement naturel, nous avons tenu à repérer les niveaux dont les matériaux apparaissent friables ou faiblement indurés. Comme poids d'échantillon, nous avons opté pour 200 g

3.2 Au laboratoire :

a- Attaque aux acides :

Après avoir pesé l'échantillon (200 g), nous procédons à lui faire subir plusieurs attaques aux **acides** :

À l'acide chlorhydrique (HCl) dilué à froid afin d'éliminer le ciment carbonaté, et avec un papier pH-mètre, nous devons à plusieurs reprises s'assurer de la disparition du calcaire.

À l'acide chlorhydrique (HCl) concentré à chaud et l'acide nitrique (HNO_3) pour faire disparaître la matière ferrugineuse. Après chaque opération, nous avons procédé à un lavage sous un léger filet d'eau et enfin un dernier séchage de l'échantillon.

Le pourcentage des calcaires éliminés sera calculé par rapport au poids initial, pour en déterminer la calcimétrie et son évolution verticale.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

b- Tamisage :

Dans cette opération, nous avons utilisé une série de tamis entre (2 et 0.040 mm) appelée série A.F.N.O.R. Cette opération sera effectuée à sec. Les mailles des tamis décroissent de haut en bas en progression géométrique.

Nous avons placé l'échantillon en haut de colonne et à l'aide d'une secoueuse électrique, le sédiment est agité pendant une durée de 15 min avec une intensité de 5 et un temps d'arrêt de quelques secondes.

Cette méthode contribue à la bonne répartition des fractions de telle manière que chaque tamis ayant retenu les grains qui ont un diamètre compris entre sa maille et la maille du tamis immédiatement supérieur. Cette durée de tamisage semble être la mieux conçue pour un échantillon de poids de 200g, l'erreur ne pouvant dépasser sur les différentes fractions de 6 % du poids total (Gulink, 1943 in L. Berthois, 1975).

Après avoir pesé la retenue de chaque tamis, nous avons calculé les pourcentages (cumulés et de référence) par rapport au poids décarbonaté de refus, afin de dresser des courbes cumulatives de la fraction grossière ($> 40\mu$), en portant en ordonnées les pourcentages cumulés pour les courbes cumulatives, les pourcentages non cumulés (de référence) pour les histogrammes et en abscisses la taille des grains. Par conséquent, nous devons calculer les paramètres numériques à partir des courbes construites.

4- L'analyse granulométrique (Tableau n° 10) :

Quinze échantillons ont été prélevés dans la zone d'étude, à partir de la bordure NW de la Sebkha (**Touadjer**) jusqu'à la bordure SE (**Nâama 02**). L'analyse des échantillons ont été effectuée au laboratoire physique de géographie. L'analyse granulométrique porte sur les fractions (meubles) sableuses. Celles-ci après conditionnement (lavage et séparation de la fraction sableuse, séchage à l'étuve) sont tamisées dans une colonne de dix-huit tamis vibrants de maille comprises entre 0,08 et 2mm.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

Tableau n° 10 : les classes granulométriques en (%) des sables de la Sebkhha de Nâama.

	TI 02	TII 01	TII 02	TII 03	TII 04	TII 05	N01 01	N01 02	C 02	C 04	N02 01	N02 02	N02 03	N02 04	N02 05
Sable très grossier	20,9	0,44	1,5	2,5	7,6	0	35,1	36,2	23,8	11,9	33,4	67,4	31,4	19,6	4,8
Sable grossier	24,8	1,3	2	2,8	3,2	0,4	14,7	12,8	16,7	10,2	15,6	10,6	16,1	14,5	10,6
Sable moyen	19,8	10,6	4,7	5,2	2,5	5,2	16,3	7,1	42,1	20,2	9,1	6,6	15,6	18,1	26,6
Sable fin	19,6	62	25,7	38,6	37,7	51,1	10,1	16,2	14,5	28,6	16,1	6,7	9,4	24,3	37,6
Sable très fin	9,4	24,2	64,4	48,6	46,4	41,8	19,3	23,5	1,3	23,7	18,4	6,7	19,3	22,4	19,1
Limon très grossier	5,5	1,5	1,8	2,3	2,5	1,5	4,5	4,2	1,6	5,3	7,4	2	8,2	1,1	1,3

5- Caractéristiques granulométriques (Fig. 55) :

L'étude granulométrique des sables de la Sebkhha de Nâama a permis de déterminer six classes granulométriques. Il s'agit des sables très grossiers, des sables grossiers, des sables moyens, des sables fins, des sables très fins, des limons très grossiers (tableaux n° 10).

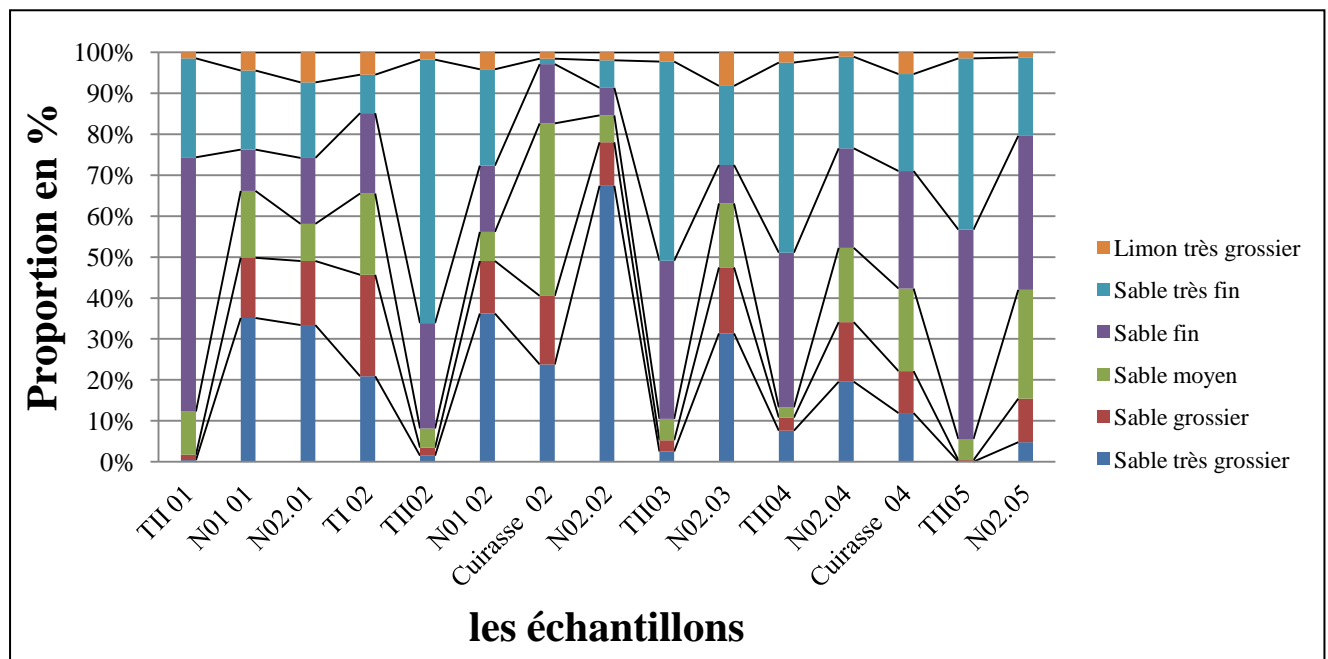


Figure 55 : Proportion des classes granulométriques des sables de la Sebkhha de Nâama.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

6- Expression graphiques des données :

Dans ce travail, nous allons explorer toutes les données (paramètres calculés) dans des représentations graphiques afin d'en sortir avec des interprétations concluantes :

a- Courbes cumulatives : (figures 56, 57, 58)

Les courbes cumulatives mettent en évidence la dispersion statistique des grains compris entre des limites de dimension resserrées, le sédiment est dit bien classé, bien trié ou homométrique. Si la pente est faible, le sédiment a des dimensions très variées, dit mal trié ou hétérométrique.

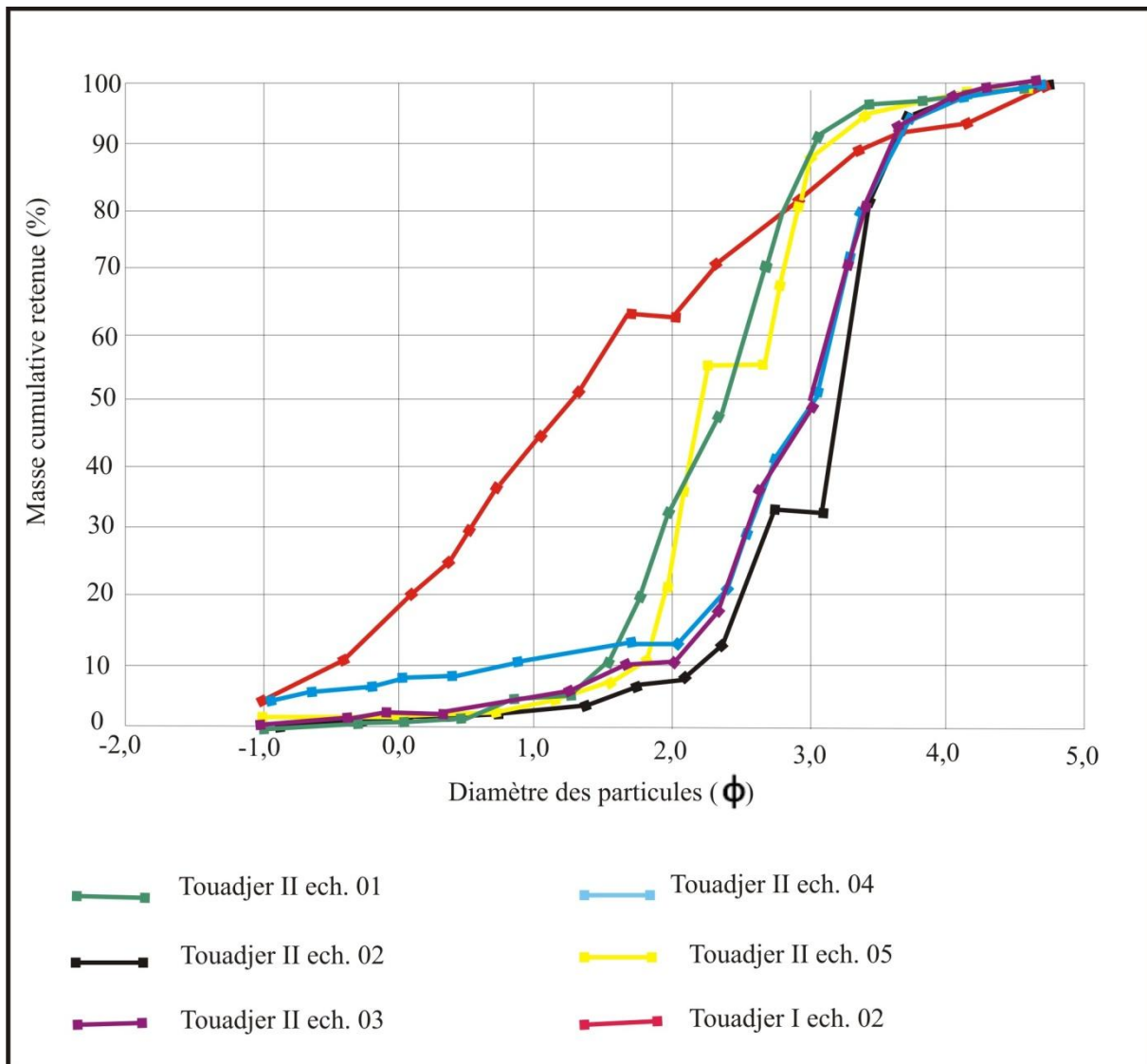


Figure 56 : courbes cumulatives de la fraction $> 0.040 \mu\text{m}$ dans la région de Touadjer.

Les courbes cumulatives de la fraction $> 0.040 \mu\text{m}$ dans la région de Touadjer ont la même pente, ce qui confirme la même origine de ces échantillons.

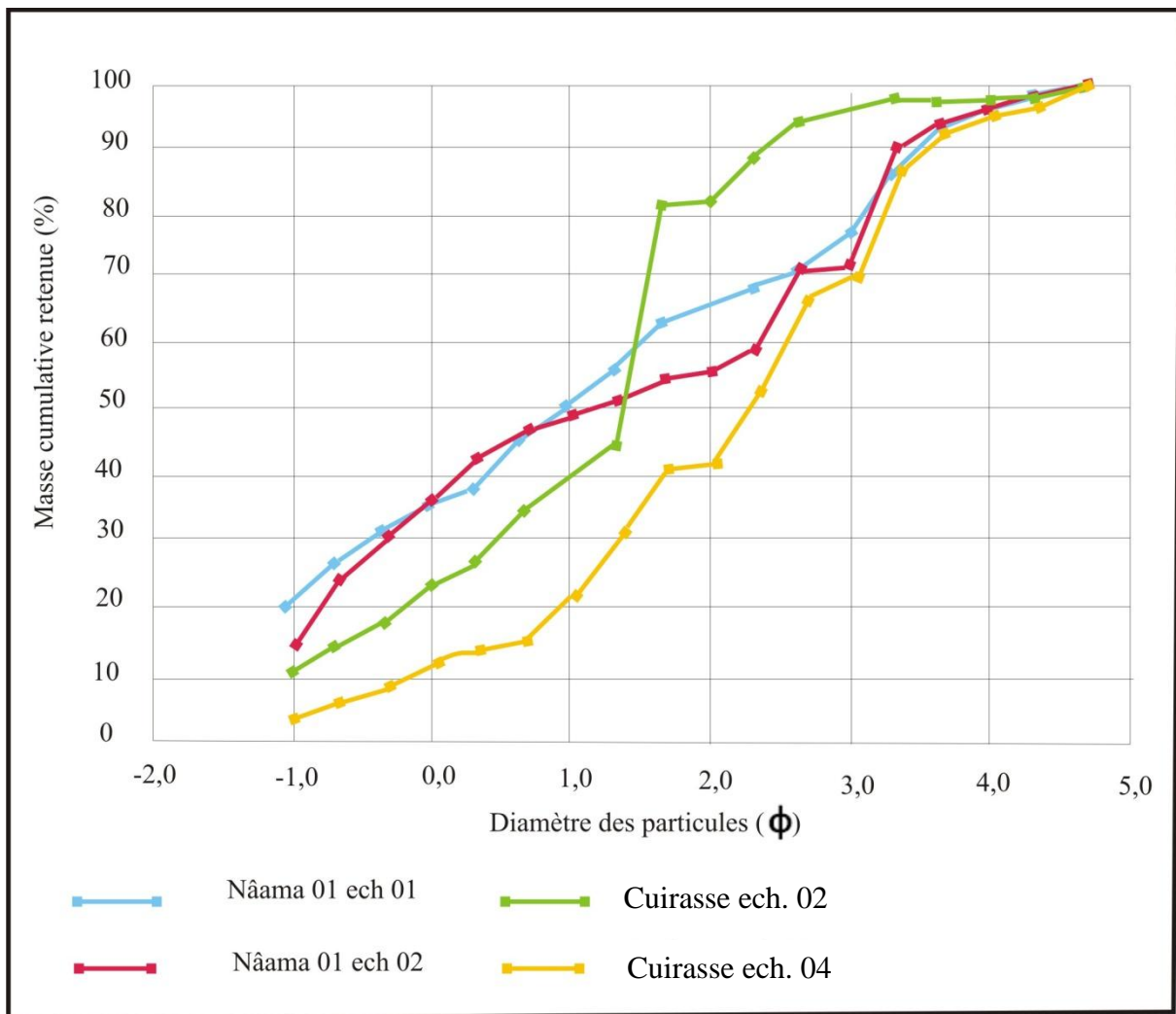


Figure 57: courbes cumulatives de la fraction > 0.040 µm dans la région de Nâama 01.

Les courbes cumulatives de la fraction > 0.040µm, montre que les sables de la cuirasse (Cuirasse éch. 02 et Cuirasse éch. 02) et de Nâama 01 (Nâama 01 éch. 01 et Nâama 01 éch. 02) ont la même pente donc ils sont de même origine.

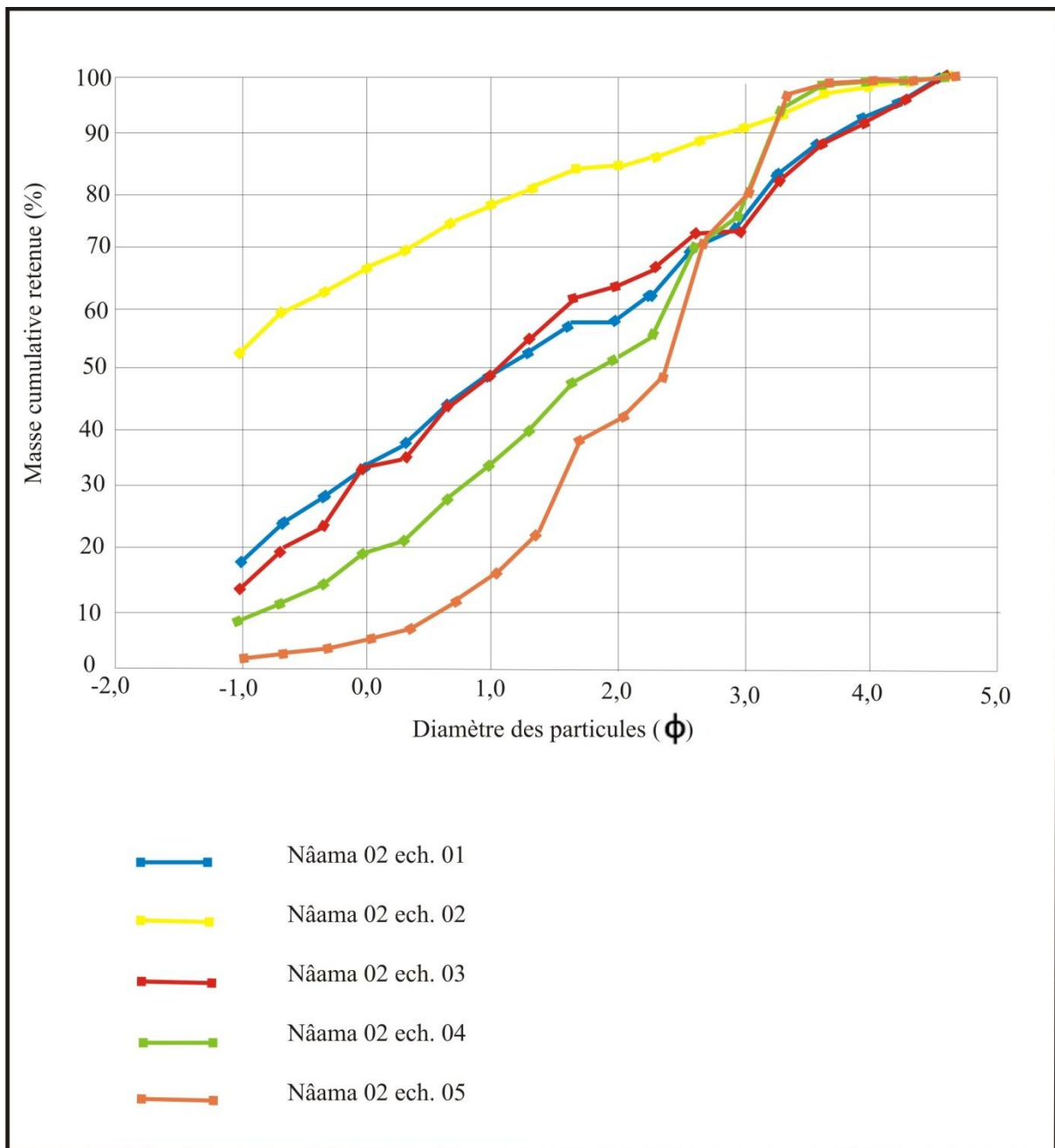


Figure 58: courbes cumulatives de la fraction $> 0.040 \mu\text{m}$ dans la région de Nâama 02.

Les sables du transect de Nâama 02 ont généralement la même origine, on observe la seule différenciation dans l'échantillon (02) (la pente de la courbe), cette dernière explique la variation des agents de formation de cet échantillon que les autres.

b- **Texture des échantillons**

La texture d'un sol correspond à la répartition dans ce sol des minéraux par catégorie de grosseur (en fait, diamètre des particules supposées sphériques) indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux. La texture du sol ne tient pas compte du calcaire et de la matière organique. Les particules sont classées en fonction de leur diamètre : blocs, galets et graviers (diamètre $> 2 \text{ mm}$) sont classés à part. La granulométrie proprement dite concerne la terre fine

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

(sables : $> 50 \mu\text{m}$, limons : de $50 \mu\text{m}$ à $2 \mu\text{m}$, argiles : $< 2 \mu\text{m}$). La classification de texture est représentée à l'aide d'un triangle, appelé triangle des textures (**fig. 59**), dont les trois côtés correspondent respectivement aux pourcentages de sable, de limon et d'argile.

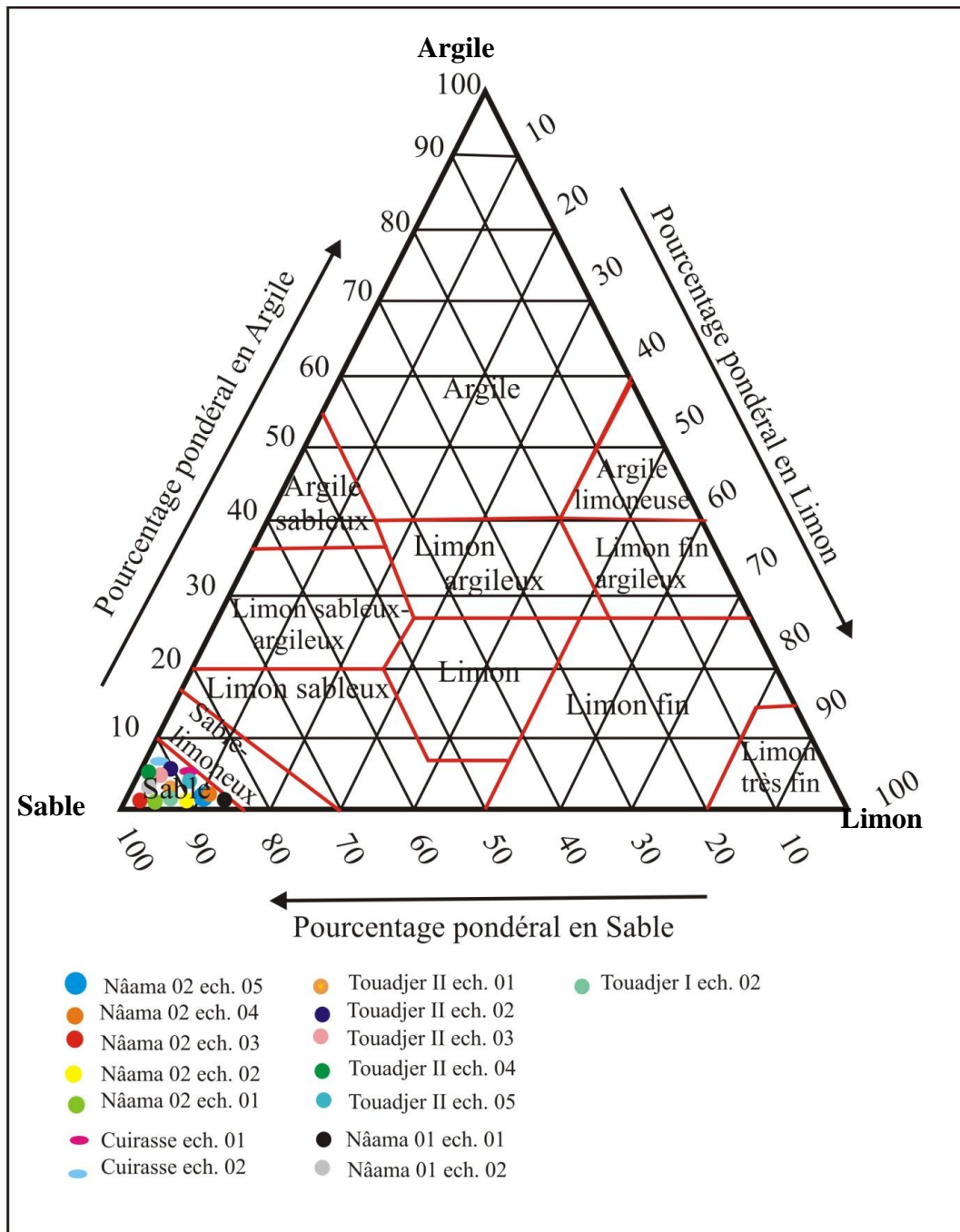


Figure 59 : Diagramme textural montrant les pourcentages (d'argile, de limon, et de sable) dans les classes fondamentales de texture des sables de la Sebka de Nâama.

La texture des sables de la Sebka de Nâama est identique dans tous les échantillons obtenus (texture sableuse). Ce résultat confirme la bonne perméabilité de la plaine de la Sebka de Nâama.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

c- Paramètres numériques lus (tableaux 11 et 12) :

L'établissement des courbes permet de tirer directement un certain nombre de paramètres qui caractérisent les échantillons et d'en conclure les principales caractéristiques des échantillons analysés, permettent de calculer les indices de **Folk et Ward (1957)**.

Tous ces paramètres numériques (Tableau n°11) et leurs interprétations (Tableau n°12) sont ressortis à partir du logiciel (Gradistat 4.0) :

1- MEDIAN : défini par la valeur de l'abscisse correspondant à l'ordonnée 25%.

Sable fin : sept échantillons représentent cette catégorie (Touadjer I éch. 02, Nâama 01 éch. 01, Nâama 01 éch. 02, Cuirasse éch. 04, Nâama 02 éch.01, Nâama 02 éch.03, Nâama 02 éch.04).

Sable moyen : six échantillons représentent cette catégorie (Touadjer I éch. 02, Nâama 01 éch. 01, Nâama 01 éch. 02, Nâama 02 éch.01, Nâama 02 éch.03, Nâama 02 éch.04).

Sable grossier : deux échantillons représentent cette catégorie (Cuirasse éch. 02, Nâama 02 éch.02)

2- Sorting (SO) : c'est un indice de mauvais tri (classement), appelé aussi (*coefficient de trask*), calculé en millimètre (mm).

$$SO = \frac{\sqrt{Q3/Q1}}{1}$$

Si ;	SO < 2.5	—————>	sédiment très bien classé.
	2.5 < SO < 3.5	—————>	sédiment normalement classé.
	3.5 < SO < 4.5	—————>	sédiment assez bien classé.
	SO > 4.5	—————>	sédiment mal classé.

Bien classé : huit échantillons sont bien classés (Touadjer II éch.01, Touadjer II éch.02, Touadjer II éch.03, Touadjer II éch.04, Touadjer II éch.05, Cuirasse éch. 02, Nâama 02 éch.02, Nâama 02 éch.05).

Mal classé : sept échantillon sont mal classés (Touadjer I éch. 02, Nâama 01 éch. 01, Nâama 01 éch. 02, Cuirasse éch. 04, Nâama 02 éch.01, Nâama 02 éch.03, Nâama 02 éch.04).

3- Skewness (Sk) : en phi (Φ)

Si ;	Sk = 0	—————>	classement est symétrique.
	Sk > 0	—————>	encombrement de la partie fine.
	Sk < 0	—————>	encombrement de la partie grossière.

Très fine symétrique : deux échantillons impliquent l'encombrement de la partie très fine (Touadjer II éch.05, Nâama 02 éch.02).

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

Fine Symétrique : cinq échantillons impliquent l'encombrement de la partie fine (Touadger I éch. 02, Nâama 01 éch. 01, Nâama 01 éch. 02, Nâama 02 éch.01, Nâama 02 éch.03).

Grossière Symétrique : trois échantillons impliquent l'encombrement de la partie grossière (Nâama 02 éch.04, Cuirasse éch. 04, Touadger II éch.01).

Très grossière Symétrique : cinq échantillons impliquent l'encombrement de la partie très grossière (Nâama 02 éch.05, Cuirasse éch. 02, Touadger II éch.04, Touadger II éch.03, Touadger II éch.02).

4- Kurtosis (K) de Folk et Ward (1957) :

$$Kg = \frac{(P95-P5)}{2.44 (P75-P25)}$$

Si ; $Kg > 1$ —————> courbe leptocurtique, classement meilleur au centre.

$Kg < 1$ —————> courbe platicurtique, classement meilleur aux extrémités.

Classement Meilleur au centre : (Touadger II éch.01, Touadger II éch.02, Touadger II éch.03, Touadger II éch.04, Nâama 02 éch.02).

Classement Meilleur aux extrémités : (Nâama 01 éch. 01, Nâama 01 éch. 02, Cuirasse éch. 02, Nâama 02 éch.01, Nâama 02 éch.03, Nâama 02 éch.04).

Mésocurtique : (Nâama 02 éch.05, Cuirasse éch. 04, Touadger II éch.05, Touadger I éch. 02).

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

Unités	En micromètre (µm)							En unité PHI (φ)						
	MO 1	MO2	MO3	MEAN	SO	(Sk)	(K)	MO 1	MO 2	MO 3	MEAN	SO	(Sk)	(K)
Touadjer I éch. 02	357,5	715,0	225,0	405,395	2,931	-0,146	0,947	1,494	0,494	2,160	1,302	1,551	0,146	0,946
Touadjer II éch.01	142.5	225.0		161.8	1.456	0.123	0.876	2.822	2.161		2.628	0.542	-0.123	0.876
Touadjer II éch.02	112.5	180.0		128.5	1.511	0.481	1.166	3.161	2.483		2.960	0.595	-0.481	1.166
Touadjer II éch.03	112.5	180.0		133.2	1.664	0.365	1.347	3.161	2.483		2.908	0.734	-0.365	1.347
Touadjer II éch.04	112.5	180.0		140.0	1.994	0.468	2.070	3.161	2.483		2.837	0.995	-0.468	2.070
Touadjer II éch.05	180.0	112.5		149.5	1.394	-0.330	0.905	2.483	3.116		2.742	0.479	0.330	0.905
Nâama 01 éch. 01	112.5	715.0	357.5	448.3	3.148	-0.253	0.468	3,160	0,494	1,494	1,157	1,654	0,252	0,468
Nâama 01 éch. 02	112.5	180.0	1800.0	456.6	3.199	-0.149	0.466	3.161	2.483	-0.839	1.131	1.677	0.149	0.466
Cuirasse éch. 02	357.5	715.0	225.0	511.4	2.190	0.314	0.870	1.494	0.494	2.161	0.967	1.131	-0.314	0.870
Cuirasse éch. 04	112.5	180.0	357.5	238.8	2.586	0.211	0.995	3.161	2.483	1.494	2.066	1.371	-0.211	0.995
Nâama 02 éch.01	112.5	180.0	715.0	443.0	3.389	-0.228	0.518	3.161	2.483	0.494	1.175	1.761	0.228	0.518
Nâama 02 éch.02	715.0	90.00	357.5	913.4	2.033	-1.570	1.287	0.494	3.483	1.494	0.131	1.024	1.570	1.287

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

Nâama 02 éch.03	112.5	715.0	357.5	411.3	3.392	-0.214	0.594	3.161	0.494	1.494	1.282	1.762	0.214	0.594
Nâama 02 éch.04	112.5	180.0	357.5	335.8	2.727	0.212	0.682	3.161	2.483	1.494	1.574	1.447	-0.212	0.682
Nâama 02 éch.05	180.0	112.5	357.5	224.9	2.007	0.342	0.938	2.483	3.161	1.494	2.152	1.005	-0.342	0.938

Tableau n°11 : Tableau récapitulatif des paramètres granulométriques.

Paramètres Echantillons	MEAN	Sorting (SO)	Skewness (Sk)	Kurtosis (K)	Nom du sédiment	Mode et classement	Texture
Touadjer I éch. 02	Sable moyen	Mal classé	Fine Symétrique	mésocurtique	Sable grossier	Polymodal, mal classé	Sable
Touadjer II éch.01	Sable fin	Bien classé	Grossière Symétrique	Classement Meilleur au centre	Sable fin	Bimodal, bien classé	Sable
Touadjer II éch.02	Sable fin	Bien classé	Très grossière Symétrique	Classement Meilleur au centre	Sable Très fin	Bimodal, bien classé	Sable
Touadjer II éch.03	Sable fin	Bien classé	Très grossière Symétrique	Classement Meilleur au centre	Sable Très fin	Bimodal, bien classé	Sable
Touadjer II éch.04	Sable fin	Bien classé	Très grossière Symétrique	Classement Meilleur au centre	Sable Très fin	Bimodal, bien classé	Sable
Touadjer II éch.05	Sable fin	Bien classé	Très fine symétrique	mésocurtique	Sable fin	Bimodal, bien classé	Sable

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

Nâama 01 éch. 01	Sable moyen	Mal classé	Fine symétrique	Classement Meilleur aux extrémités	Sable très grossier	Polymodal, mal classé	Sable
Nâama 01 éch. 02	Sable moyen	Mal classé	Fine symétrique	Classement Meilleur aux extrémités	Sable très grossier	Polymodal, mal classé	Sable
Cuirasse éch. 02	Sable grossier	Bien classé	Très grossière Symétrique	Classement Meilleur aux extrémités	Sable moyen	Polymodal, Bien classé	Sable
Cuirasse éch. 04	Sable fin	Mal classé	grossière Symétrique	mésocurtique	Sable fin	Polymodal, mal classé	Sable
Nâama 02 éch.01	Sable moyen	Mal classé	Fine symétrique	Classement Meilleur aux extrémités	Sable très grossier	Polymodal, mal classé	Sable
Nâama 02 éch.02	Sable grossier	Bien classé	Très fine symétrique	Classement Meilleur au centre	Sable très grossier	Polymodal, Bien classé	Sable
Nâama 02 éch.03	Sable moyen	Mal classé	Fine symétrique	Classement Meilleur aux extrémités	Sable très grossier	Polymodal, mal classé	Sable
Nâama 02 éch.04	Sable moyen	Mal classé	Grossière Symétrique	Classement Meilleur aux extrémités	Sable fin	Polymodal, mal classé	Sable
Nâama 02 éch.05	Sable fin	Bien classé	Très grossière Symétrique	mésocurtique	Sable fin	Trimodal, Bien classé	Sable

Tableau n°12 : interprétation des paramètres granulométriques.

Quatrième Chapitre: Etude des minéraux argileux et analyse granulométrique

Conclusion

Les résultats obtenus ont permis de construire un schéma de l'évolution horizontale et verticale des sables du bassin versant de la Sebkha de Nâama.

L'évolution horizontale plus évidente que l'évolution verticale. On remarque que nous allons des transect formés de sables très fins (Touadjer), à des transect formés par des sables fins, voire jusqu'au sable grossier (**fig. 60**).

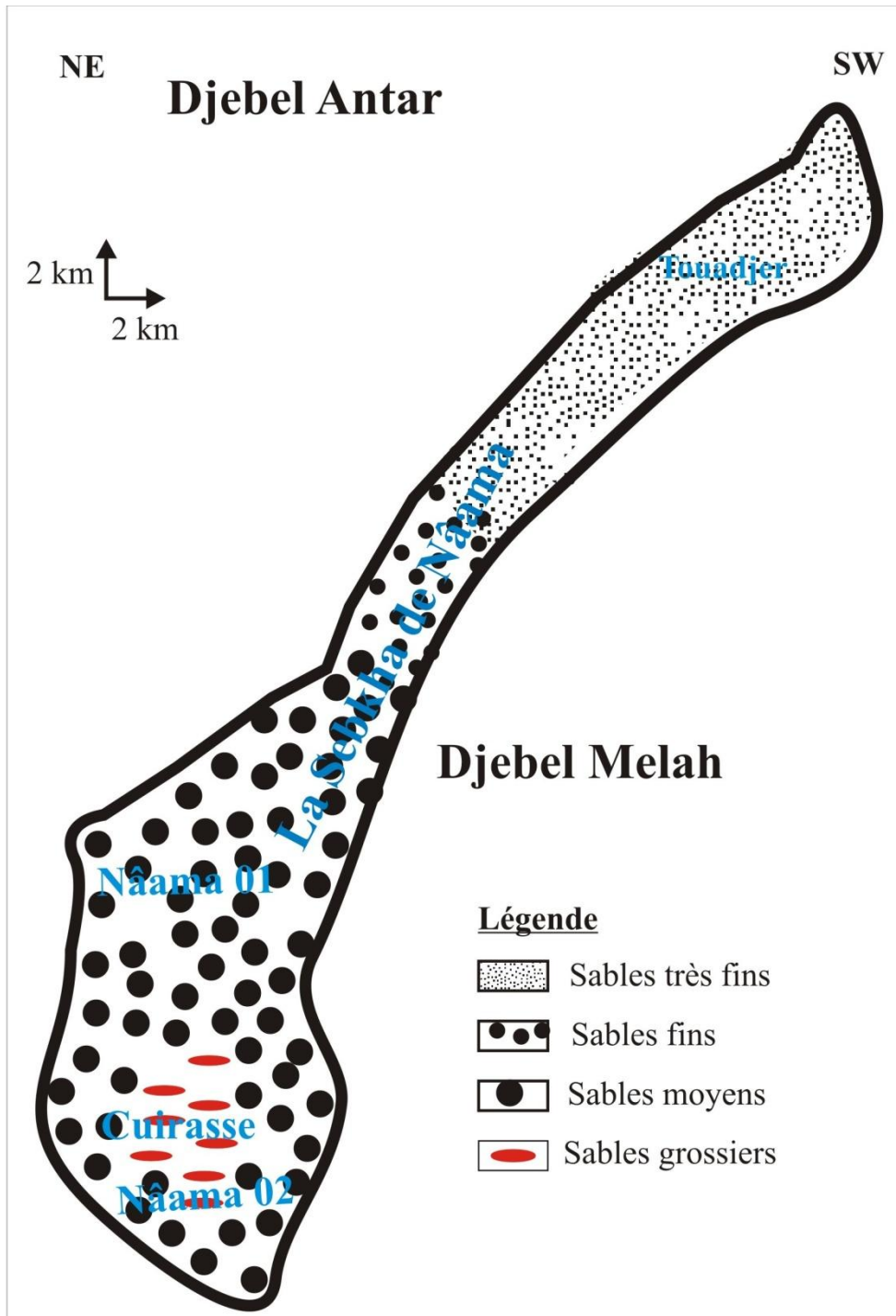


Figure 60 : l'évolution horizontale des sables de la Sebkha de Nâama.

Conclusion générale :

Les zones endoréiques connaissent une importance en Algérie, notamment dans la région des hautes plaines oranaises, elles sont caractérisées par une hydrologie et une morphodynamique particulière, ce sont de véritables réceptacles d'apports liquides et solides.

Les inondations se produisent d'une part ; par suite aux violentes précipitations et averses sur des bassins versant montagneux dont l'aptitude aux écoulements est élevée et d'autre part par la remontée lente et progressive du niveau d'eau dans les Sebkhass en hiver.

Les Sebkhass sont le résultat de l'érosion hydro-éolienne et d'un déblaiement éolien. Ces cuvettes sont alimentées en eau de manière discontinue soit par l'écoulement des oueds en saison des pluies, soit par les eaux des nappes souterraines, qui remontent vers la surface, lors des saisons chaudes, en suivant des failles et à travers les pores des grains constitutifs des différents horizons. À la surface, les cristaux de sels sont soumis à l'action du vent, et à son processus de creusement.

La structure géologique présente les mêmes strates d'un bord à l'autre de la dépression. Cette continuité structurale isole des buttes témoins, des promontoires, aux embouchures des ravins et constitue autant de preuves d'actions exclusivement érosives combinées et exclue l'hypothèse d'actions tectoniques. Si des subsidences actives peuvent contribuer localement à leur existence elles ne constituent pas par conséquent une condition indispensable de l'endoréisme. En définitive, celui-ci est fondamentalement lié au caractère déficitaire du bilan hydrique qui engendre un creusement par le vent.

Suite à une étude comparée réalisée par **GUIRAUD (1990)** sur plusieurs Sebkhass, la localisation structurale ne saurait régir directement l'implantation d'une Sebkhass et d'un chott à savoir la localisation des chotts dans des cuvettes synclinales, En effet les conditions nécessaires et suffisantes à la localisation d'une dépression fermée se limitent à l'existence simultanée de roches réservoirs imprégnées par un aquifère en charge, d'une topographie telle que la surface piézométrique se trouve à une côte supérieure à celle du sol, et, enfin, d'un climat aride à semi-aride.

D'après sa morphostructuration et son cadre géodynamique la Sebkhass de Nâama a été classée à la catégorie appartenant au domaine des Sebkhass installées sur gouttières synclinales. Cette dernière bénéficiant d'une situation topographique où l'écoulement des

Conclusion générale

eaux usées (excès d'eau d'irrigation) est acheminé par le canal collecteur qui longe toute la vallée du Sud vers le Nord.

Les eaux de ruissellement empruntent les lits d'oueds à fond plat largement encaissé pour s'accumuler finalement dans des dépressions endoréiques (ex. le bassin endoréique de la Sebkhha de Nâama).

En effet, les Sebkhhas sont des dépressions fermées salées, à régime hydrologique superficiel sous la dépendance des fréquences et de l'ampleur des crues des oueds périphériques de dimensions variables (principalement l'Oued Rhouiba au Nord et le collecteur de l'Oued Melah au Sud), Elles offrent toujours une topographie remarquable par leur platitude apparente caractérisée par un tapis de cristallisation salines.

A partir de plusieurs sondages effectués dans le bassin de Sebkhha de Nâama, la séquence type se présente par une succession des sables et d'argile sableuse (**fig.61**). A travers ces sondages, on a remarqué que la nappe supérieure est d'environ 70cm et la deuxième nappe à environ 5m.

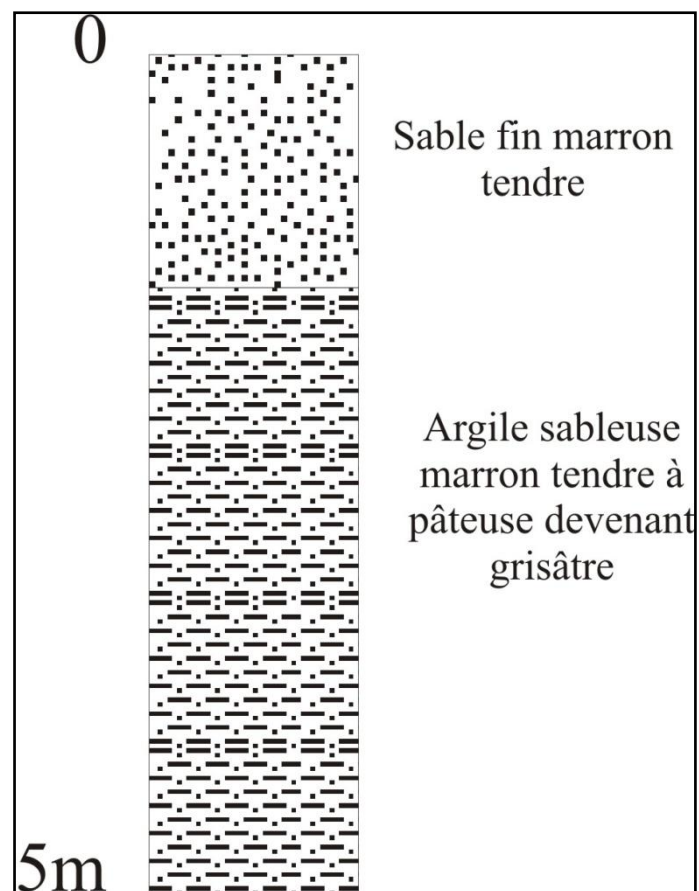


Figure 61 : la séquence type de la Sebkhha de Nâama.

Conclusion générale

L'étude granulométrique des sables de la Sebkhia de Nâama, a permis de déterminer six classes granulométriques. Il s'agit des limons très grossiers, des sables très fins, des sables fins, des sables moyens, des sables grossiers, des sables très grossiers. La classe la plus dominante est le sable fin. Les analyses granulométriques montrent que l'évolution texturale des sables de le bassin endoréiques (la Sebkhia de Nâama) sur le plan vertical et horizontal la même texture (sableuse) dans l'évolution verticale et horizontale (**fig. 62**).

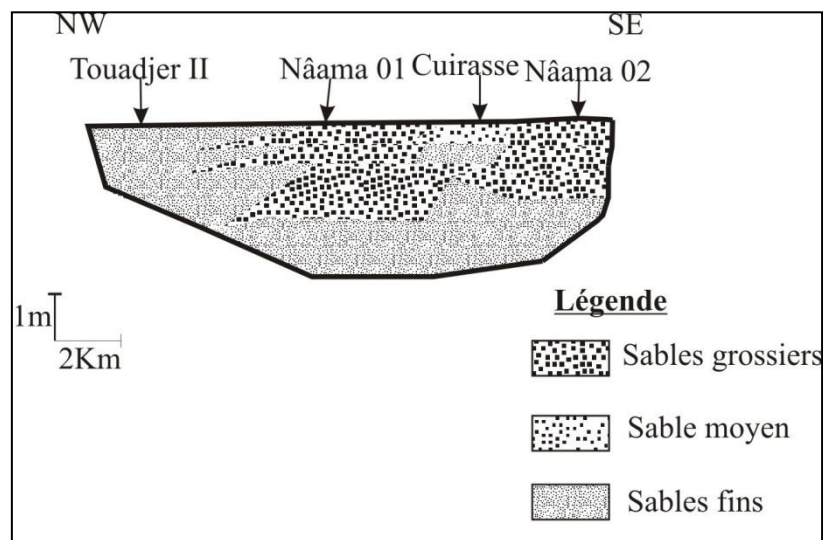


Figure 62 : l'évolution texturale des sables du bassin endoréique (La Sebkhia de Nâama).

Après l'étude des graphiques de Diffractogramme des rayons X des argiles de la Sebkhia de Nâama, les résultats obtenus, montrent que sur un plan vertical, il n'y a pas d'évolution importante, en revanche, l'évolution horizontale est beaucoup plus évidente (**fig. 63**) Dans cette dernière on remarque, que nous allons d'un horizon de mauvais drainage au Nord (Touadjer II) à des horizons de bon drainage au Sud (Nâama 02).

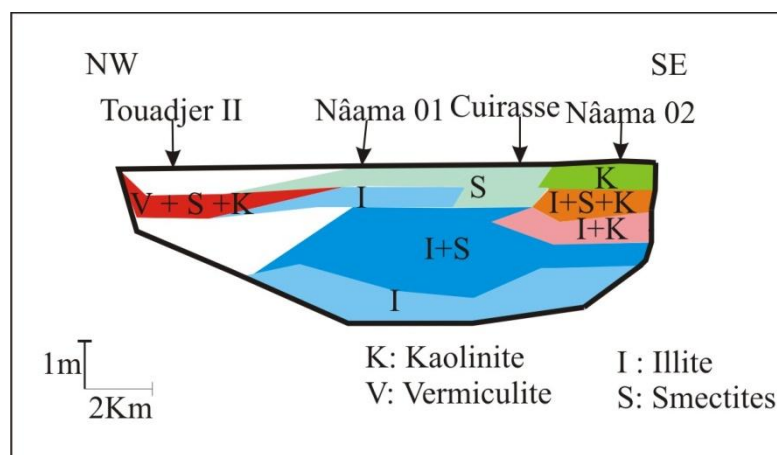


Figure 63 : Coupe schématisée montrant l'évolution des éléments argileux du bassin endoréique (La Sebkhia de Nâama).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AIDOUD, NEDJRAOUI et TOUFFET (1982) - Biomasse végétale et minéralomasse dans un faciès à Armoise blanche. *Bull. Soc. Afrique du Nord* 69 (3-4) 47-58

AISSIOU F. (2010) - Etude du phénomène de gonflement d'un sol argileux, *Thèse de Magister*, Univ. des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger, pp : 8-13.

AIT OUALI R. (1991) – Le rifting des Monts des Ksour au Lias : organisation du bassin, diagenèse des assises carbonatées. Place dans les ouvertures mésozoïques au Maghreb. *Thèse Doct. Sci., Alger*, 297 p., 147 fig., 16 tab. 6 pl.

AZZOUZ F., (2006) - Contribution à l'étude de la stabilisation chimique de quelques argiles gonflantes de la région de Tlemcen", *Thèse de Magistère*, Univ. de Abou beker Belkaid, Tlemcen ; pp : 9-14

BASSOULLET J.P. (1973) - Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). *Thèse Sci. Nat., Paris VI*, 497 p., 50 fig., 32 pl.

BELMAHI Mohamed Nadir (2014) - Ensablement aménagement dans les milieux arides et semi sur les marges nord-ouest de l'Atlas saharien Algérien. *Thèse doctorat*, Univ. D'Oran 2, 276 p., 64 fig., 38 tab.

BENABADJI N. et BOUAZZA M., (2000) - Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à Artemisia herba-alba Asso. dans l'Oranie (Algérie occidentale). *Rev. Sci. Chang. Plan. Paris* Vol. 11, N° 2, 117-23.

BENABADJI N. et BOUAZZA M., (2002) - Contribution à l'étude du cortège floristique de la steppe au Sud d'El Aricha (Oranie, Algérie). *Sci. Tech.* N° spécial. Pp : 11-19.

BENGHERAI A. (2011) - Evolution du phénomène de désertification dans le sud Oranais (Algérie). *Thèse de doctorat Départ. D'Agro-Forest.* Univ. Tlemcen. 138 p

BENSAID A., (2006) - SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride: le cas de la wilaya de Nâama. *Thèse doc.* Univ. d'Oran, Es-senia. 299p

BENDAANOUN, M. (1981) -Etude synecologique et dynamique de la vegetation halophile et hydro-halophile et de l'estuaire de Bou-Reg-Reg (Atlantique du Maroc). Application et perspectives d'aménagement. *Thèse Doct. Ing.* Univ. St Jerome, Aix-Marseille III, 221 p.

BENDIMERED, N. (2006) - Etude des huiles essentielles de Pseudocytisus integrifolius (Salishb.) Rehder et Sinapis arvensis L. Plantes crucifères de la région ouest d'Algérie, mise

Références bibliographiques

en évidence de composés et conséquences nutritives. *Thèse doct.* Chimie appliquée. Univ. Tlemcen, 140 p + annexes

BERTHOIS L. (1975) – les roches sédimentaires. Etude sédimentologiques des roches meubles, Doin.

BOUAZZA M., (1995) - Etude phyto-écologique des steppes à *Stipa tenacissima* L et *Lygeum spartum* L au Sud de Sebdou (Oranie - Algérie). *Thèse Doct.* Univ. Tlemcen. 153 p + annexes.

BOUKHARI Y. 2016. Etude de l'impact des pratiques culturales sur l'évolution des sols des écosystèmes steppiques de l'Algérie. *These doc. en science*, option : Sciences de la Terre et de l'Univers. Univ. Mascara. 181 p

BOUZENOUNE (1984) - Étude phytoécologique et phytosociologique des groupements végétaux du sud oranais (W. Saida), *Thèse 3ème cycle.* Univ. Sci. Tech. H. Boumediène, Alger, 225p.

BRINDLEY. G. W, BROWN. G, (1980) - Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification. *Mineralogical society*, London.

CAILLERE S., HENIN S., and RAUTUREAU M., (1982) « Minéralogie des argiles » *Masson, Tomes 1 et 2*, 184p et 189p.

CAMILLE TRUCHE (2010) - Caractérisation et quantification des minéraux argileux dans les sols expansifs par spectroscopie infrarouge aux échelles du laboratoire et du terrain. *Thèse Doct.* Univ. Toulouse 3 Paul Sabatier, 229p

CHAUMONT M., PAQUIN C., (1971) - Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord à l'échelle 1/500 000e, 4 feuilles + notice. *Soc. Hist Nat.* Afrique du Nord, Alger, 25p.

COQUE R. (1962) - La Tunisie présaharienne. Étude géo morphologique. *Thèse Lettres*, Paris, 1962. Paris, Golin, 1962, 1 vol. 27 x 21 de 476 p., 85 fig., 30 pl. phot.

COQUE R., (1977) - géomorphologie. Ed Armand Collin.paris. P452

DESPOIS (1955) - La Tunisie Orientale. SAHEL ET BASSE STEPPE. Etude géographique. . Paris, Presse Universitaires de France, 1955. Un volume In-4

Références bibliographiques

DJEBAILI S., AIDOU D., NEDJRAOUI D., ET POISSONET J., (1982) - "Evaluation des ressources pastorales dans les hautes plaines steppiques du Sud oranais", *Rev. Biocénoses*, N°2 C.R.B.T. pp. 43-62.

EMBERGER, L. (1955) - Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Fac. Se.* 7(11): 3-43.

ERDEMOGLU M., ERDEMOGLU S., SAYILKAN F., AKARSUD M., SENER S., SAYILKAN H. (2004) - *App. Clay Sci.* 27 – 41p.

ESLINGER and PEAVER (1988) - Clay minerals for petroleum geologists and engineers, SEPM Short course 22. *Soc. Economic paleontologists and mineralogists*, Tulsa, USA.

FILLALI Khadija (2011) - Etude hydrogéologique du synclinal de Nâama (Monts des Ksour, Atlas saharien occidental), *Mém. Magister*, Univ. d'Oran, 168p.

FLAMAND G.B.M. (1911) – Recherches géologiques et géographiques sur le Haut Pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et territoires du Sud). *Thèse Sci., Lyon, n°47* et *A. Rey (édit.), Lyon, 1001 p., 157 fig., 22 cartes, 16 pl.*

Folk RL, Ward WC. (1957) - Barrage de la rivière Brazos: une étude sur la signification des paramètres de granulométrie. *Journal du pétrographie sédimentaire* 27: 3-26

FREDERIC B. (2001) - Prise en compte du gonflement des terrains pour le dimensionnement des revêtements des tunnels», *Thèse de doctorat*, de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, page: 11.

GAOMBALE J. (2004) - Le gonflement des argiles et ses effets sur les ouvrages souterrains de stockage", *Thèse de doctorat*, Univ. de l'Ecole Polytechnique, France ; pp : 32-34.

GALMIER (1972) – Photogéologie de la région d'Ain Sefra (Algérie). *Thèse de doctorat* Etat Fac. Sci., Paris, 320 p., 9 cartes h.t. ronéot.

Greco J. (1966) – L'érosion, la défense et la restauration des sols, le Reboisement en Algérie. *Publication Univ. Agr. Révolution Agraire*. Algérie.

GUIRAUD R. (1990) - Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpin en Algérie D'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. *Publication : Office national de la géologie*, Alger 249 p.

Références bibliographiques

HALITIM A. (1988) - Sols des régions arides d'Algérie. O.P.U, Alger, P384

HULIN M. (1983) – Cours de drainage. Partie consacrée aux sols salés. Cours photocopié, Vol. 3, INA, Algérie, 139p.

JOLY F., (2006) - Les eaux sauvages des régions arides. Notions de base sur l'hydrologie des déserts. Géomorphologie : relief, processus, environnement, 4: 285-298p.

KOOPMANSCHAP E., HAMMAMI M., KLOK C. (2011) - Lac Ayata dans la Vallée d'Oued Righ. Quick-scan of options and preliminary recommendations for the Management of Lake Ayata in the Valley of Oued Righ. Wageningen: Centre for Development Innovation Wageningen UR edition.

LACOSTE A. et SALANON R., (2001) - Elément de biogéographie et d'écologie. *Ed. Nathan* université, Paris, 318 p.

LE HOUEROU (1995) - Informe de viaje à Chile.9 pp. Multigr., IADIZA, Mendoza.

MAHOWALD N.M., BRYANT R.G., CORAL J.D. AND L. STEINBERGER. (2003) - Ephemeral lakes and desert dust sources. *Geophysical Research Letters* 30: 1–4p.

MAHMOUDI S. (2014) - Caractérisation et évaluation des systèmes de culture dans la wilaya de Nâama. Département d'agronomie Faculté des Sciences. *Thèse de Mag.* Univ. Abou Bakr Belkaïd. Tlemcen. 129p.

MALKI D. (2015) - contribution a l'étude géologique et a la caractérisation qualitative d'un gisement de calcaire a Mécheria (SNC ISSAADI), *Mém. Master*, Univ. Tlemcen, 83p.

MANIERE R. et CHAMIGNON C. (1986) - Cartographie de l'occupation des terres en zones arides méditerranéennes par télédétection spatiale. Exemple d'application sur les hautes plaines sud oranaises ; Mécheria au 1/200.000ème. *Ecologia mediterranea* ; Tome XII .Fax 1-2. PP 159-185.

MEDIANI M'hammed Salah (2016) - Etude sédimentologique de la sédimentation ancienne et actuelle de la cuvette de Sbaa (Sebkha de Sbaa Sahara Occidental, Algérie), *Mém. Master* Univ. Oran 02, 80p.

MEKAHLI L. (1998) – Evolution des Monts des Ksour (Algérie) de l'Hettangien au Bajocien. Biostratigraphie, sédimentologie, paléogéographie et stratigraphie séquentielle. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, France, n°147, 319 p., 67 fig., 49 pl.

Références bibliographiques

MEKKI F. (2014) - Etude de la série triasique et du passage Trias-Lias des Monts des Ksour (exemple Djebel Melah) Et comparaison avec Djenien Bou Rezg, Tiout Et Aïn Ouarka (Atlas Saharien Occidental, Algérie), *Mém. Ing. Univ. Tlemcen*, 84p, 21 fig., 8 pl.

MEKKI L. (2005) - Méthodologie d'étude et techniques d'identification des paramètres de comportement des sols fins soumis à des cycles de sécheresse prolongée, application aux argiles expansives de Msila. *Thèse de magister, Univ. Mohamed Boudiaf, Msila* ; pp :10-16.

MILLOT G. (1964) - Géologie des argiles. *Masson, Paris VII*, 197 p.

MOORE and REYNOLDS (1989) - X-Ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. Oxford University Press.

MOORE D. REYNOLDS JR R. C. M , (1997) - X-Ray Diffraction. and the Identification and analysis of clay minerals. Oxford University Press, Oxford.

MOUSSA K. (1999) - Quelques aspects géomorphologiques, hydrogéologiques, biologiques et chimiques de la sebkha d'Oran; implications environnementales. Séminaire national sur l'Agronomie et l'Hydraulique en zones arides et semi-arides, Ouargla 8, 9 et 10 Novembre 1999.

MOUSSA K. (2000a) - Quelques aspects géologiques, géomorphologiques, hydrogéologiques, biologiques et chimiques de la sebkha d'Oran (Algérie) implications environnementales. Fifth International Conference on the Geology of the Arab World (GAW-5), February 2000, Cairo-university.

MOUSSA K. (2000b) - Histoire d'un bassin sédimentaire endoréique : la sebkha d'Oran, 4^{ème} Séminaire de Géologie pétrolière, C.R.D, Boumerdès 13-15 Novembre 2000.

MOUSSA K. (2007) - Etude d'une sebkha : La Sebkha d'Oran, Algérie. *Thèse de doctorat, Univ. Oran*, 205 p., 153, fig., 5 tab., 12 pl-Ph-ht.

NEDJRAOUI D., BESSAH R., ROZE F. (1999) - Activité cellulolytique in vitro des sols de deux steppes à alfa (*Stipa tenacissima* L.) d'Algérie. *Ecologia Mediterranea*, 25(2), 185-192.

POUGET M. (1973) - Une manifestation particulière et méconnue de la salure dans les steppes du sud Algérois : les plages de la salure sur les glacis quaternaires à croûte calcaire''. *Bill. Soc. Hist. Nat. Afri. Nord. Alger*, tome 64, fasc. 1 et 2, pp 15-24.

Références bibliographiques

QUEZEL P. et SANTA S. (1962) - Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris. Tome 1 et 2. 1117 p.

RUSSEL J. D, FRASER A. R. (1996) - Infrared methods. Clay mineralogy: spectroscopic and chemical determinative methods / ed. par M. J. WILSON. London : Chapman and Hall,) p. 11-67.

SAMRAOUI B., CHAKRI K., AND SAMRAOUI F. (2006) - Large branchiopods (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) from the salts lakes of Algeria. *Journal of Limnology* 65: 83–88.

SAMRAOUI B. AND SAMRAOUI F. (2008) - An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl* 58: 71–96.

SELTZER P. (1946) - le climat de l'Algérie. Institut de météorologie et physique du globe, Alger, Algérie, 219p.

STEWART TH. (1974) - un nouveau climagramme pour l'algérie et son application au barrage vert. *Extr.de la Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, 65, 239-252.

STONE O.R. (1967)- A desert glossary. *Earth- Science Reviews*, 3: 211-268.

SWARTZEN-ALLEN S. L. AND MATIJEVIC E. (1974) - Surface and colloid chemistry of clays. *Chem. rev.* 74, 385-400.

TRICART (1973) - la géomorphologie dans les études intégrées d'aménagement du milieu naturel. *Annales. Geo. T.X.V. Paris.*

VAN OLPHEN H. (1963)- « An Introduction to Clay Colloid Chemistry» Ed. Inter science, New York.

ZAIR M. (2011)- Bilan écologique et socio-économique des reboisements dans la wilaya de Nâama. *Thèse Mag. Univ. de Tlemcen.* 236p

ZEMENU GEREMEW Y. (2009) - Analyse des processus de retrait-gonflement des sols argileux en réponse à des sollicitations hydriques cyclique Rôle de la microstructure""", *Thèse de doctorat*, Ecole nationale supérieure des mines, Paris ; pp: A2-A18.

Planches Photographiques

Planche 1 : le transect de Djebel Antar

Photo 01 : aperçu global dans la région de Djebel Antar.

Photo 02 : les dolomies de Lias supérieur (la surface ferrugineuse).

Photo 03 : la formation argileux-gréseuse qui recouverts les assises dolomitiques de la « Dalle des Haute plateaux » (la Dolomie de l'Antar).

Photo 04 : les indices de glissement (miroir du faille), indique que la région de Djebel Antar subit une tectonique cassant.

Photo 05 : les argiles sableuse de Néogène.

Planches Photographiques

Planche 1



Planches Photographiques

Planche 2 : le transect de Touadjer

Photo 01 : Aperçu globale de la région de Touadjer (la limite Nord-ouest de la sebkha de Nâama).

1 : Djebel Antar

2 : la bordure Nord-ouest de la Sebkhha de Nâama.

Photo 02 : la plaine sebkhaïque dans la région de Touadjer

1 : la plaine de la Sebkhha de Nâama (la région de Touadjer).

2 : Djebel Melah.

Photo 03 : les rides du courants sur les calcaires-gréseux de la formation qui borde la Sebkhha.

Photo 04 : la formation argileux-gréseuse

Photo 05 : la dune sableuse qui couvre la bordure de la Sebkhha de Nâama (la région de Touadjer).

Planche 2



Planche III : la Sebkhia de Nâama (la plaine sebkhiaique).

Photo 01 : la plaine de la Sebkhia de Nâama.

Photo 02 : la bordure Sud-est de la Sebkhia de Nâama

1 : la carapace calcaire de la bordure de Sebkhia de Nâama.

2 : les sables fin marron tendre de la Sebkhia de Nâama.

Photo 03 : l'ensemble de la bordure Sud-est du bassin versant de la Sebkhia de Nâama.

1 : Djebel Melah (la dolomie de Souiga).

2 : les dunes de la bordure de Sebkhia.

3 : la plaine de Sebkhia et la végétation halophile de la Sebkhia.

Photo 04 : l'ensemble du bassin versant de la sebkhia de Nâama.

1 : Djebel Antar.

2 : la bordure Nord-ouest du bassin versant de la Sebkhia de Nâama.

3 : la plaine de la sebkhia de Nâama.

4 : la bordure Sud-est du bassin versant de la Sebkhia de Nâama.

Photo 05 : la nappe supérieure de la Sebkhia de Nâama.

Planche 3



Planche 4 : le Centre de la Sebkhha de Nâama

Photo 01 : la Cuirasse.

1 : la croûte supérieure de la Cuirasse formé par des calcaires dolomitiques

2 : les sables-argileux de la Cuirasse.

Photo 02 : la nappe supérieure de la Sebkhha de Nâama.

Photo 03 : la Sebkhha de Nâama au période sèche (mois de Juin 2015)

Photo 04 : les butes de la Sebkhha de Nâama et les apports éoliens.

1 : les butes

2 : les apports éoliens.

Photo 05 : la Sebkhha de Nâama en période fraîche (mois de Décembre 2015)

Planche 04

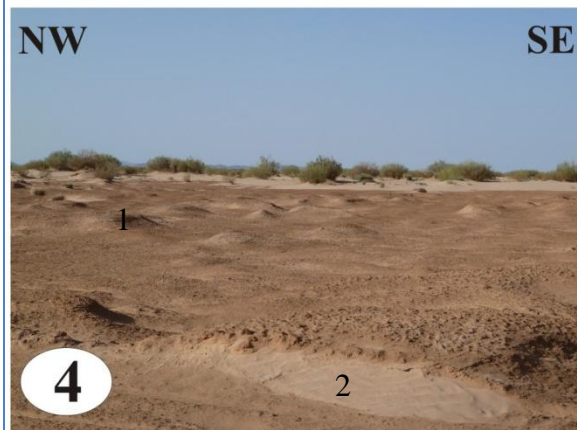


Planche 5 : le transect de Djebel Melah

Photo 01 : aperçu globale de Djebel Melah.

1 : Djebel Melah (la dolomie de Souiga).

2 : Oued Melah

3 : les dunes de la bordure Sud-est de la Sebkha de Nâama.

Photo 02 : Les premiers indices de la Sebkha.

1 : le pied de Djebel Melah.

2 : Oued Melah.

3 : les dunes sableuses.

Photo 03 : la terminaison Nord-ouest de Djebel Melah.

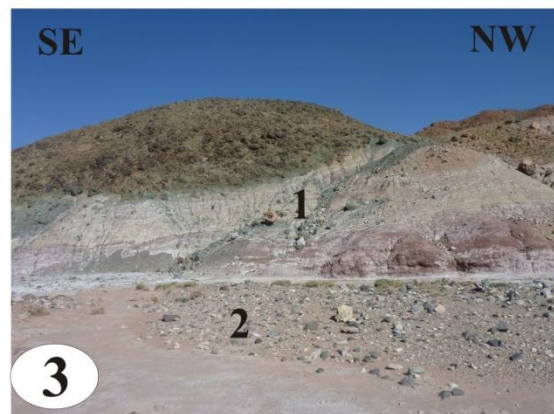
1 : le complexe triasique de Djebel Melah.

2 : Oued Melah.

Photo 04 : les paléosols de la bordure de Sebkha de Nâama (le transect de Djebel Melah).

Photo 05 : Un canal d'Oued Melah débouché vers la Sebkha de Nâama.

Planche 5



ANNAXES

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	8	5,192107996	100
1,6	5	3,245067497	94,807892
1,25	6,69	4,341900312	91,56282451
1	11,7	7,593457944	87,2209242
0,8	9	5,841121495	79,62746625
0,63	16,19	10,50752856	73,78634476
0,5	12	7,788161994	63,2788162
0,4	12,14	7,879023884	55,49065421
0,315	17,07	11,07866044	47,61163032
0,25	0,45	0,292056075	36,53296989
0,2	12,36	8,021806854	36,24091381
0,16	7,2	4,672897196	28,21910696
0,125	9,8	6,360332295	23,54620976
0,1	8,52	5,529595016	17,18587747
0,08	4,25	2,758307373	11,65628245
0,063	1,25	0,811266874	8,897975078
0,05	2,26	1,466770509	8,086708204
0,04	6,1	3,958982347	6,619937695
> 0,040	4,1	2,660955348	2,660955348
	154,08	100	

Tableau n°13 : Analyse granulométrique de l'échantillon Touadjer I ech 02

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	0,35	0,2	100
1,6	0,17	0,09714286	99,8
1,25	0,12	0,06857143	99,70285714
1	0,05	0,02857143	99,63428571
0,8	0,3	0,17142857	99,60571429
0,63	0,57	0,32571429	99,43428571
0,5	1,4	0,8	99,10857143
0,4	4,67	2,66857143	98,30857143
0,315	0,88	0,50285714	95,64
0,25	12,78	7,30285714	95,13714286
0,2	37	21,1428571	87,83428571
0,16	25	14,2857143	66,69142857
0,125	45	25,7142857	52,40571429
0,1	33,5	19,1428571	26,69142857
0,08	6,8	3,88571429	7,548571429
0,063	1,43	0,81714286	3,662857143
0,05	1,35	0,77142857	2,845714286
0,04	1,23	0,70285714	2,074285714
> 0,040	2,4	1,37142857	1,371428571
	175	100	

Tableau n° 14: Analyse granulométrique de l'échantillon Touadjer II ech 01

Annexe

dimension des tamis (mm)	poids (g)	Poids en (%)	Poids en (%) cumulés
2	2	1,142857143	100
1,6	0,33	0,188571429	98,85714286
1,25	0,14	0,08	98,66857143
1	0,1	0,057142857	98,58857143
0,8	0,36	0,205714286	98,53142857
0,63	2,16	1,234285714	98,32571429
0,5	1	0,571428571	97,09142857
0,4	1,28	0,731428571	96,52
0,315	4,48	2,56	95,78857143
0,25	2,34	1,337142857	93,22857143
0,2	9	5,142857143	91,89142857
0,16	35,38	20,21714286	86,74857143
0,125	0,4	0,228571429	66,53142857
0,1	80,69	46,10857143	66,30285714
0,08	26,13	14,93142857	20,19428571
0,063	5,2	2,971428571	5,262857143
0,05	1,67	0,954285714	2,291428571
0,04	1,5	0,857142857	1,337142857
> 0,040	0,84	0,48	0,48
	175	100	

Tableau n° 15: Analyse granulométrique de l'échantillon Touadjer II ech 02

Annexe

dimension des tamis (mm)	poids (g)	Poids en %	poids cumulés
2	0,65	0,363128492	100
1,6	1,38	0,770949721	99,63687151
1,25	0,84	0,469273743	98,86592179
1	1,63	0,910614525	98,39664804
0,8	0,1	0,055865922	97,48603352
0,63	2,63	1,469273743	97,4301676
0,5	2,22	1,240223464	95,96089385
0,4	2,12	1,184357542	94,72067039
0,315	5,84	3,262569832	93,53631285
0,25	1,25	0,698324022	90,27374302
0,2	12,79	7,145251397	89,57541899
0,16	34	18,99441341	82,4301676
0,125	21,91	12,24022346	63,43575419
0,1	48,13	26,88826816	51,19553073
0,08	31,45	17,5698324	24,30726257
0,063	6,79	3,793296089	6,737430168
0,05	3,02	1,687150838	2,944134078
0,04	1,25	0,698324022	1,25698324
> 0,040	1	0,558659218	0,558659218
	179	100	

Tableau n°16 : Analyse granulométrique de l'échantillon Touadjer II ech 03

Annexe

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	6,53	3,685517553	100
1,6	2,2	1,241675133	96,31448245
1,25	2	1,128795575	95,07280731
1	2,65	1,495654137	93,94401174
0,8	0,65	0,366858562	92,4483576
0,63	3	1,693193363	92,08149904
0,5	2	1,128795575	90,38830568
0,4	2,2	1,241675133	89,2595101
0,315	1,5	0,846596681	88,01783497
0,25	0,65	0,366858562	87,17123829
0,2	12,58	7,100124168	86,80437973
0,16	35,59	20,08691726	79,70425556
0,125	18,28	10,31719156	59,6173383
0,1	50,17	28,315837	49,30014674
0,08	25,11	14,17202845	20,98430974
0,063	6,35	3,583925951	6,812281296
0,05	2,52	1,422282425	3,228355345
0,04	2,05	1,157015464	1,80607292
> 0,040	1,15	0,649057456	0,649057456
	177,18	100	

Tableau n° 17 : Analyse granulométrique de l'échantillon Touadger II ech 04

Annexe

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	0	0	100
1,6	0	0	100
1,25	0,05	0,028875	100
1	0,03	0,017325	99,97112497
0,8	0,06	0,03465	99,95379995
0,63	0,18	0,1039501	99,91914992
0,5	0,4	0,2310002	99,81519982
0,4	1	0,5775006	99,58419958
0,315	3	1,7325017	99,00669901
0,25	4,83	2,7893278	97,27419727
0,2	8,55	4,9376299	94,48486948
0,16	77,2	44,583045	89,54723955
0,125	1,06	0,6121506	44,96419496
0,1	56,18	32,443982	44,35204435
0,08	10,5	6,0637561	11,90806191
0,063	4,26	2,4601525	5,844305844
0,05	2,38	1,3744514	3,384153384
0,04	0,23	0,1328251	2,00970201
> 0,040	3,25	1,8768769	1,876876877
	173,16	100	

Tableau n°18 : Analyse granulométrique de l'échantillon Touadjer II ech 05

Annexe

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	35	19,5607221	100
1,6	11.82	6,60593528	80,43927793
1,25	7.8	4,35924663	73,83334265
1	7.4	4,13569552	69,47409602
0,8	4.65	2,59878165	65,33840049
0,63	13	7,26541105	62,73961885
0,5	8.39	4,68898452	55,47420779
0,4	10.4	5,81232884	50,78522327
0,315	12.6	7,04185995	44,97289443
0,25	5.9	3,29737886	37,93103448
0,2	4.9	2,73850109	34,63365562
0,16	4.19	2,34169787	31,89515453
0,125	9.6	5,36522662	29,55345666
0,1	16.4	9,16559548	24,18823003
0,08	12.72	7,10892528	15,02263455
0,063	4.8	2,68261331	7,913709272
0,05	3.5	1,95607221	5,231095959
0,04	4.64	2,59319287	3,275023752
> 0,040	1.22	0,68183088	0,681830884
	178.93	100	

Tableau n° 19: Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 01 ech. 01

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	25,79	14,56486135	100
1,6	16,73	9,448240809	85,43513865
1,25	12	6,776980855	75,98689784
1	9,12	5,15050545	69,20991698
0,8	11,35	6,409894392	64,05941153
0,63	7,23	4,083130965	57,64951714
0,5	4	2,258993618	53,56638617
0,4	4,35	2,45665556	51,30739256
0,315	5,6	3,162591066	48,850737
0,25	2,56	1,445755916	45,68814593
0,2	6,85	3,868526571	44,24239002
0,16	20,11	11,35709042	40,37386344
0,125	1,47	0,830180155	29,01677303
0,1	30,48	17,21353137	28,18659287
0,08	7,8	4,405037556	10,9730615
0,063	2,93	1,654712825	6,568023945
0,05	4,65	2,626080081	4,91331112
0,04	2,93	1,654712825	2,287231039
> 0,040	1,12	0,632518213	0,632518213
	177,07	100	

Tableau n° 20: Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 01 ech. 02.

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	17	10,130505	100
1,6	7	4,1713843	89,86949526
1,25	6,4	3,8138371	85,69811096
1	9,33	5,5598594	81,88427388
0,8	6	3,5754723	76,32441452
0,63	13,1	7,8064478	72,74894226
0,5	8,64	5,1486801	64,94249449
0,4	8,16	4,8626423	59,79381443
0,315	61	36,350635	54,93117216
0,25	1	0,595912	18,58053751
0,2	11	6,5550325	17,98462547
0,16	9,14	5,4466361	11,42959299
0,125	4	2,3836482	5,982956916
0,1	1,54	0,9177045	3,599308742
0,08	0,35	0,2085692	2,681604195
0,063	0,25	0,148978	2,47303498
0,05	0,35	0,2085692	2,324056969
0,04	2,33	1,3884751	2,115487754
> 0,040	1,22	0,7270127	0,727012693
	167,81	100	

Tableau n°21 : Analyse granulométrique de l'échantillon Cuirasse ech. 02.

Annexe

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	5,76	3,1681426	100
1,6	3,88	2,134096	96,83185743
1,25	4,46	2,4531104	94,6977614
1	7	3,8501733	92,24465101
0,8	2,89	1,5895715	88,39447775
0,63	3,15	1,732578	86,80490622
0,5	12,1	6,6552995	85,07232825
0,4	15,4	8,4703812	78,41702877
0,315	18,76	10,318464	69,9466476
0,25	1,69	0,9295418	59,62818327
0,2	19,28	10,604477	58,69864144
0,16	24,49	13,470106	48,09416424
0,125	6,9	3,7951708	34,62405808
0,1	27,35	15,043177	30,8288873
0,08	10,7	5,8852648	15,78571036
0,063	3,9	2,1450965	9,90044552
0,05	3,2	1,7600792	7,755348991
0,04	6,35	3,4926572	5,995269787
> 0,040	4,55	2,5026126	2,502612618
	181,81	100	

Tableau n° 22: Analyse granulométrique de l'échantillon Cuirasse ech 04

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	30,52	16,4386513	100
1,6	10,9	5,87094689	83,5613487
1,25	8,39	4,51901325	77,69040181
1	9,49	5,11149413	73,17138856
0,8	6,75	3,63567812	68,05989443
0,63	11,85	6,38263492	64,42421631
0,5	9	4,84757083	58,04158139
0,4	7	3,77033287	53,19401056
0,315	8,55	4,60519229	49,42367769
0,25	0,6	0,32317139	44,8184854
0,2	8	4,30895185	44,49531401
0,16	13,56	7,30367338	40,18636217
0,125	7	3,77033287	32,88268879
0,1	16	8,61790369	29,11235592
0,08	9,53	5,13303889	20,49445222
0,063	7	3,77033287	15,36141334
0,05	6	3,23171389	11,59108047
0,04	7,3	3,93191856	8,359366584
> 0,040	8,22	4,42744802	4,427448023
	185,66	100	

Tableau n°23: Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 02 ech. 01.

Annexe

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	17,25	9,6004007	100
1,6	12,25	6,8176759	90,39959929
1,25	7,4	4,1184328	83,58192342
1	18	10,017809	79,46349065
0,8	2,83	1,5750223	69,44568121
0,63	15,9	8,849065	67,87065895
0,5	9,35	5,2036955	59,02159394
0,4	11,1	6,1776492	53,81789849
0,315	12,28	6,8343722	47,64024933
0,25	3,8	2,1148709	40,80587711
0,2	5,76	3,205699	38,69100623
0,16	10,21	5,6823241	35,48530721
0,125	0,4	0,222618	29,80298308
0,1	16,15	8,9882012	29,58036509
0,08	11,25	6,2611309	20,59216385
0,063	6,15	3,4227516	14,33103295
0,05	7,1	3,9514693	10,90828139
0,04	7,5	4,1740873	6,95681211
> 0,040	5	2,7827248	2,782724844
	179,68	100	

Tableau n°24 : Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 02 ech. 02.

Annexe

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	96,46	52,171561	100
1,6	13	7,0312077	47,82843853
1,25	6	3,2451728	40,79723079
1	7,45	4,0294229	37,55205798
0,8	6	3,2451728	33,52263508
0,63	8	4,3268971	30,27746227
0,5	5,26	2,8449348	25,9505652
0,4	5.43	2,9368814	23,10563037
0,315	6	3,2451728	20,16874899
0,25	0.58	0,3137	16,92357618
0,2	3.38	1,828114	16,60987614
0,16	5.15	2,78544	14,78176213
0,125	3.65	1,9741468	11,99632214
0,1	4.25	2,2986641	10,02217535
0,08	6.1	3,299259	7,723511277
0,063	1.78	0,9627346	4,424252258
0,05	2.6	1,4062415	3,461517659
0,04	1.2	0,6490346	2,05527611
> 0,040	2.6	1,4062415	1,406241549
		100	

Tableau n° 25: Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 02 ech, 03.

Annexe

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	16	8,1462247	100
1,6	5,84	2,973372	91,85377527
1,25	6,59	3,3552263	88,88040324
1	10,1	5,1423044	85,52517693
0,8	4	2,0365562	80,38287256
0,63	13,78	7,0159361	78,34631638
0,5	10,76	5,4783361	71,33038033
0,4	12,09	6,1554911	65,85204419
0,315	15,55	7,9171122	59,69655313
0,25	8	4,0731124	51,77944097
0,2	8,15	4,1494832	47,7063286
0,16	29,22	14,877043	43,55684537
0,125	10,3	5,2441322	28,67980245
0,1	34,4	17,514383	23,43567028
0,08	8,53	4,3429561	5,921287104
0,063	1	0,509139	1,578331042
0,05	1	0,509139	1,069191996
0,04	1,1	0,560053	0,56005295
> 0,040			
	196,41	100	

Tableau n°26 : Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 02 ech. 04.

Annexe

dimension des tamis (mm)	poids	Poids en %	poids cumulés
2	2	1,199184555	100
1,6	1,2	0,719510733	98,80081545
1,25	2	1,199184555	98,08130471
1	2,65	1,588919535	96,88212016
0,8	2,13	1,277131551	95,29320062
0,63	7,37	4,418995083	94,01606907
0,5	8	4,796738218	89,59707399
0,4	10,46	6,27173522	84,80033577
0,315	26,62	15,96114642	78,52860055
0,25	6,69	4,011272335	62,56745413
0,2	11,07	6,637486509	58,5561818
0,16	36,9	22,12495503	51,91869529
0,125	14	8,394291882	29,79374026
0,1	27,32	16,38086101	21,39944838
0,08	3,7	2,218491426	5,018587361
0,063	0,4	0,239836911	2,800095935
0,05	0,2	0,119918455	2,560259024
0,04	2	1,199184555	2,440340568
> 0,040	2,07	1,241156014	1,241156014
	166,78	100	

Tableau n°27 : Analyse granulométrique de l'échantillon Nâama 02 ech. 05

Etude géologique et environnementale de la Sebkha de Nâama : modèle de fonctionnement d'un système endoréique sous climat aride (Algérie sud-ouest).

Résumé :

La région des plaines sud-oranaises constitue un espace géographique, géomorphologique, géologique et climatique très contrasté. Dans ce contexte hétérogène, se trouve le secteur d'étude de la Sebkha de Nâama.

La Sebkha de Nâama est une dépression apparue au Nord-Ouest du Djebel Melah entre l'accident nord-atlasique et l'accident Souiga-Melah au Sud et l'accident sud mésétien au Nord. Elle est caractérisée par son sol salé. La direction de l'orographie correspond à la direction tectonique générale.

Le climat du secteur étudié est de type aride supérieur à hiver frais, caractérisé par des écoulements temporaires analogues à de simples drainages endoréiques. Les vents déterminent une forte évaporation qui remobilise fortement les plans d'eau libres des Sebkhas, des Chotts et des eaux des nappes libres peu profondes.

Les petits oueds au Nord de l'Atlas saharien occidental se perdent rapidement dans les dépressions. La Sebkha de Nâama recueille les pluies tombées sur le flanc nord-ouest du Djebel Melah.

D'après sa morphostructuration et son cadre géodynamique, la sebkha de Nâama on l'a classé dans la catégorie des Sebkhas installées sur gouttières synclinales (le synclinal de Nâama).

L'étude lithostratigraphique montre que le bassin-versant de la Sebkha de Nâama ayant évolué au cours du Plio-Quaternaire. La séquence-type de cette évolution se présente par une succession de sables et d'argile sableuse.

L'analyse granulométrique des sables de la Sebkha de Nâama a permis de déterminer six classes granulométriques, il s'agit des limons très grossiers, des sables très fins, des sables fins, des sables moyens, des sables grossiers et des sables très grossiers.

Suite à l'étude diffractogramétrique aux rayons X des argiles de la Sebkha de Nâama, les résultats obtenus montrent que sur un plan vertical, il n'y a pas d'évolution importante, en revanche, l'évolution horizontale est beaucoup plus évidente. On remarque qu'on va d'un horizon de mauvais drainage au Nord (Touadjer) à des horizons de bon drainage au Sud (Nâama 02).

Mots-clés : la Sebkha de Nâama, le climat, aride, endoréique, synclinal, Djebel Melah,

الدراسة الجيولوجية والبيئية لسبخة النعامة: نموذج التشغيل لنظام مكان التبخر تحت مناخ جاف (الجزائر، الجنوب الغربي)

الملخص

ان منطقة السهول الجنوبية للقطاع الوهراني تتشكل من حيز جغرافي و جيومورفولوجي و جيولوجي و مناخي جد متباين في هذا السياق غير المتجانس، تتواجد منطقة الدراسة "سبخة النعامة"

ان سبخة النعامة هي عبارة عن تجويف ظهر في الشمال الغربي من جبل ملاح ، بين فالق الشمال الأطلسي وفالق السويقة-ملاح من الجهة الجنوبية والفالق الجنوبي الميسيتا الوهرانية من الجهة الشمالية تتصف بتربته المالحة. الاتجاه التكتوني العام يتوافق مع اتجاه الجبال.

ان مناخ منطقة النعامة قاري جاف بشتاء بارد ، يتميز بتدفقات مؤقتة متشابهة بصرف (drainage) بسيط مغلق . ان الرياح تساعد في تبخر الأسطح المائية الحرة للسبخات وللشطوط و للمياه الجوفية الحرة غير العميقة.

ان الأودية الصغيرة في شمال الأطلس الصحراوي الغربي سرعان ما تغيب في المنخفضات. ان سبخة النعامة تجمع الأمطار المنحدرة من الجهة الشمالية الغربية من جبل ملاح.

ووفقا للشكل البنوي وفي اطار الحركة الجيولوجية سبخة النعامة صنفها ضمن السبخات المتبته على الأحواض المقعرة.

تشير دراسة التطبيق تشكيلات الرسوبية أن الحوض المجمع لمياه سبخة النعامة تطور خلال الحقبة الرابعة للعصر الحديث . (Quaternaire). ان النموذج المتسلسل لهذا التطور يحدث بتعاقب الرمل والصلصال الرملي.

ان تحليل حجم جسيمات (granulométrie) رمال سبخة النعامة سمح بتحديد ستة فئات حجمية (الطمي الخشن جدا والرمل جد الناعم والرمل الناعم والرمل المتوسط و الرمل الخشن والرمل الخشن جدا).

تبعا لدراسة مخططات أنماط الأشعة السينية لصلصال سبخة النعامة، بينت النتائج أن على مستوى السطح العمودي، ليس هناك تطور مهم، بينما تبين ان التطور الأفقي أكثر وضوحا. اذا نلاحظ أننا نذهب من أفق ذو صرف سيء في الشمال (تواجرج) الى افق ذو صرف جيد في الجنوب (نعامة 02).

الكلمات المفتاحية : سبخة النعامة و المناخ و جاف و سيلان داخلي و حوض مقعر و جبل ملاح،