

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل
Université Mohammed Seddik Benyahia - Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : des Sciences de la Terre et de
l'Univers



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم : علوم الأرض و الكون

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Géologie**

Option : Ressources Minérales Géomatériaux et Environnement

Thème

**Etude comparative des paramètres granulométriques et
minéralogiques des sables de plage d'Oued Zhour et de
Tassoust (Jijel, Nord - Est Algérien)**

Membres de Jury

Président : Bouzenoune Azeddine

Examineur: Boulaouidat Lamia

Encadrant : Belmadrek . Sonia

Présenté par :

Bensouilah chafiai

Année Universitaire 2019-2020

Numéro d'ordre (bibliothèque) :

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à remercier en premier lieu DIEU miséricordieux qui m'a donné la volonté et la patience pour achever ce mémoire malgré la crise de la pandémie du virus corona

J'adresse ma profonde et respectueuse gratitude à mon encadreur Mme **Belmedrek Sonia** pour son aide précieuse, ses conseils et sa disponibilité.

Je remercie les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Je remercie les enseignants du département des Sciences de la Terre et de l'Univers de l'université de Jijel.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes chères parents ma mère et mon père

A toute ma famille, mes frères

A tous mes amis

A toute la promo du Master RMGE 2020

Résumé

Le présent travail a pour but de faire une comparaison sur les caractéristiques granulométriques et minéralogiques de la plage de Oued zhour à l'extrême Est de la wilaya et la plage de Tassoust au centre de la wilaya de jijel.

L'étude granulométrique a révélé que les sables des deux plages sont caractérisés par une granulométrie moyenne qui semble être influencée par un enrichissement en fraction grossière, cette granulométrie est le résultat d'une dérive littorale et une dérive marine de forte énergie

L'étude minéralogique a révélé la présence d'un cortège minéralogique semblable pour les deux plages, ce cortège, principalement représenté par le quartz , feldspaths , biotites , muscovite , grenat rose , zircon , l'épidote , tourmaline , l'hématite , l'ilménite pyrite , fragment de roches et calcite est le résultat de la dégradation des roches avoisinantes.

Mots clés :

sable de plage, caractéristiques granulométriques, caractéristiques minéralogiques, plage de Oued Zhour, plage de Tassoust, jijel

Abstract

The purpose of this work is to make a comparison of the granulometry and mineralogical characteristics of the Oued Zhour sand beach at the extreme east of Jijel province and Tassouste sand beach in the center of the state of jijel.

The particle size study revealed that the two beaches are characterized by an average particle size which seems to be influenced by coarse fraction enrichment; this particle size is the result of coastal drift and high energy marine drift

The mineralogical study revealed the presence of a similar mineralogical composition for the two sand beaches, this composition, mainly represented by quartz, feldspars, biotitic, muscovite, pink garnet, zircon, epidotic, tourmaline, hematite, limonite pyrite, fragment of rocks and calcite, is the result of the degradation of neighboring rocks.

Keywords :

beach sand, grain size characteristics, mineralogical characteristics, Oued Zhourbeach, Tassoust beach, jijel

المخلص:

الغرض من هذا العمل هو إجراء مقارنة بين الخصائص الحبيبية والمعدنية لشاطئ واد الزهور في أقصى شرق الولاية وشاطئ تاسوست في وسط ولاية جيجل.

كشفت دراسة حجم الجسيمات أن الشاطئين يتميزان بحجم جسيم متوسط يبدو أنه يتغذى بأجزاء خشنة ، وهذا الحجم الجسيمي ناتج عن الانجراف الساحلي والانجراف البحري عالي الطاقة.

كشفت الدراسة المعدنية عن وجود تركيب معدني مماثل للشاطئين ، وهذا الموكب تتكون بشكل رئيسي من الكوارتز ، الفلسبار ، البيوتايت ، المسكوفيت ، العقيق الوردي ، الزركون ، الإيدوت ، التورمالين ، الهيماتيت ، الإلمنيت البيريت ، جزء من الصخور والكالسيت. ناتج عن تجوية الصخور المجاورة.

كلمات مفتاحية:

رمال الشاطئ ، خصائص حجم الحبوب ، الخصائص المعدنية ، شاطئ واد الزهور ، شاطئ تاسوست ، جيجل

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	

Chapitre I : Introduction générale et cadre géographique

I.1.Introduction.....	1
I.2.Situation géographique.....	2
I.3.Le climat et végétation.....	2
I.4. Réseau hydrographique.....	3
I.5. Historique des travaux.....	4

Chapitre II : Géologie régionale

II.1. Introduction.....	6
II.2. Domaine interne :.....	6
II.2.1.1. Le socle Kabyle	7
II.2.1.2. La dorsale Kabyle.....	7
II.2.2. Domaine des flyschs.....	7
II.2.2.1. Le flysch maurétanien.....	8
II.2.2. Le flysch Massylien.....	8
II.3. Domaine externe	8
II. 4. Les séries postérieures à la tectogenèse éocène	9
II.4.1. L'Oligo- Miocène kabyle (O M K) et les Olistostromes.....	9
II.4.2. Le Numulitique.....	9
II.4.3. Le Numidien.....	9
II.5. Les formations quaternaires	10
II.6. Le magmatisme	10

II.7 . Aspect structural	10
II.7.1. La Tectonique anté-Oligocène.....	11
II.7.2. La Tectonique Miocène	11

Chapitre III : Géologie locale

III.1.Introduction.....	12
III.2. L'édifice de Béni Férguene :.....	12
III.2.1 Les métapellites et granite de Beni Belaid	12
III. 2.2 Les paragneiss de Hallam- Cap Aourer	13
III. 2.3 Les schistes et les orthogneiss de l'unité de Marbouha	15
III. 3 L'unité de Bougaroun	15
III.4 Les formations sédimentaires	17
III.4.1 L'Oligo Miocène Kabyle.....	17
III.4.2 Le Numidien.....	17
III.5 Les formations magmatiques	17
III.5.1 Granite de cap Bougaroun.....	17
III. 5.2 Le complexe plutonique des Béni–Touffout	18
III.6 Les formations qui affleurent aux alentours de la région de la plage de Tassoust.	18
III.6.1- Les formations cristallophyliennes	18
III.6.2. Les formations néogènes post –nappes.....	19
III.6.2.a. Tortono-Méssinien.....	19
III.6.2 .b Pliocène.....	19
III.3.3 Les formations quaternaires.....	19
III.3.3.1. Les dunes anciennes.....	19
III.3.3.2 Les dunes actuelles et les sables littoraux.....	20
III.3.3.3 Les alluvions anciennes.....	20
III.3.3.4 Les alluvions récentes.....	20

Chapitre IV : Analyses granulométriques

IV.1. Introduction.....	21
IV.2. Définition des paramètres granulométriques.....	22
a). L'Inclusive Graphic Skewness.....	23
b). L'indice d'acuité	24
c). L'Inclusive Graphic Standard Deviation.....	31
d). Graphic Mean (Mz).....	23
IV.3. Echantillonnage et traitement des échantillons.....	25
IV.4 Traitement des résultats	26
IV.5 Evolution des paramètres le long du profil longitudinal plage Oued Zhour	27
IV.5.a Selon les analyses granulométriques de S.Belmedrek 2006.....	27
IV.6. Evolution des paramètres le long de la plage de Tassoust.....	31
IV.6.1. Traitement des données	31
IV.6.2. Analyse des courbes des fréquences	31
IV.6.3 Analyse des paramètres granulométriques	32
IV.6.4 Evolution des paramètres le long du profil longitudinal plage de Tassoust..	33
IV.7 Conclusion	35

Chapitre V : Minéralogie des sables

V.1.Introduction	36
V .2. Identification minéralogique.....	36
V.3. Minéraux identifiés dans les sables de plage de Oued Zhour	37
V.3.a. Minéraux identifiés par S belmedrek	37
V.3.b. Minéraux identifiés par L. Mostafaoui.....	37
V.4.Minéraux identifiés dans les sables de la plage de Tassoust.....	38
V. 5. Analyse par diffraction.....	44
V. Conclusion	44

Conclusion générale

Conclusion générale.....	45
--------------------------	----

Liste des figures

Figure. I.1 : Localisation de la plage de Oued Zhour	3
Figure. I.2 : Localisation de la plage de Tassoust.....	3
Figure I.3 : Carte du réseau hydrographique de la wilaya de Jijel (Baghdad, 2017)....	4
Figure I.4 : Réseau hydrographique drainant la région de Oued Zhour (Belmedrek,2006).....	4
Figure II.1 : Schéma géologique de la chaîne des Maghrébides(d'après Durand Delga,1969).....	5
Figure.II.2: Carte simplifiée montrant la géologie de la petite kabylie(Djellit, 2014)	9
Figure.III : Situation de la petite Kabylie dans la chaîne alpine de Méditerranée occidentale (D'après J. M. Vila, 1980)	23
Figure.III.2 :Contexte géologique de la zone d'étude (D'après J. M. Vila, 1980)...	23
Figure. III.3: Esquisse géologique de la région Béni Bélaid–Béni Férguén(D'après M. Roubault, 1934; Sonarem 1968; K. Amri 1996; A. Kéhal 1997)	
Figure III.4: Carte géologique de la région d'étude (Extrait de la carte structurale au 1/500000ème de la chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-tunisiens, Vila, 1980)	24
Figure IV.1 : Echantillons récoltés à Oued Zhour par S.Belmedrek 2006.....	25
Figure IV.2 : Echantillons récoltés à Oued Zhour par L. Mostefaoui. 2014.....	26
Figure IV.3 : Echantillons récoltés à la plage de Tassoust par Louaet et Boubghour 2019.....	26
Figure IV.4: Courbes de fréquences du profil POZB.....	27
Figure IV.5 :Courbes de fréquences du profil POZ M01 M2 M03.....	28
Figure VI.6 : Evolution des différents paramètres granulométriques suivant le profil POZ B.....	30
Figure IV.7 : Courbes des fréquences cumulées des échantillons du profil OZM....	31

Figure IV.8 : Courbes et histogrammes de fréquence de l'échantillon Ta01, Ta02, Ta03, Ta04, Ta05 (Laouet et Boubeghour).....	32
Figure IV.9: Courbes cumulatives de l'échantillon Ta01, Ta02, Ta03, Ta04, Ta05 (Laouet et Boubeghour 2019).....	35
Figure V.1 : Quelques minéraux lourds des sables de plage de Oued Zhour profile OZB sous loupe binoculaire.....	39
FigureV.2 : Quelques minéraux des sables de plage profile OZM sous loupe binoculaire.....	.40
Figure V.3 : Quelques minéraux de sable de plage de Tassoust.....	.43

Liste des tableaux

Tableau IV.1 : Terminologie du skewness (SKi) définie par Folk et Ward.....	4
Tableau IV.2 : Terminologie du sorting index (σ_i) définie par Folk et Ward.....	21
Tableau IV.3 : Classification dimensionnelle des sédiments détritiques en mm et en μm et leurs équivalents dans l'échelle des phi (in Belmedrek, 2006).....	21
Tableau IV.4 : Terminologie du kurtosis (KG) définie par Folk et Ward	24
Tableau IV.5 : Résultats des indices granulométriques des échantillons de sables prélevés le long du profil POZ.03 (Belmedrek.S.2006).....	25
Tableau IV.6 Résultats des indices granulométriques des échantillons de sables prélevés le long du profil POZ. (L.Mostefaoui 2014).....	26
Tableau IV.7 : Résultats des paramètres granulométriques (Laouet et Boubeghour)	32

CHAPITRE I :

INTRODUCTION GENERALE

ET

CADRE GEOGRAPHIQUE

Chapitre I : Introduction générale et cadre géographique

I.1 Introduction

La wilaya de Jijel présente une côte d'une longueur d'environ 120 Km, cette côte se distingue en deux zones bien différentes.

Le littoral Ouest est rocheux, on trouve des corniches, des grottes et de petites plages à sable doré, par contre le littoral Est, connu pour ses longues plages de sable, débute à partir de la plage de Tassouste (commune d'El Amir Abd Kader) jusqu'à la plage de Oued Zhour dans l'extrême Ouest de la wilaya, cette dernière limite les frontières avec la wilaya de Skikda.

Ce mémoire est préparé pour l'obtention du diplôme de Master en géologie, option Ressources Minérales, Géomatériaux et Environnement a pour but de faire une comparaison entre la qualité du sable de la plage de oued Zhour et la plage de Tassouste des points de vue granulométrique et minéralogique et vue la situation pandémique que vit notre pays à cause du virus Covide-19 les travaux de laboratoire ont été annulés et les résultats présentés dans ce mémoire ont été tirés de travaux antérieurs qui ont déjà étudié la zone d'étude .

Le présent mémoire est structuré comme suit, le premier chapitre est consacré à la présentation du sujet et le cadre géographique des deux plages étudiées. Le second chapitre traitera le cadre géologique régional. Le troisième chapitre quant à lui sera consacré à l'étude géologique locale des deux zones d'étude afin de donner une idée sur les formations géologiques qui entourent les deux plages, ces formations qui peuvent être la source essentielle des formations détritiques qui s'installent le long du rivage. Le quatrième chapitre abordera les caractéristiques granulométriques et minéralogiques des sables.

I.2 Situation géographique

La plage de Oued Zhour est la dernière de la wilaya à la frontière avec celle de Skikda. Malgré qu'elle porte le nom d'une commune appartenant à la wilaya voisine, elle se situe administrativement dans la commune d'El-Milia. Ses dimensions sont relativement grandes, elle mesure environ 6000 m de long et 80 m de large. La plage n'est pas surveillée par les agents de Protection Civil. L'accès à la plage se fait à partir d'El Milia sur une distance de 22.4 km ou bien par Oued Zhour, sinon par la route W32 pour les gens venant de l'Ouest.

La plage d'Oued Zhour est limitée au Nord par la mer Méditerranée au Sud par douar Béni Férguén, à l'Est par le massif granitique Cap Bougaroun et à l'Ouest par la presqu'île d' Aourâr, elle se trouve entre la latitude 36°55'55 et 36°54'07'' Nord et la longitude 6°15'04'' et 6°11'26'' Est figure I.1(page 03)

La plage de Tassoust deuxième plage projet de ce travail appartient administrativement à la commune d'El Emir Abdel Kader (wilaya de Jijel). L'accès au secteur se fait par route RN n 43 qui relie la ville de Jijel à El Milia. La plage de Tassoust est limitée au Nord par la mer Méditerranée au Sud par le village de Tassoust et la route nationale n°43, à l'Est par Oued Djendjen et à l'Ouest oued Mencha. Cette plage d'une longueur de 2.7 Km et une largeur qui ne dépasse pas 300 m, elle se trouve entre la latitude 36°48'46'' et 36°48'30'' Nord et la longitude 5°49'28'', 5°49'28'' Est figure I.2 (page 03)

I.3 Climat et végétation :

La région de Jijel est caractérisée par un climat méditerranéen avec un été sec et chaud et un hiver, humide et pluvieux.

La pluviométrie de la région est comprise entre 900 et 1200 mm/an, ce qui a favorisé le développement d'une végétation très dense et souvent impénétrable.

Le climat et la pluviométrie et la végétation sont des facteurs qui présentent une influence directe sur l'altération des roches et la formation des dépôts détritiques susceptibles d'alimenter nos plages.



Figure.I. 1- Localisation de la plage d'Oued Zhour



Figure. I.2- Localisation de la plage de Tassoust

I.4 Réseau hydrographique :

La wilaya de Jijel est caractérisée par un réseau hydrographique très dense, la région de Béni Ferguene où se trouve la plage d'Oued Zhour est l'une des régions les plus arrosées en Algérie du Nord.

La wilaya de Jijel est traversée par plusieurs Oued principaux qu'Oued Nil, Oued Mencha, Oued Djendjen, Oued El Kébir, Oued Ziama, Oued Dar El oued, Oued Kissir ,

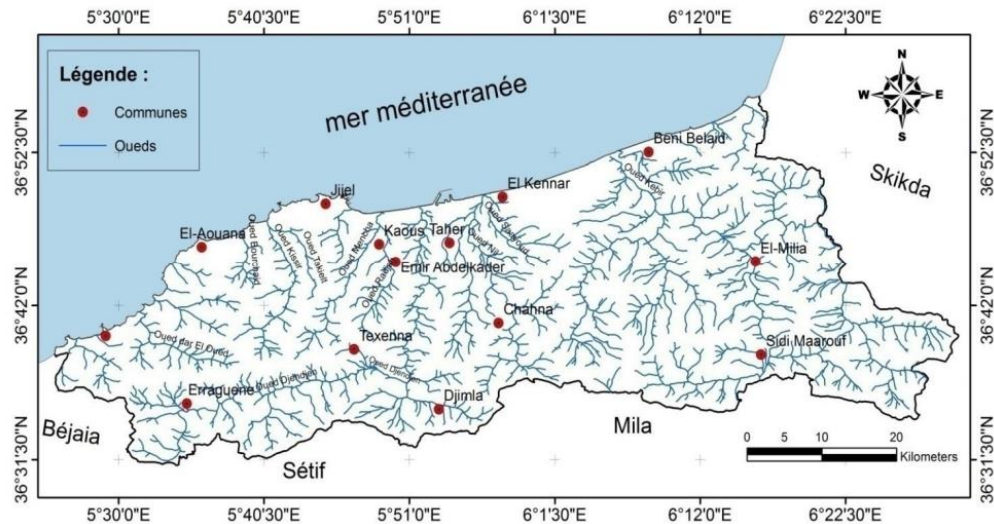


Figure.I.3. Carte du réseau hydrographique de la wilaya de Jijel (Baghdad, 2017)

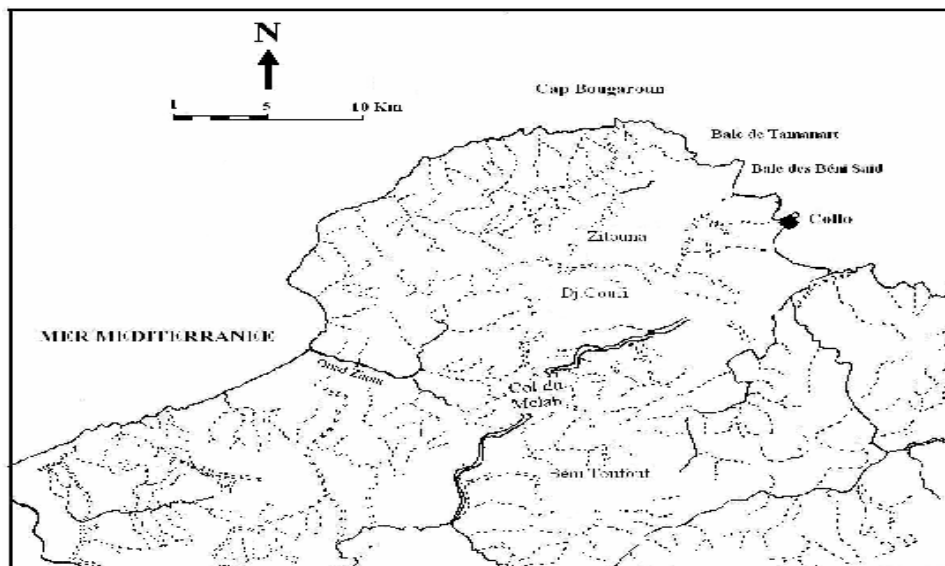


Figure I.4 : Réseau hydrographique drainant la région de Oued Zhouh (Belmedrek,2006)

I.5 Historique des travaux

La géologie du secteur d'Oued Zhouh et Oued El Kébir, a été élaborée sur la base du rapport final sur les résultats des travaux de recherches systématiques et du levé géologique au 1/50 000 effectués de 1968 à 1970 sur le territoire de la feuille n°12 d'Oued Zhouh. Ces travaux s'inscrivent dans le cadre des recherches géologiques et cartographiques de la SONAREM (in Mostefaoui.2014).

Les premières études détaillées furent effectuées par M. Roubault (1934) qui dressa la première carte géologique de la feuille Oued Zhour au 1/100 000

Les sables de plage de la wilaya de Jijel ont fait l'objet de plusieurs études récentes parmi ces études celle de S. Belmedrek sur les caractéristiques des sables dunaires et de plage d'Oued Zhour et Béni Bélaïd réalisée en 2006 dans le cadre d'un mémoire de Magister.

L'étude également réalisée dans le cadre d'un mémoire de Magister, par L. Mostafaoui en 2014, dans laquelle il s'est intéressé aux caractéristiques géologiques minéralogiques pétrographiques et sédimentologiques des sables côtiers de Oued Zhour, Oued El Kébir et Oued Ziama. L'étude de doctorat de (S. Kermani 2016) intitulée ;les dunes littorales de la baie de Jijel origine, mise en place et impacts des activités humaines

Des études de Master ont contribué aussi à l'étude des sables de la côte Jijilienne parmi ces études (Merabti.Kh, Benaziza. A, 2017) (Sifoun.F, Belatreche I 2018) (Laouet.S, Boubghour.M 2019).

CHAPITRE II :

GEOLOGIE REGIONALE

Chapitre II : Géologie régionale

II.1 : Introduction

La région d'étude fait partie de la petite kabylie, entité géographique des chaînes côtières de l'Est algérien, qui appartiennent aux maghrébides.

En Algérie, la chaîne des Maghrébides est généralement subdivisée du Nord au Sud en trois domaines paléogéographiques (Durand Delga, 1969 ; Villa, 1980)

- le domaine interne.
- le domaine des flyschs.
- le domaine externe.

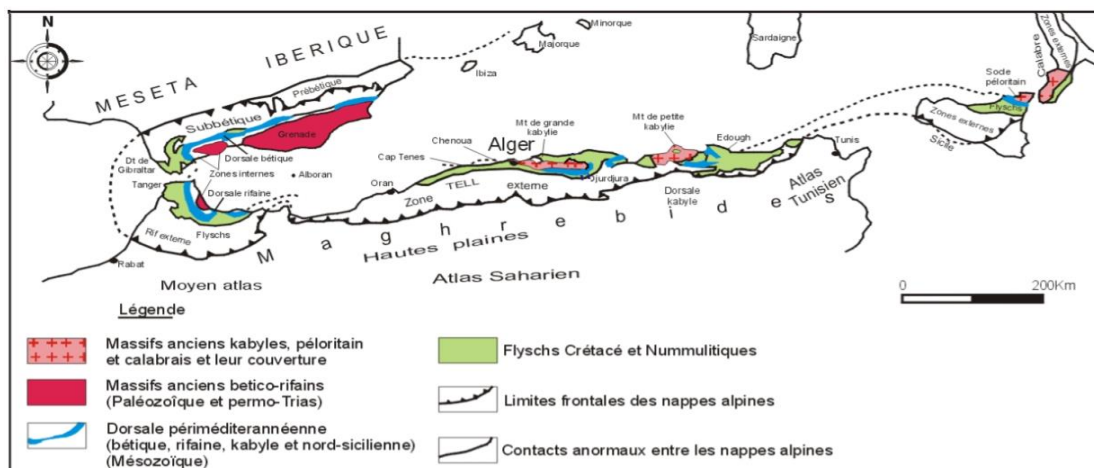


Figure. II.1 : Schéma géologique de la chaîne des Maghrébides (d'après Durand Delga, 1969)

II.2 Domaine interne :

Le domaine interne appelé aussi socle kabyle ou Kabylide, est composé de massifs cristallophylliens métamorphiques (gneiss, marbres, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque (Ordovicien à Carbonifère) peu métamorphique.

II.2.1 Le socle Kabyle

Constitue trois pointements amygdalaires au Nord de l'Algérie. Ces pointements sont le massif du Chenoua à l'Ouest, de Grande Kabylie au centre, et de Petite Kabylie à l'Est. Le socle de la Petite Kabylie est composé de deux grands ensembles :

_ Un ensemble inférieur gneissique constitué de para gneiss et de gneiss granulitique, cet ensemble admet par endroits de puissantes intercalations de marbres et d'amphibolites

_ L'ensemble supérieur schisteux est formé de micaschistes et de phyllades. Le socle kabyle ainsi que sa couverture sédimentaire sont charriés sur 30 km vers le Sud (Durand Delga, 1955).

II.1.2- La dorsale Kabyle ou chaîne calcaire :

On la trouve dans le massif de Chenoua puis au Sud Est d'Alger et en grande kabylie. Elle apparaît ensuite au Nord de Constantine et au Sud d'Annaba. Elle se présente sous forme d'écailles constituées de formations dont l'âge va du Permo-Trias à l'Eocène moyen. En petite Kabylie, la dorsale kabyle a été subdivisée en trois unités :

Interne, médiane et externe (Durand Delga, 1969 ; Raoult, 1974 ; Villa, 1980).la dorsale kabyle est la couverture sédimentaire mésozoïque du socle kabyle.

Dans la région de Jijel, la dorsale kabyle, étant absente, elle est représentée (selon certains auteurs) par le complexe volcano-sédimentaire d'âge jurassique présumé (Djellit, 1987).

II.2 -Domaine des flyschs :

Deux grands type de flyschs gréseux ont été définis : le flysch Maurétanien (Gérald, 1969) et le flysch Massylien (Raoult,1969).

Un troisième type de flysch, le "flysch numidien", est généralement distingué. Il s'agit de sédiments gréseux et argileux d'age Oligo-Miocène qui se sont déposés dans une gouttière, que l'on considère en général comme plus externe que le sillon des flyschs (Wildi, 1983).

II.2.1. Le flysch maurrétanien :

D'après J.M. Vila (1980), le flysch maurrétanien montre dans ses séries médianes les plus typiques, de bas en haut:

- un complexe de base flyschoidé à petits bancs de micrites du Néocomien.
- un flysch argileux-gréseux qui atteint l'Albien moyen.
- un Vracono-Cénomaniens- Turonien calcaire conglomératique ou micro conglomératique. Localement des radiolarites sont connues à la base de cette série et rapportées au Malm.

II.2.2. le flysch massylien :

Les formations du flysch massylien sont essentiellement pélito-quartzitiques. (Raoult, 1969-1972). Ces flyschs comportent une série qui va du crétacé inférieur à l'Eocène, montrant au Cénomaniens des niveaux de phtanites et des bancs calcaires à microfaune pélagique du Turonien-Cénomaniens. Par-dessus de ces formations s'observe un Companien supérieur argileux, à blocs variés et à intercalations gréseuses. Enfin, le Companien supérieur et le Maestrichien correspondent à des flysch à microbrèches calcaires en lit centimétriques à décimétriques (Bouillin, 1977).

II.3 -Le domaine externe :

Les séries telliennes sont représentées par d'épaisses formations à dominance marneuse qui seraient issues du sillons tellien. Ces séries ont été découpées par les phases tectoniques tertiaires en trois grandes unités (Vila, 1980) :

_ Les formations ultra- telliennes : elles sont caractérisées par des faciès bathyaux au Crétacé et à l'Eocène et par une composante détritique au Sénonien et à l'Eocène dans la marge septentrionale (Durand Delga, 1969).

_ Les formations telliennes sensu stricto : Ces formations d'âge liasique montrent des caractères de plate forme , elle sont surmontées par les formations du Jurassique plus marneuses, puis par celle du Crétacé, détritique et qui devient marneux à argileux calcaire et enfin, l'Eocène à marnes épaisses.

_ Les nappes péni-telliennes les formations péni-telliennes sont représentées par des séries néritiques du Crétacé à l'Oligocène (série carbonatées et marneuses).

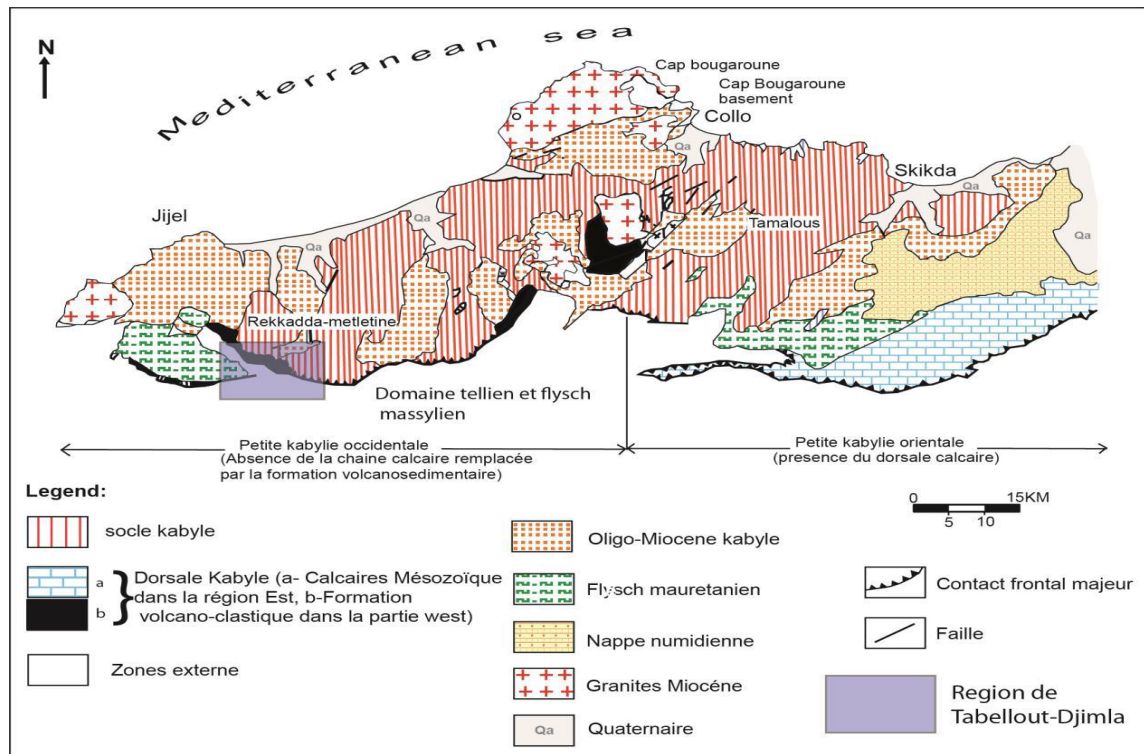


Figure.II.2 Carte simplifiée montrant la géologie de la petite kabylie(Djellit, 2014)

II.4 - Les séries postérieures à la tectogenèse éocène :

II.4.1 - L'Oligo- Miocène kabyle (O M K) et les Olistostromes :

L'Oligo- Miocène kabyle (O M K) forme la couverture sédimentaire transgressive du Socle Kabyle (Durand Delga, 1969; Bouillin et al, 1973). A cet OMK succèdent des olistostromes qui sont des formations tectono-sédimentaires à matériels des flyschs et des débris des formations telliennes d'âge Aquitanien à Burdigalien inférieur probable (Bouillin et Raoult, 1971).

II.4.2 - Le Nummulitique:

Ce sont des formations grés- micacées, d'âge Priabonien à Oligocène supérieur qui constituent la couverture des séries de la chaîne calcaire et des flyschs maurétaniens. (Bouillin, 1977).

II.4.3 – Le Numidien :

Le flysch Numidien occupe la position structurale la plus haute de l'édifice alpin, il

comporte de bas en haut (Bouillin 1977) :

- des argiles sous numidiennes, vari colores de teinte rouge, verte ou violacée à Tubotomaculum d'âge oligocène supérieur.
- des grés numidiens en bancs épais à quartz bien roulé datés de l'Aquitano-Burdigalien inférieur (Lahondère, 1979).
- des formations supra-numidiennes comportant des argiles et des marnes à intercalation de sélexites du Burdigalien basal.

II.5 Les formations post-nappe :

Les formations post-nappe développées sur tout le domaine du socle kabyle, comportent deux cycles, l'un marneux (à la base), l'autre grés-conglomératique (au sommet). L'âge de ces formations va du burdigalien moyen-supérieur au Langhien (Durand Delga, 1955 ; Bouillin, 1977).

II.5. Les formations quaternaires :

Elles sont représentées par les dunes de sable récent et les dunes anciennes ainsi que des dépôts alluvionnaires.

II.6. Le magmatisme :

Le littoral algérien a connu une intense activité magmatique durant le Miocène. Cette activité s'est traduite par la mise en place de granitoïdes localisés dans les régions de l'Edough, Cap de fer, El Aouana, Collo, Bejaia-Amizour, Thenia et Cherchell (Semroud et al 1992).

II.7 Aspect structural :

La structuration géologique du massif de la Petite Kabylie est le résultat de plusieurs phases tectoniques :

II.7.1 Tectonique anté-Oligocène

La tectonique anté-Oligocène est particulièrement caractérisée par de grands accidents cassants d'ampleur régionale et de direction variée, par des failles normales. Cette tectonique semble être à l'origine de la structuration du massif de Petite Kabylie en horst et grabens.

Par ailleurs, ces grands accidents tectoniques cassants (accidents du socle) semblent avoir guidé la mise en place des roches magmatiques (Bouillin, 1977).

II.7.2 Tectonique Miocène :

La tectonique Miocène semble être responsable de la structuration géologique actuelle du massif de la petite Kabylie. Cette tectonique s'est manifestée par des plissements, des charriages et une reprise des jeux des failles qui ont surtout rejoué en failles décrochantes (NW-SE dextre et NE-SW senestre).

CHAPITRE III :

GEOLOGIE LOCALE

Chapitre III : Géologie locale

III.1 Introduction :

La région de Jijel est caractérisée par la présence d'une grande variété de roches qui constituent les formations géologiques appartenant aux différents domaines.

La plage d'Oued Zhour est entourée par des formations géologiques différentes essentiellement métamorphiques et magmatiques alors que la plage de Tassoust est entouré surtout de formations Néogène post-nappe, les formations métamorphiques du socle apparaissent vers le sud plus loin de la plage.

Dans ce présent chapitre nous allons décrire les formations qui entourent les deux plages susceptibles de fournir le matériel détritique alimentant les deux plages.

Les différents édifices qui entourent la plage de Oued Zhour sont essentiellement l'édifice de Béni Ferguène, l'unité de cap Bougaroun, les roches magmatiques (Beni Touffout , El Milia) et les roches sédimentaires.

III.2- L'édifice de Béni Férguene :

Les principales formations existantes dans la région Oued Zhour se résument comme suit (Fig, III.3)

- L'unité de Béni Bélaid .
- L'unité d'El-Hallam- Cap Aourer.
- L'unité de Marbouha .

III.2.1 - Les métapellites et granite de Beni Belaid :

Les facies de cette unité sont développés au niveau de la plage de Béni Belaid Les métapélites de Béni Bélaid sont développées au niveau de la plage, ces formations comportent des intercalations de pegmatites orthogneissifiées et renferment aussi de grands prismes d'andalousites pseudomorphosées en disthène, les métapellites sont constitués essentiellement de quartz, biotite, muscovite, grenat, disthène, et tourmaline (Amri, 1996). Les pegmatites orthogneissifiées sont caractérisées par une Les granites à couronne de grenat montrent une association minéralogique marquée par l'existence de quartz, feldspath potassique, plagioclase, biotite, muscovite et grenat tourmaline, apatite et zircon (Amri, 1996 in Belmedrek 2006).

III.2.2-Les paragneiss de Hallam- Cap Aourer

Faciès de cette zone sont essentiellement développés dans la partie Nord de la région de Beni Belaid-Oued Zhou. La partie supérieure des paragneiss, représentée par la région d'El Hallam, est caractérisée par une alternance de gneiss et de pegmatites. La partie inférieure, région du cap Aourar, montre que ces paragneiss renferment des corps granitiques et des sills d'amphibolite.

Les paragneiss présentent l'assemblage minéralogique suivant : quartz, muscovites, plagioclase, grenat, andalousite, et staurotide.

Les pegmatites montrent la présence des minéraux suivant quartz, muscovite, plagioclase et tourmaline.

Les amphibolites sont essentiellement formées de hornblende verte associée à de l'actinote, ainsi que du quartz et plagioclase (in Belmedrek,2006).

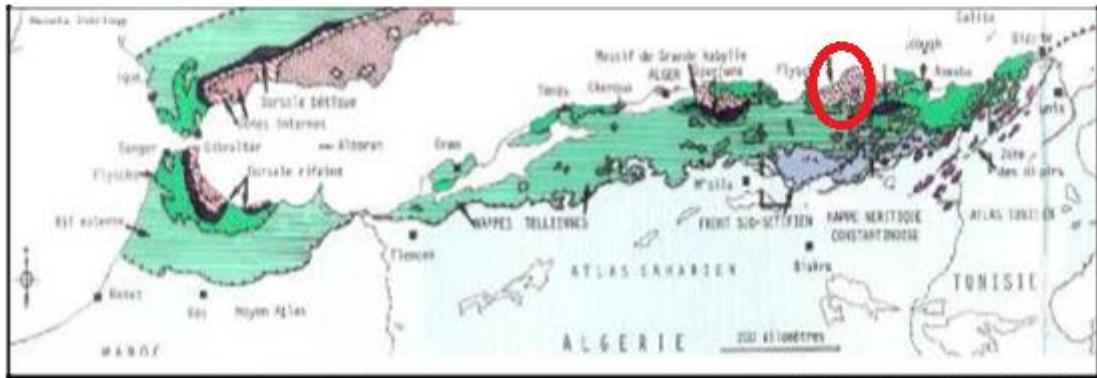


Figure.III.1 Situation de la petite Kabylie dans la chaîne alpine de méditerranée occidentale (D'après J. M. Vila, 1980)

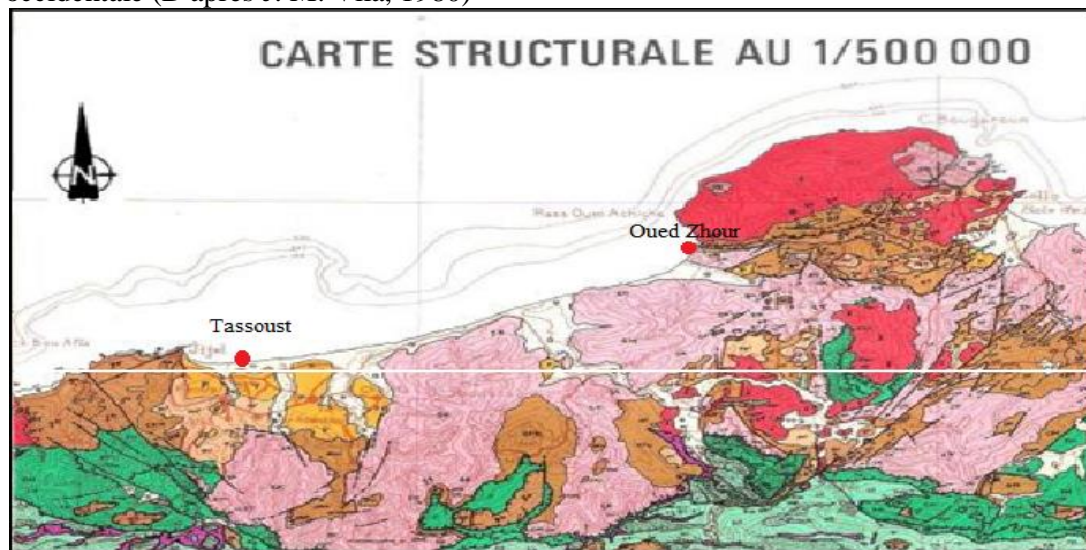


Figure.III.1 Situation de la petite Kabylie dans la chaîne alpine de méditerranée occidentale (D'après J. M. Vila, 1980)

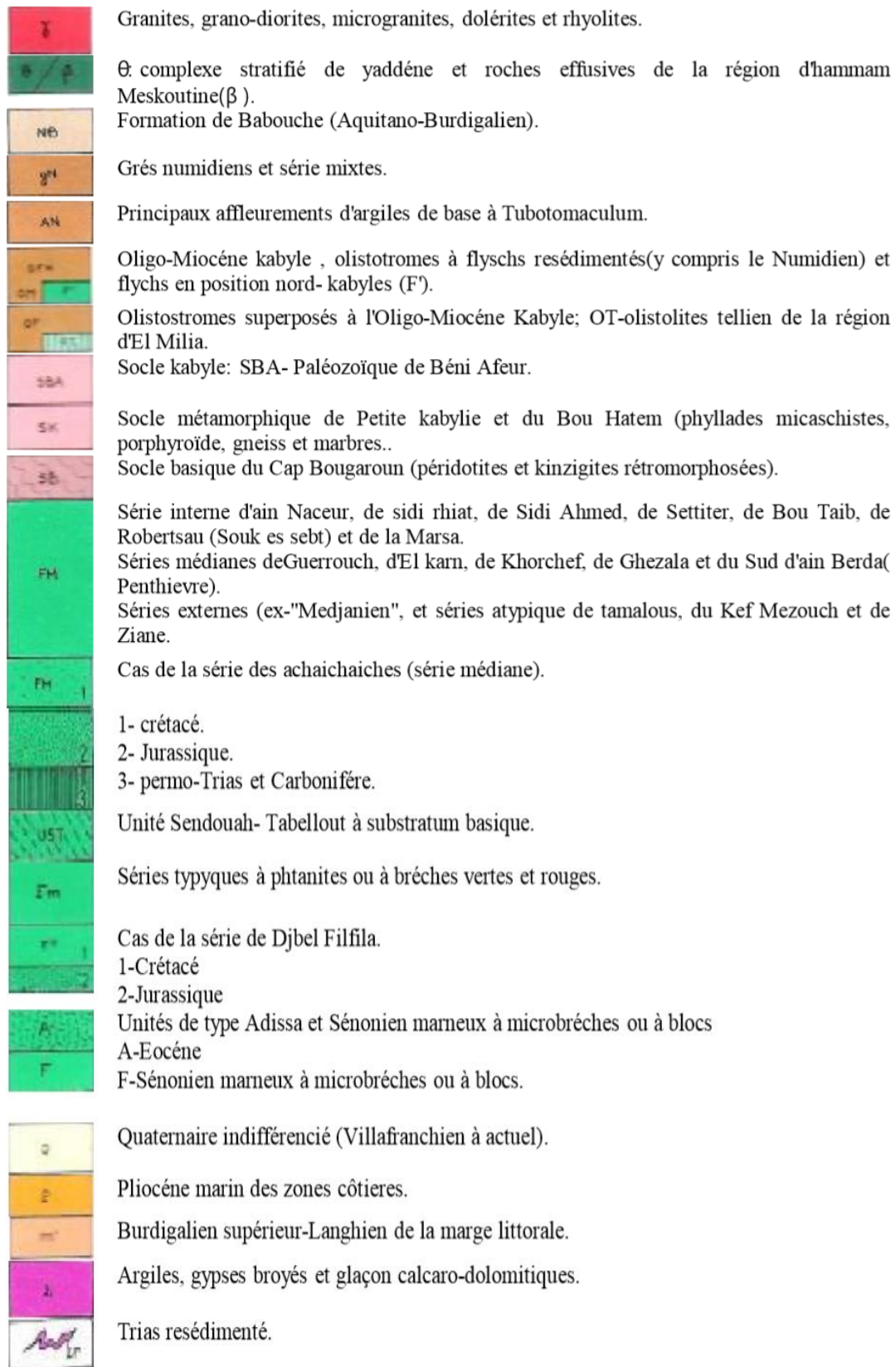


Figure.III.2 : Contexte géologique de la zone d'étude (D'après J. M. Vila, 1980).

III.2.3- Les schistes et les orthogneiss de l'unité de Marbouha

Selon les descriptions de Amri (1996) et de Kehal (1997) (in Belmdrek, 2006), l'unité de Marbouha est la plus haute de l'édifice des Béni Férguène, elle correspond Probablement à l'unité supérieure du socle de la Petite Kabylie (Amri, 1996).

Les micaschistes de cette unité sont essentiellement caractérisés par du quartz, muscovite,biotite, plagioclase et grenat (Amri, 1996). Les orthogneiss sont fortement kaolinisés et présentent l'association minéralogique formée essentiellement de quartz, muscovite, feldspath potassique, et plagioclases (Amri, 1996). Les filons de pegmatites se présentent sous forme de sills dans les micaschistes de l'unité de Marbouha (Kehal,1997).

Parmi les minéraux utiles qui se trouvent dans ces pegmatites et les pégmatis greisénisées A. Kahel a signalé la présence de la cassitérite et la columbo-tantalite. La scheelite, le chrysobéryl et les phosphates ont été signalés dans la littérature (archives des mines de Constantine, in Z.Oueld Taleb Bent Kaci, 1989) .

III.3- L'unité de Bougaroun

Le socle de Bougaroun affleure, au Nord de la Kabylie de Collo sur une vingtaine de km² ou il occupe la partie Est du Batholithe de Bougaroun. Il a été décrit par Roubault (1934) sous le nom de « gneiss et serpentines du Nord ». Le socle du cap Bougaroun est essentiellement composé de gneiss et de lherzolites serpentinisées appartenant au faciés granulite (Bouillin et Kornprobst, 1974 ; Misseri, 1987) parfois recoupés par les granites miocènes.

Les gneiss se trouvent à l'ouest des serpentinites, ces gneiss sont parfois associés à des roches calco-silicatées (skarn)qui affleurent en lentille (Bouillin et Kornprobst, 1974 ; Laouar et al, 2012 ; Satouh,2017). Les minéraux essentiels de ces gneiss sont le quartz, le feldspath potassique, le plagioclase, la cordiérite, la sillimanite, biotite et muscovite.

Certaines roches contiennent en plus des reliques de grenat. Toutes ces roches ont été affectées de cristallisation tardives ayant provoqué le développement de fines paillettes de chlorite et de mica blanc (Bouillin 1977 in Belmedrek(2006).

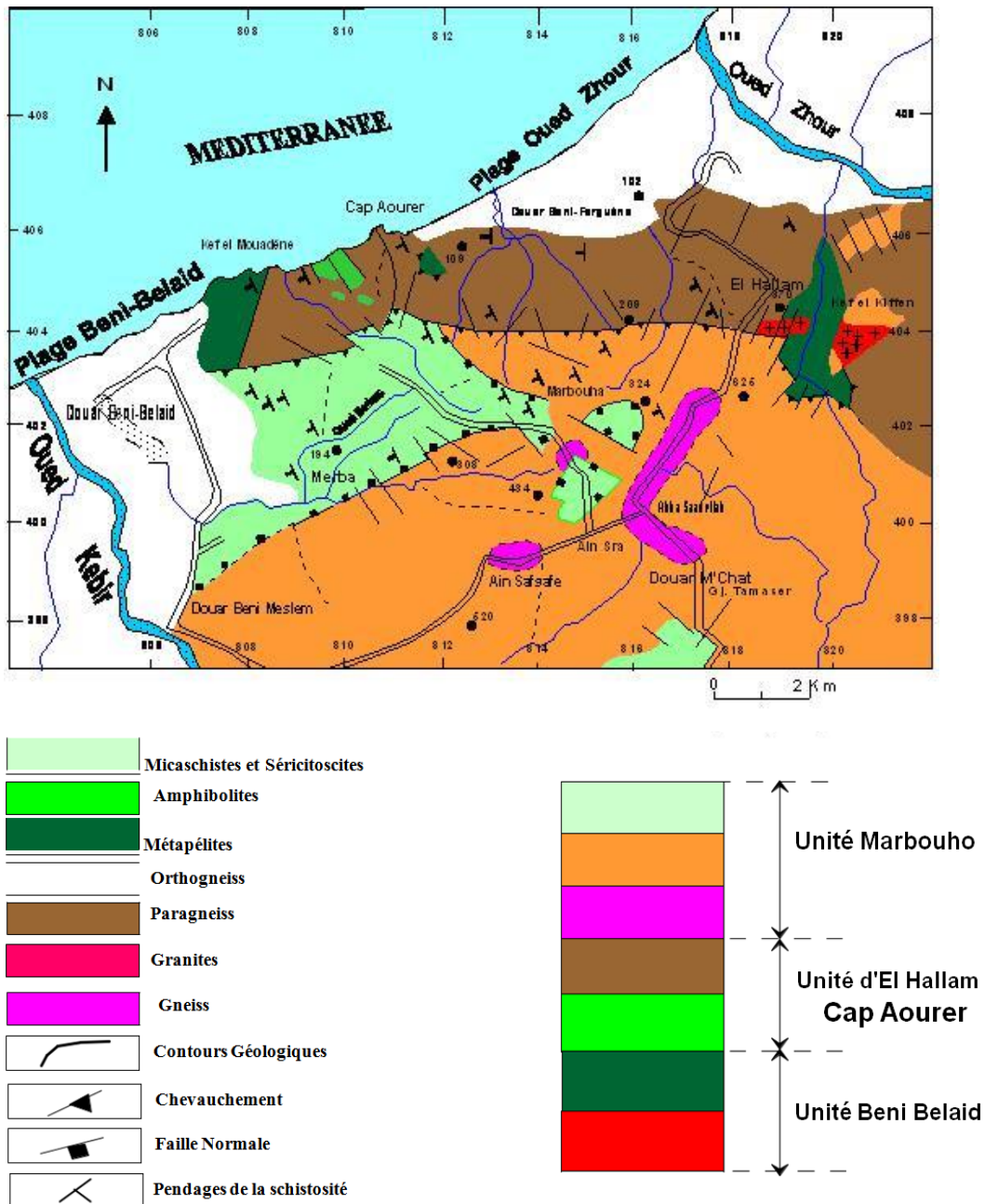


Figure. III.3. Esquisse géologique de la région Béni Bélaid–Béni Ferguén

(D'après M. Roubault, 1934; Sonarem 1968; K. Amri 1996; A. Kéhal 1997)

III.4- Les formations sédimentaires :

III.4.1- L'Oligo Miocène Kabyle :

En Kabylie de Collo l'Oligo-Miocène Kabyle recouvre en discordance le socle kabyle. Cette formation est une couverture conglomératique et grés-micacée et des « pseudo-phthanites » qui sont développés dans le secteur d'Oued Zhour (Bouillin et Raoult, 1971). Cette formation est constituée de quartz, minéraux argileux, muscovite et chlorite.

III.4.2- Le Numidien

Cette formation occupe la position géométrique la plus haute et elle est considérée comme l'élément allochtone supérieur (Bouillin et Raoult, 1971)

III.5- Les formations magmatiques :

Dans la Kabylie de Collo existe un ensemble de roches magmatiques comprenant les :

- Granites du cap Bougaroun (granite du Nord) et granite sud de Beni Touffout (Roubault, 1934).
- Microgranite localisé au environ de Collo et ElMilia

III.5.1- Granite de cap Bougaroun :

Ce complexe a une forme approximativement elliptique d'environ 200 Km² principalement composé de granite peralumineux à cordiérite et de granodiorite constitue le plus vaste massif plutonique tertiaire d'Afrique du Nord (Chazot et al, 2017) . Dans sa partie orientale, il montre sous le "socle du Cap Bougaroun", constitué de gneiss et de Péridotite serpentinisées, un faciès microgranitique qui passe progressivement vers l'ouest à un granite à grain fin, puis à un granite à grain grossier. A sa bordure méridionale il recoupe des séries sédimentaires composées de l'Oligo–Miocène Kabyle, des olistostromes remaniant des éléments de flysch massylien et numidien et du Miocène- poste nappe (in Belmedrek ,2006).

Du point de vue minéralogique le granite Cap Bougaroun est constitué essentiellement de quartz en grandes plages, de feldspath potassique contenant de la biotite et des plagioclases comme inclusions, plagioclase, biotite, cordiérite. La cordiérite est transformée en produit micacé d'altération et en muscovite (Ouabadi, 1994). Comme minéraux accessoires A. Ouabadi, 1994 a signalé la présence de tourmaline, zircon, apatite et ilménite (in Belmedrek ,2006).

III.5.2- Le complexe plutonique des Béni–Touffout :

Ce complexe est d'environ 130 Km² constitué de granodiorite à tourmaline- cordiérite-biotite peralumineuse et monzogranites, et une série de petite intrusions microgranitiques de même composition minéralogiques, dont elles sont regroupées sous le nom de microgranite d'ElMilia (Fourcade et al, 2001).

L'étude pétrographique faite par A Ouabadi (1994), a révélé la présence du quartz, du plagioclase (minéral abondant), feldspath alcalin en proportion moins importante que le plagioclase, de biotite, de cordiérite, et comme minéraux accessoires le zircon, l'apatite, l'ilménite, et la tourmaline (in Belmedrek ,2006).

III.5.3- Le microgranite d'El Milia :

Ce microgranite affleure sous forme de plusieurs pointements assimilables à des dômes dont le diamètre est de l'ordre de 1 Km. Il s'étend jusqu'à la ville d'El Milia et occupe une superficie d'environ 50Km².

Selon Ouabadi (1994) ces microgranites sont constitués de phénocristaux de plagioclases, du quartz, de la biotite, la cordiérite, des xénocristaux de cordiérites à inclusion de sillimanite- quartz, de la biotite, de l'ilménite, des grenats à inclusion de sillimanite .

III.6- Les formations qui affleurent aux alentours de la région de la plage de Tassoust

Les principales formations existantes dans la région d'El Amir Abdelkader où se trouve la plage de Tassoust se résument comme suit (Fig. III.4):

- Les formations cristallophylliennes
- Les formations néogène post –nappe
- Les formations du Quaternaire.

III.6.1- Les formations cristallophylliennes

Ces formations affleurent au sud de la plage dans la chaîne de montagne de Béni khattab

Le socle cristallophyllien de Béni Khattab est constitué de haut vers le bas par :

- Des schistes satinés.
- Calcaire peu métamorphique.
- Gneiss porphyroïdes.

III.6. 2 - Les formations néogène post –nappe

Le Néogène de la région d'étude montre deux types de sédiment marin (Tortonno-Messinien) et continental(Pliocène). L'ensemble des terrains néogènes reposent en discordance sur les terrains sous-jacents (Djellit, 1987).

2.a. Tortonno-Messinien :

Constituées essentiellement de formations marneuses à gros nodule de calcaire jaune (miche), ces marnes recouvrent la majeure partie et les zones sud du village de l'Emir Abdelkader : elles recouvrent au nord-ouest la coline de Tassoust (Djbel Boukhertoum).

Dans la région de l'Emir Abdelkader les dépôts marneux sont nettement discordants sur le socle (piémont de djbel Sidi Ali et Djbel Chandouh).

2.b. Pliocène :

Constitué essentiellement de sédiments continentaux qui comblent la dépression du bassin de Jijel, ces sédiments sont représentés par des conglomérats grossiers polygéniques formés par des cailloux poudingue mêlés d'argile rougeâtre. Son épaisseur oscille entre 30 et 50 m (M. Durand Delga 1955).

III.6.3-Les formations quaternaires :

Ce sont des formations à caractères détritiques, on distingue des dunes anciennes, les dunes actuelles et les sables littoraux ainsi que des dépôts alluvionnaires anciens et récents.

III.6.3.1-Les dunes anciennes :

Les dunes anciennes sont constituées de sables fins souvent consolidés, ces dunes se présentent sous deux aspects ;

- des grés dunaires bioclastiques, les bioclastes sont cimentés par des sables siliceux de type sable moyen à grossiers sub arrondis et aplatis, de couleur brune, jaune ocre durs à l'affleurement, l'organisation des dépôts laisse apparaître des stratifications à plans obliques subparallèles. (Amimour et Zekiri, 2010).
- Des sables rouges recouvrant la majeure partie du territoire de Tassoust reposent en discordance sur les dépôts du Tortonno- Messinien post-nappe et aussi sur les conglomérats pliocènes, habituellement de couleur rouge ocre, les sables rouges sont des sols sédimentaires détritiques meubles formés par l'accumulation de limons et de sable fin limoneux très oxydé constituant des dépôts parfois de 20 à 30 m d'épaisseur (Amimour et Zekiri, 2010).

III.6.3.2- Dunes actuelles et les sables littoraux :

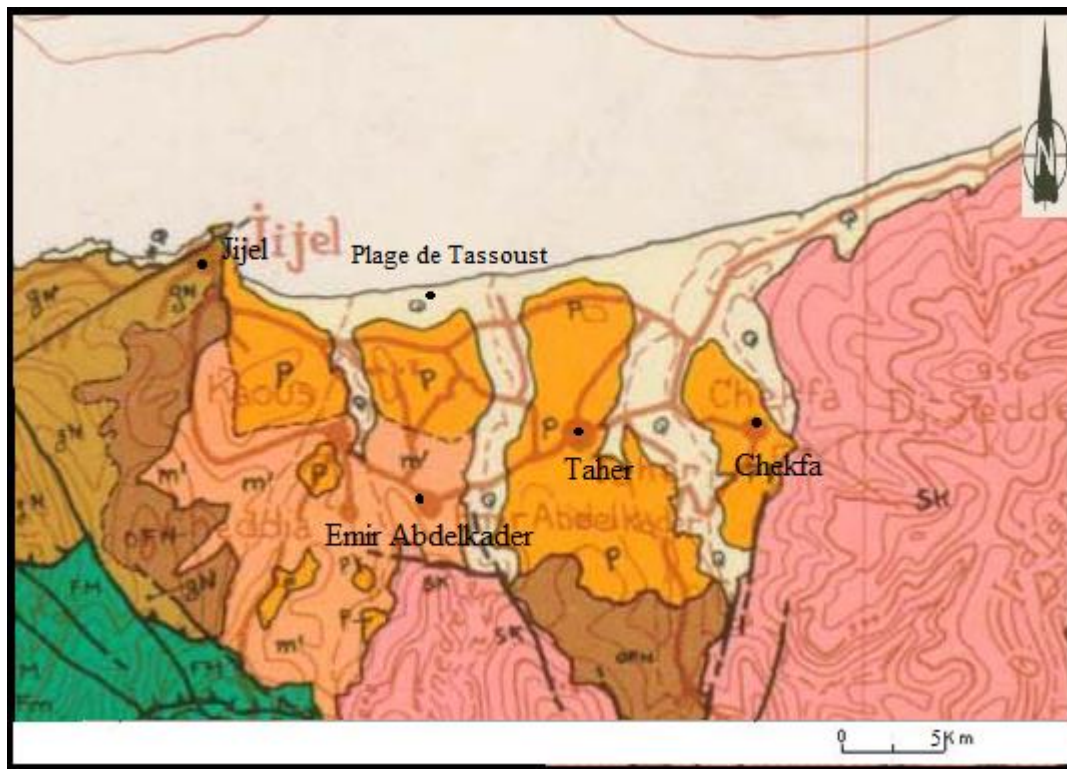
Les plages sableuses et les dunes côtières occupent une place importante dans la zone côtière du Nord, Les dunes actuelles sont constituées de sables fins à grossiers parfois consolidés. Elles bordent généralement la mer, et constituent, un cordon côtier allongé selon la direction Est-ouest. (Amimour et Zekiri, 2010).

III.6.3.3- Alluvions anciennes

Ce sont des terrasses anciennes ; des vallées et des cônes détritiques. Elles sont constituées de conglomérats détritiques faiblement cimentés à intercalations de gros blocs et des galets, leurs épaisseurs varient entre 20 et 50 m. (Amimour et Zekiri, 2010).

III.6.3.4. Alluvions récentes

Les alluvions récentes sont constituées de dépôts détritiques de graviers, galets conglomérats et sable. Elles sont très souvent limoneuses en surface et sont recreusées par les oueds actuels, leur épaisseur est d'environ 30m. (Amimour et Zekiri, 2010)



Légende :

	Grés numidiens et série mixtes.
	Oligo-Miocène kabyle , olistotromes à flyschs resédimentés(y compris le Numidien) et flyschs en position nord- kabyles (F').
	Socle métamorphique de Petite kabylie et du Bou Hatem (phyllades micaschistes, porphyroïde, gneiss et marbres..
	Flysch Massyliens et Mauretarien
	Quaternaire indifférencié (Villafranchien à actuel).
	Pliocène marin des zones côtières.
	Burdigalien supérieur-Langhien de la marge littorale.

Figure III.4: Carte géologique de la region Tassoult (Extrait de la carte structurale au 1/500000^{ème} de la chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-tunisiens, Vila,1980)

CHAPITRE : IV

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Chapitre IV : L'analyse granulométrique

IV.1. Introduction :

L'analyse granulométrique permet à l'aide de différents tamis de déterminer précisément la composition dimensionnelle d'un matériau afin d'en déduire ses caractéristiques sédimentologiques, mécaniques et physiques.

Dans ce présent chapitre nous allons présenter les différentes caractéristiques granulométriques des sables de Oued Zhour et Tassoust. Les résultats présentés sont ceux de S. Belmedrek en 2006 et L. Mostafaoui en 2014 pour la plage de Oued Zhour. Ce dernier dans son étude il s'est intéressé aux caractéristiques physiques des sables (poids spécifique, coefficient d'écoulement, équivalent de sable), alors on a exploité les résultats de ses analyses granulométriques par tamisage et on a calculé les différents paramètres qui nous intéressent.

Pour la plage de Tassoust les résultats présentés sont ceux de S. Laouet et M. Boubeghour en 2019.

Le tamisage a été effectué à l'aide d'une série de tamis dont les diamètres en micron sont 2000- 1600- 1250- 1000- 800- 630- 500- 400- 315- 250- 200- 160- 125- 100- 80 – 63.

Les résultats des analyses granulométriques sont présentés sous forme d'histogrammes et courbes de fréquences et fréquences cumulées, l'échelle choisie est l'échelle des phi (Φ)

$\Phi = -\log_2(d)$ dont d est le diamètre du grain

Cette opération a pour objectif de faire une comparaison entre la qualité des sables de la plage de Oued Zhour localisée dans la partie occidentale de la wilaya et les sables de la plage de Tassoust qui se trouve au centre de la wilaya et entourée par plusieurs formations géologiques de nature différentes et celle de Tassoust est une plage ouverte.

Les paramètres granulométriques étudiés sont :

- la moyenne (graphic mean).
- l'indice de classement (inclusive standard déviation).

- l'indice d'asymétrie (le skewness).
- l'indice d'acuité (le kurtosis).

Ces différents paramètres sont ceux définis par Folk et Ward (1957) , l'échelle choisie est l'échelle des phi, $\Phi = -\log_2 (d)$ dont (d) est le diamètre du grain en mm cette échelle est définie comme suit (Tableau IV.1).

Phi	Grade		mm	μm
-8	Bloc	G		
		R	256	256,000
	Galet	A		
-6		V	64	64,000
	Caillou	I		
-2		E	4	4,000
	Granule	R		
-1			2	2,000
	Très Grossier			
0		S	1	1,000
	Grossier	A		
1		B	0.50	500
	Moyen	L		
2		E	0.25	250
	Fin			
3			0.125	125
	Très Fin			
4			0.0625	62.5
	Grossier			
5		V	0.0313	31.3
	Moyen	A		
6		S	0.0156	15.6
	Fin	E		
7			0.0078	7.8
	Très Fin			
8			0.0039	3.9
	Argile			

Tableau IV.1- Classification dimensionnelle des sédiments détritiques en mm et en μm et leurs équivalents dans l'échelle des phi .

IV.2.Définition des paramètres granulométriques :

a) Inclusive Graphic Skewness (indice d'asymétrie)

Ce paramètre informe sur l'enrichissement en particules grossières (asymétrie négative) ou bien l'enrichissement en particules fines (asymétrie positive), ou s'il y'a symétrie (skewness compris entre -0,10 et 0,10) Tab.IV.2. Le meilleur calcul de cet indice est donné selon la formule proposé par Folk est Ward (1957) :

$$Ski = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2(\Phi_{50})}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)}$$

+ 1,00 > SKi > + 0,30	Forte asymétrie vers les petites tailles
+ 0,30 > SKi > + 0,10	Asymétrie vers les petites tailles
+ 0,10 > SKi > - 0,10	Symétrie granulométrique de l'échantillon
- 0,10 > SKi > - 0,30	Asymétrie vers les grandes tailles
- 0,30 > SKi > - 1,00	Forte Asymétrie vers les grandes tailles

Tableau IV.2- Terminologie du skewness (SKi) définie par Folk et Ward.

b) Inclusive Standard Deviation :

Cet indice de classement indique la qualité du classement. Plus il est élevé, plus le classement est mauvais (Tab.IV3).

Folk et Ward (1957) ont défini ce paramètre par l'expression suivante :

$$\sigma_i = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6,6}$$

0 < σ_i < 0,35	Très bien classé
0,35 < σ_i < 0,50	Bien classé
0,50 < σ_i < 0,71	Assez bien classé
0,71 < σ_i < 1	Moyennement classé
1 < σ_i < 2	Médiocrement classé
2 < σ_i < 4	Très mal classé

Tableau IV.3- Terminologie du l'indice de classement (σ_i) défini par Folk et Ward

c) Graphic Mean (Mz) ,

Cet indice est exprimé en unité Φ , il permet d'apprécier l'éventail granulométrique propre à Φ , cet indice est exprimée par la formule proposée par Folk et Ward (1957).

$$Mz = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3}$$

d) L'indice d'acuité (Kurtosis en Φ) :

Cet indice permet de comparer les valeurs relatives de distribution, c'est à dire de constater l'étalement de la courbe de fréquence. **Folk et Ward (1957)** ont défini ce paramètre par l'expression suivante :

$$KG = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2.44(\Phi_{75} - \Phi_{25})}$$

Si le mode est concentré dans des classes granulométriques restreintes on a une distribution leptocurtique, s'il est dispersé on a une distribution platycurtique (Tab. IV.4)

$KG < 0,67$	Courbe très platycurtique
0,67 - 0,90	Courbe platycurtique
0,90 - 1,11	Courbe mesocurtique
1,11 - 1,50	Courbe leptocurtique
1,50 - 3,00	Courbe très leptocurtique
$3,00 < KG$	Courbe extrêmement leptocurtique

Tableau IV.4- Terminologie du kurtosis (KG) définie par Folk et Ward

IV.3. Echantillonnage et traitement des échantillons :

En 2006 les échantillons récoltés par S.Belmedrek proviennent seulement de la partie orientale, près de l'embouchure de Oued Zhour 08 échantillons ont été récoltés le long de cette partie (Fig. IV.1)

Pour L. Mostefaoui (2014) trois échantillons ont été récoltés, le premier échantillon a été pris de la partie orientale, près de l'Oued, le deuxième de la partie centrale et le troisième de la partie occidentale près des formations métapélitiques de Béni Bélaïd (Fig. IV.2)

Pour la plage de Tassoust cinq échantillons ont été prélevés espacés de 200 m environ localisés entre Oued Djendjen par l'Est et Oued Mencha par l'Ouest (Fig. IV.3)



Figure IV.1 : Echantillons récoltés à Oued Zhour par S.Belmedrek (2006).

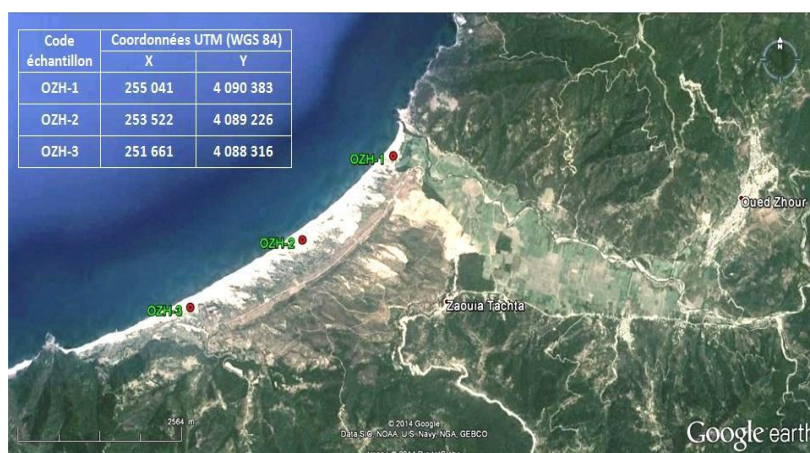


Figure IV.2 : Echantillons récoltés à Oued Zhour par L. Mostefaoui (2014).

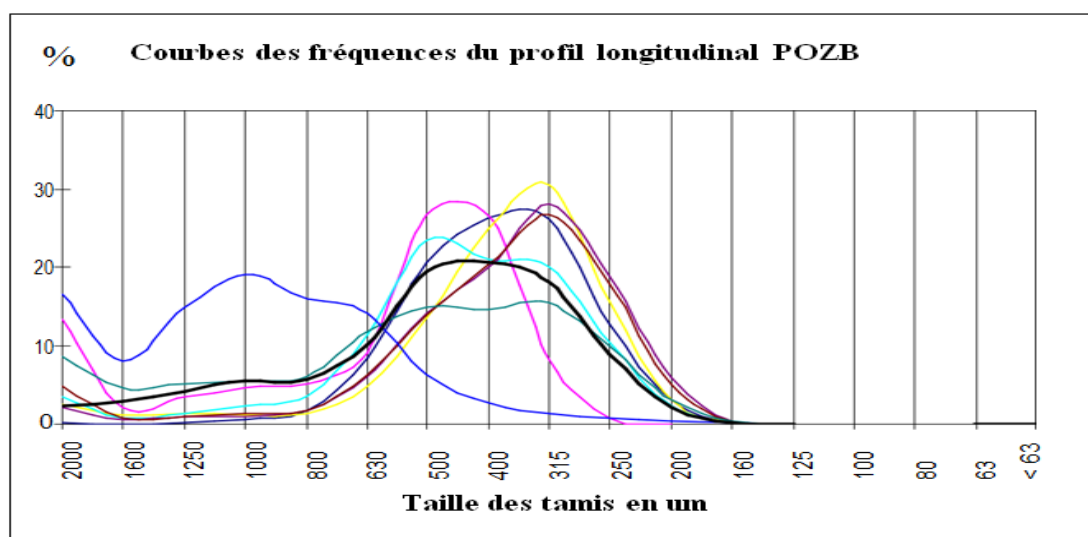


Figure IV.3 : Echantillons récoltés à la plage de Tassoust par Louaet et Boubghour (2019)

IV.4.Traitement des résultats :

Les courbes de fréquences des échantillons prélevés de la plage de Oued Zhour par S.Belmedrek sont des courbes étalés sur plusieurs classes granulométriques allant de 63 μm jusqu'à 2000 μm (Fig.IV.4).

Pour les échantillons prélevés par L. Mostafaoui les courbes de fréquence présentent des distributions unimodales, les fractions sableuses se répartissent sur des classes granulométriques restreintes, pour l'échantillon OZM01 et OZM02 la classe 300 μm est la classe dominante avec 68.5% et 70.39 μm et la classe 500 μm pour l'échantillon OZM03 avec 84.54% Fig. IV.5



FigureIV.4: Courbes de fréquences du profile POZB

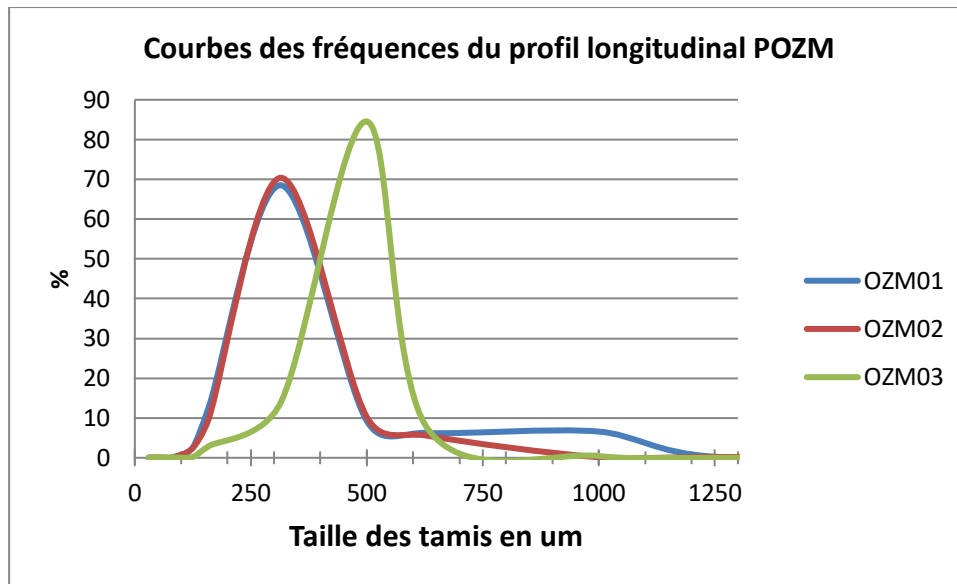


Figure IV.5 : Courbes des fréquences du profil POZ M01 M2 M03

IV.5 Evolution des paramètres le long la plage de Oued Zhour :

a) Selon les analyses granulométriques de S.Belmedrek (2006).

Les sables présentent un grain Moyen ou Grossier ou les deux à la fois (Tab. IV.5), ces sables deviennent de plus en plus grossiers lorsqu'on s'approche de l'embouchure de Oued Zhour avec une valeur de $0,02 \Phi$ ($986 \mu\text{m}$), (S.Belmedrek, 2006).

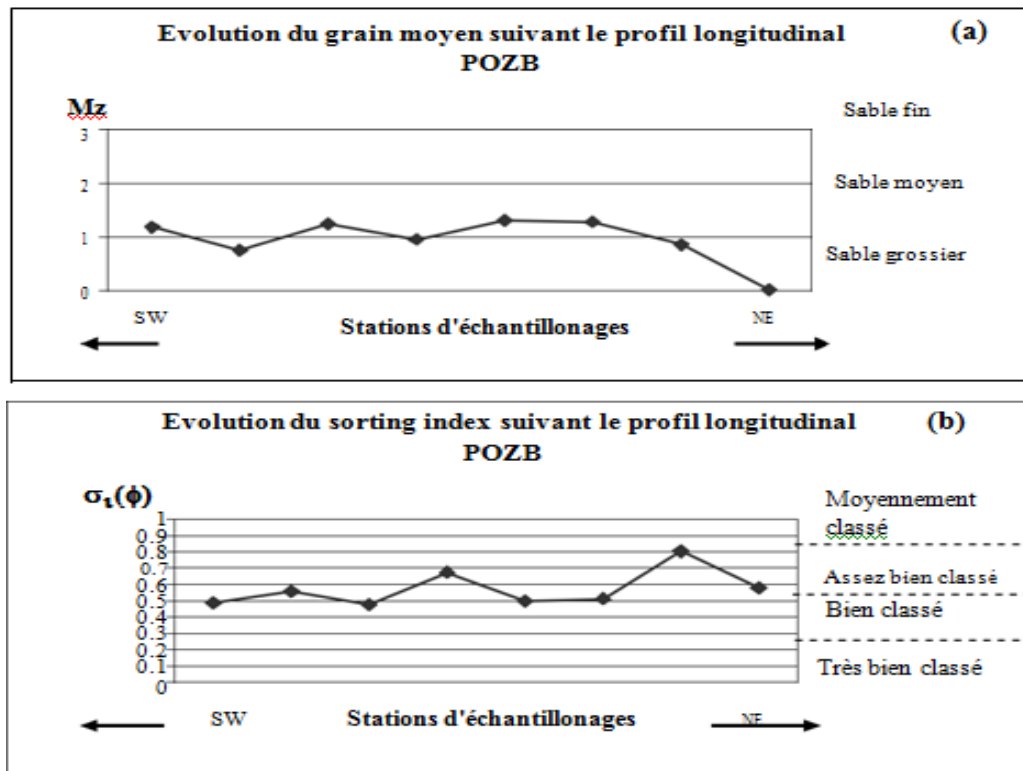
Les valeurs du Sorting index ou indice de classement varient entre $0,48$ et $0,80 \Phi$. Ces valeurs, supérieures à la limite entre les sables bien classés ($\sigma_i > 0,35$) et les sables très bien classés ($\sigma_i < 0,35$), confirment donc le bon classement des sables le long de la plage de Oued Zhour (S. Belmedrek, 2006).

Pour l'indice d'acuité, ou le kurtosis, et d'après la figure IV.6c on remarque que le long du rivage de Oued Zhour cet indice présente deux distributions, cinq échantillons présentent une distribution mésocurtique et trois échantillons présentent une distribution leptocurtique. (S. Belmedrek, 2006).

Selon la Fig IV.6.d les huit échantillons présentent soit une symétrie granulométrique ou un enrichissement en grain grossiers, seul l'échantillon 01 prélevé près de l'embouchure présente une légère asymétrie vers les grandes tailles .

	Grain moyen	Sorting index	Kurtosis	Skewness
Valeur moyenne	0,95 (Φ) (517 μm)	0,57 Φ	1,08	0,14
Valeur minimale	1,31 (Φ) (403 μm)	0,8 Φ	1,35	0,09
Valeur maximale	0,02 (Φ) (986 μm)	0,47 Φ	0,94	-0,23
Ecart type	0,43	0,11	0,13	0,13
Nombre d'échantillon	08	08	08	08

Tableu. IV.5- Résultats des indices granulométriques des échantillons de sables prélevés le long du profil POZ. (S.Belmadrek.2006)



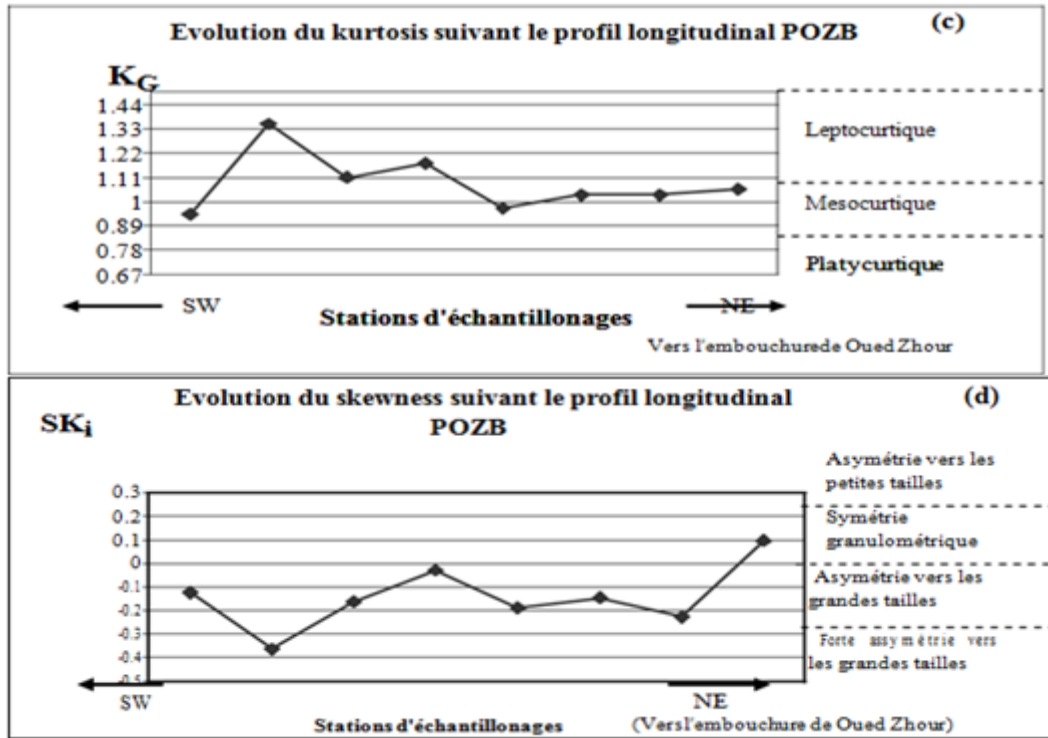


Figure IV.6 : Evolution des différents paramètres granulométriques suivant le profil POZ B

b) Selon les analyses granulométriques de L. Mostfaoui (2014)

Le tableau suivant présente les résultats obtenus après calcul des différents paramètres, ces résultats ont été calculés à partir des courbes cumulatives (Fig. IV.7) tracées selon les résultats de tamisages des différents échantillons :

Paramètres échantillons	Grain moyen (Mz)	Sorting index (σ_i)	Skewness (ski)	Kurtosis (KG)
<i>OZM 01</i>	1,86 Φ (275 μ m)	0,44	-0,48	3,90
<i>OZM02</i>	1,19 Φ (438 μ m)	0,40	0,073	2,06
<i>OZM03</i>	1,38 Φ (384 μ m)	0,38	0,083	1,22
<i>La moyenne</i>	1,47 Φ (360 μ m)	0,40	0,55	2,42

Tableau. IV.6- Résultats des indices granulométriques des échantillons de sables prélevés le long du profil POZM .

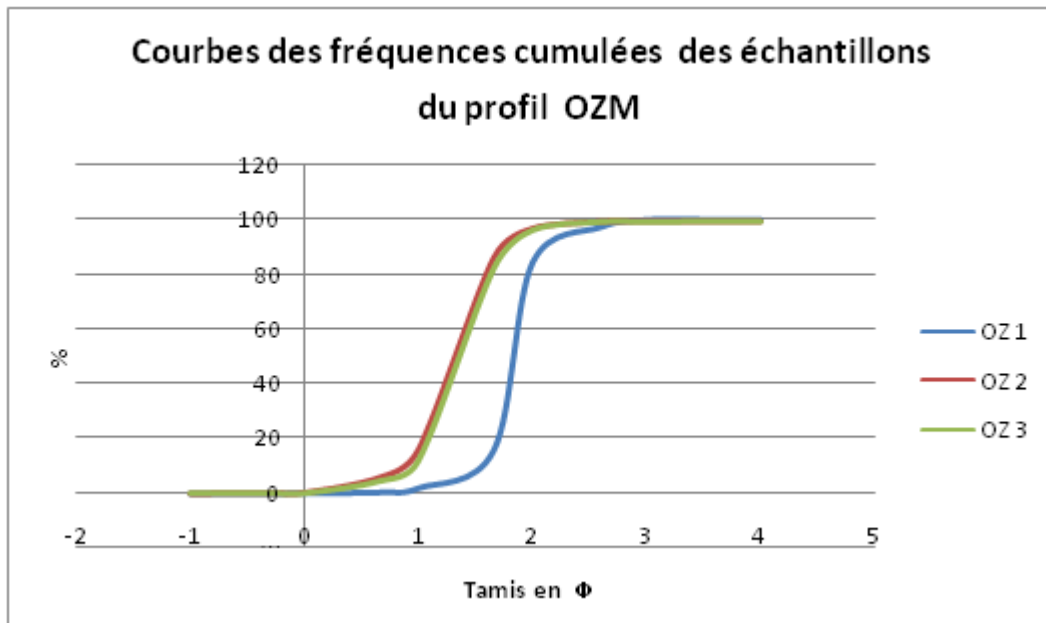


Fig.IV.7. Courbes des fréquences cumulées des échantillons du profil OZM

Selon les résultats obtenus dans le tableau on remarque que L'échantillon OZM01 présente une granulométrie moyenne dont la valeur du grain moyen est (1.86 Φ) (275 μm).

La valeur de l'indice de classement est 0.44Φ. cette valeur révèle un sables bien classé.

Le skewness ou indice d'asymétrie à une valeur de -0. 48Φ indiquant ainsi que ce sable présente une fort asymétrie vers les grandes tailles.

Pour le kurtosis indice d'acuité (K_G) sa valeur 3,90 Φ indique que le sable est réparti sur des classes granulométriques restreintes et présente des courbes extrêmement leptocurtiques.

L'échantillon OZM02 présente un grain moyen de valeur (1.19 Φ)(438 μm) cette valeur indique que ces sables ont une granulométrie moyenne.

La valeur de l'indice de classement est 0.40Φ. cette valeur révèle le bon classement des sables.

Avec la valeur 0.073 de indice d'asymétrie ces sables présentent une symétrie granulométrique.

L'indice d'acuité (K_G) à une valeur de $2,06\Phi$ traduisant ainsi une distribution très platocurtique.

L'échantillon OZM03 présente un grain moyen de valeur $(1.38 \Phi)(384 \mu\text{m})$ cette valeur indique que ces sables ont une granulométrique moyenne.

Les sables de cet échantillon sont des sables bien classés selon la valeur 0.38Φ de l'indice de classement

Le skewness ou indice d'asymétrie à une valeur de 0.083Φ indiquant ainsi que cet échantillon présente une symétrie granulométrique.

IV.6 Evolution des paramètres le long la plage de Tassoust :

IV.6.1 Traitement des données :

Les résultats de l'analyse granulométrique des cinq échantillons récoltés le long de la plage de Tassoust ont été représentés sous forme d'histogrammes de fréquences et de courbes cumulatives.

IV.6.2 Analyse des courbes des fréquences :

Les courbes de fréquences des 'échantillons Ta01, Ta02, Ta03, Ta04, Ta05 ,coupe longitudinale au niveau de la plage, présentent des allures parfois différentes, avec des courbes unimodales, avec une classe modale dominante de $250 \mu\text{m}$ pour L'échantillon Ta02, Ta03, Ta04, Ta05 est centrée entre $250 \mu\text{m}$ et $200 \mu\text{m}$ pour L'échantillon Ta01 (figure IV.8).

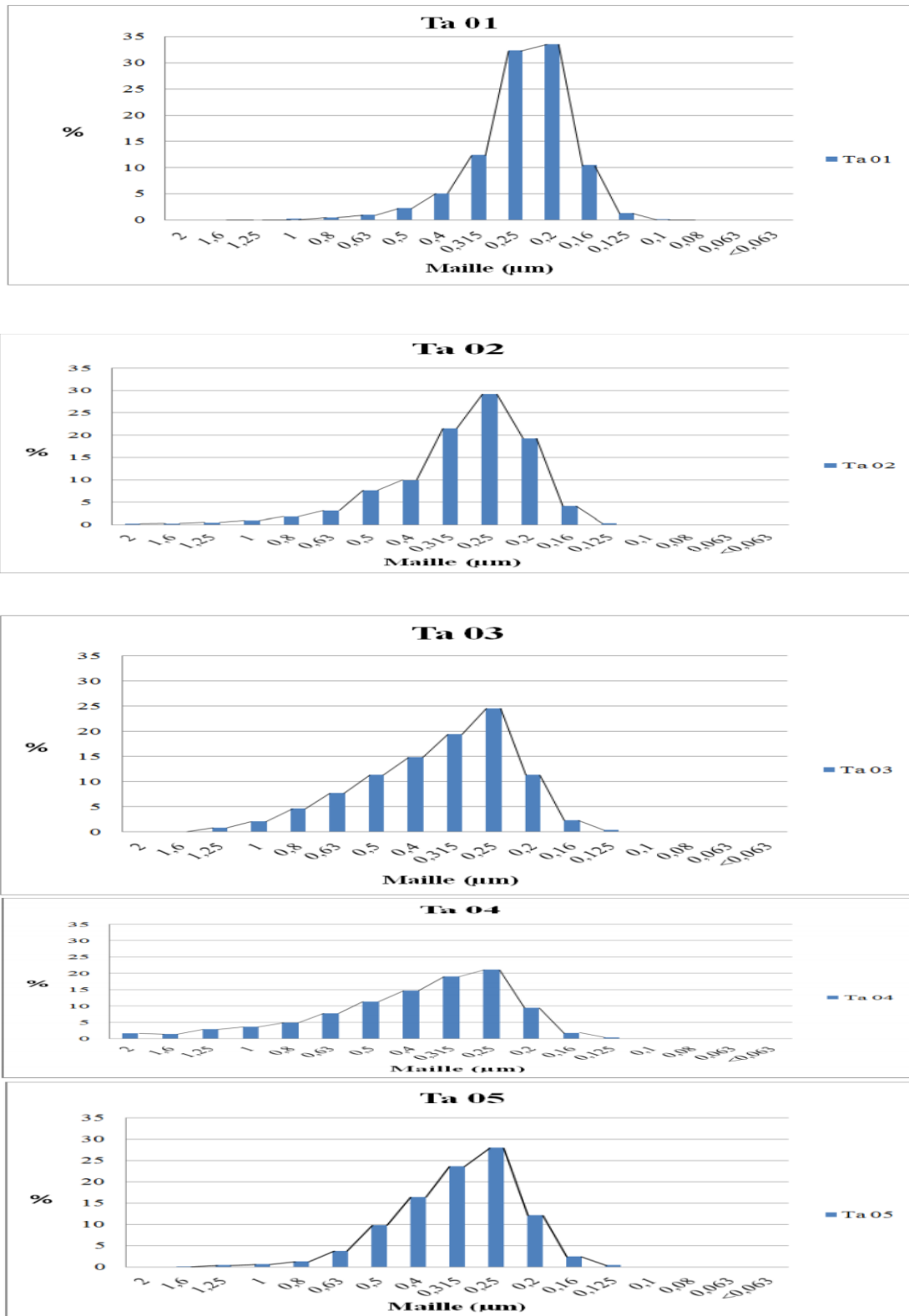


Figure. IV.8 - Courbes et histogrammes de fréquence de l'échantillon Ta01, Ta02, Ta03, Ta04, Ta05 (Laouet et Boubeghour, 2019)

IV.6.3 Analyse des paramètres granulométriques

Les courbes cumulatives des différents échantillons ont été présentées sur des papiers millimétriques pour faciliter la projection et la lecture des différents quartiles : Φ_5 , Φ_{16} , Φ_{25} , Φ_{50} , Φ_{75} , Φ_{84} , Φ_{95} . (Laouet et Boubeghour, 2019).

Les courbes cumulatives de chaque échantillon sont représentées dans la figure (IV.9).

Les résultats obtenus après calcul des différents paramètres granulométriques sont représentés dans le tableau IV.7 .

Paramètres échantillons	Grain moyen (Mz)	sorting index (σ_i)	skewness(ski)	kurtosis(KG)
<i>Ta 01</i>	1,9 Φ , 260 μm	0,4	-0,14	1,15
<i>Ta 02</i>	1,6 Φ , 330 μm	0,47	-0,29	1,11
<i>Ta 03</i>	1,4 Φ , 380 μm	0,64	-0,26	0,96
<i>Ta 04</i>	1,2 Φ , 430 μm	0,77	-0,31	1,07
<i>Ta 05</i>	1,5 Φ , 350 μm	0,51	-0,18	1,04

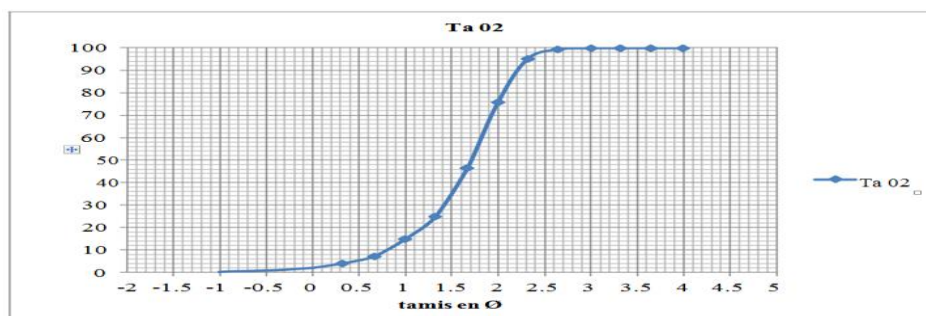
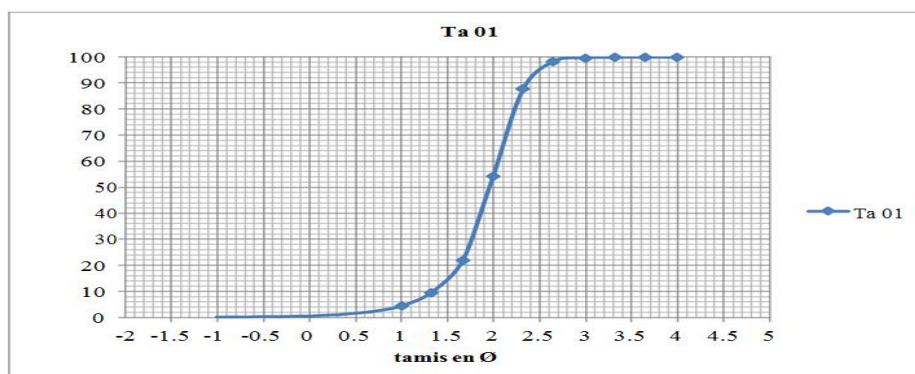
Tableau.IV.7.résultats des paramètres granulométriques (Laouet et Boubeghour, 2019)

IV.6.4. Evolution des paramètres le long du profil longitudinal plage de Tassoust

L'échantillons Ta 01, Ta 02, Ta 03, Ta 04, Ta 05 : ces échantillons présentent une granulométrie moyenne dont la valeur du grain moyen est de $(1,52 \Phi \text{ } 350 \mu\text{m})$, cette valeur indique que ces sables ont une granulométrie moyenne.

La valeur moyen de l'indice de classement est $0,46 \Phi$ pour l'échantillon Ta 01, Ta 02, et Ta 05 cette valeur révèle un bon classement de ces sables, $0,64 \Phi$ pour l'échantillons Ta 03 et $0,77 \Phi$ pour l'échantillons Ta 05 cette valeur indique que ces sables ont un classement moyen.

Pour le kurtosis indice d'acuité (KG) sa valeur moyen $1,13 \Phi$ indique que le sable est réparti sur des classes granulométriques restreintes et présente des courbes leptocurtiques pour les deux échantillons Ta 01 et Ta 02 ,et une valeur moyenne $1,02 \Phi$ pour les échantillons Ta 03, Ta 04 et Ta 05 indiquant une distribution mésocurtique



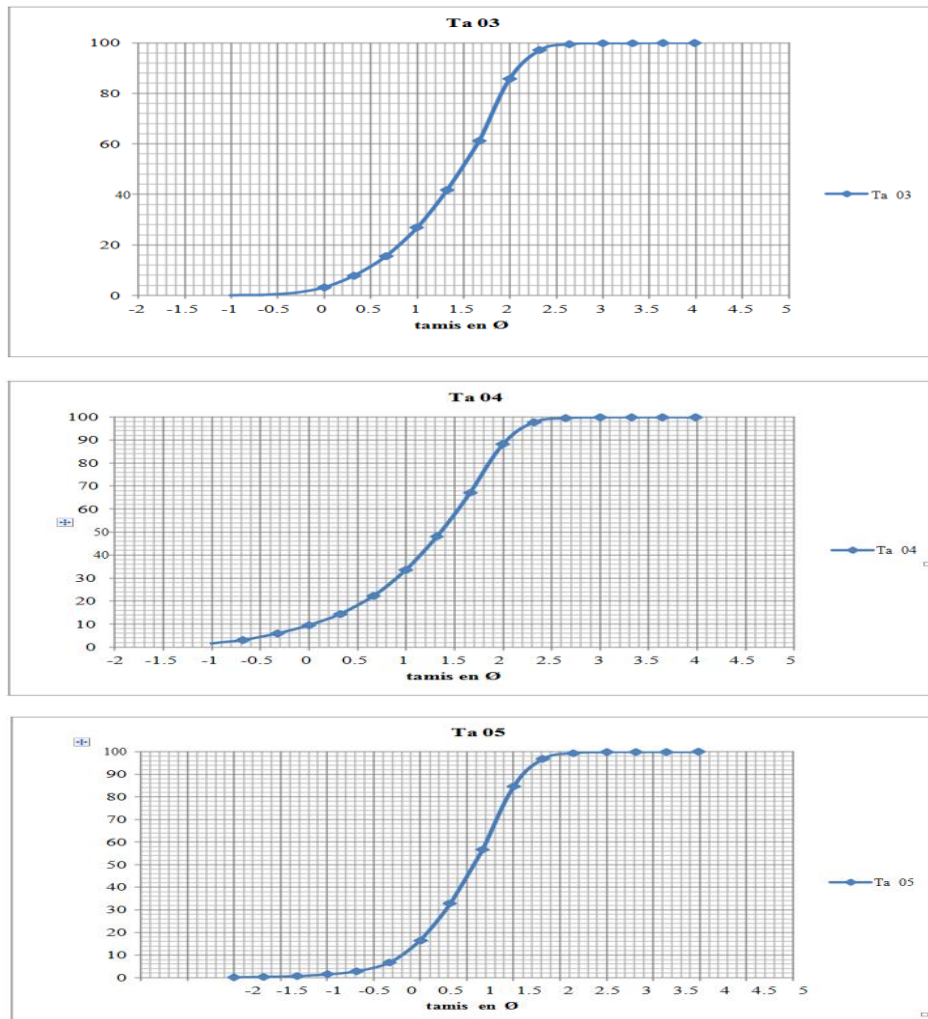


Figure. IV.9 : courbes cumulatives de des échantillons Ta01, Ta02, Ta03, Ta04, Ta05 (Laouet et Boubeghour, 2019)

IV.7. Conclusion

D'après différents paramètres on peut dire que selon les travaux de S. belmedrek en (2006) les sables de plage de Oued Zhour présentent une granulométrie grossière probablement dû au fait que l'ensemble de ces échantillons soient prélevés près de l'embouchure de Oued Zhour , ces sables sont bien classées et présentent une asymétrie vers les grandes tailles .

Selon les travaux de L . Mostefaoui (2014) les 03 échantillons prélevés le long de la plage (partie occidentale, centrale et orientale) indiquent que ces sables présentent une granulométrie moyenne ,un bon classement , une forte asymétrie vers les grandes de tailles pour l'échantillon qui se trouve près de l'embouchure et une symétrie granulométrique pour les deux autres échantillons, pour les valeurs de l'indice

d'acuité (KG) l'échantillon qui se trouve près de l'embouchure présente une distribution extrêmement leptocurtique.

En comparant les résultats des différents paramètres granulométriques obtenus par S.belmadrak et L Mostfaoui on peut remarquer une légère différence dans le grain moyen, grain moyen à grossier pour S. Belmedrek (2006) et moyen pour L. Moustfaoui (2014). L'indice d'acuité ou kurtosis présente une distribution mesocurtique pour S. Belmadrak ,leptoqurtiue pour L. Moustfaoui , cette différence de résultats est du probablement à l'influence des apports fluviatiles en fraction grossière , le long des profils longitudinaux on remarque une évolution des paramètres lorsqu'on s'éloigne de l'embouchure de Oued Zhour , cette différence est due aussi au déferlement des vagues sur l'estran ces vagues qui semblaient être de forte énergie.

Pour les sables de la plage de Tassoust qui présentent une granulométrie moyenne, un classement assez bien, un enrichissement en grain grossier et une distribution mesocurtique , cette plage qui se trouve limitée par deux Oueds semble être influencée aussi par la dérive littorale et le déferlement de la houle sur l'estran vu qu'elle est ouverte et exposée directement au large.

CHAPITRE V:

ETUDE

MINÉRALOGIQUE

V.1 Introduction

Le sable de plage est une roche sédimentaire détritique c'est le produit de dégradation des roches du fait de l'érosion ou la dégradation de matériaux d'origine organique (coquilles , squelettes de coraux ... etc) dont la dimension est comprise entre 0.063 mm et 2 mm.

Plusieurs plages dans le monde ne sont pas dédiées au tourisme, elle sont aussi riches en minéraux lourds tel que l'ilménite et le rutile minéraux de titane, le zircon qui entre dans la composition des briques réfractaires nécessaires dans la sidérurgie, la cassitérite minérale d'étain et des minéraux précieux comme l'or .

Dans ce chapitre nous allons présenter les différents minéraux identifiés par S. Belmadrek et Moustfauï pour la plage de oued Zhour et Laouet et M.Boubeghour pour la plage de Tassoust .

V :2. Identification minéralogique

L'identification minéralogique des principaux constituants des sables a été réalisée par tri sous loupe binoculaire et examen au microscope optique, analyse par diffraction au rayon x pour S.Belmadrek et L. Mostafaoui et seulement par loupe binoculaire pour la plage de Tassoust.

Les résultats des analyses minéralogiques sont récapitulés dans le tableau suivant :

Echantillons de sable minéraux	rincipaux
Sable de plage d'oued zhour profil OZB	quartz , feldspaths , fragment de roche métamorphique , micas , tourmaline , pyroxéne , zircon ,rutile , amphiboles , ilmenites ,grenats , d'autres minéraux indéterminés
Sable de plage oued zhour profile OZM	quarz , feldspaths , fragment , micas , chlorite , séricite , carbonates , hématite , tourmaline , zircon , grenats rose .
Sables de plage de Tassoust	quarz , feldspaths , biotites , muscovite , grenat rose , ziron , l'épidote , tourmaline , l'hématite , l'ilménite pyrite , fragment de roches , calcite

Tableau V.1 : principaux minéraux identifiés des sables OZB,OZM et Tassoust.

V.3. Minéraux identifiés dans la plage de Oued Zhour :

a) Minéraux identifiés par S belmedrek :

Les tourmalines se présentent en grains allongés ou arrondis émoussés, de couleur à surface luisante (Planche I, photo 1).

Les pyroxènes : les pyroxènes se présentent sous forme de prismes de couleur verte(Planche I, photo 2).

Les amphiboles : elles sont des prismes allongés de couleur verte présentent deuxdirections de clivages avec un angle de 120° (Planche I, photo 2).

Les zircons : ils sont incolores de forme arrondie ou allongée (Planche I photo 3).

Les rutiles : de couleur brun rouge et de forme arrondie.

L'ilménite : Ce minéral présente des formes très variées, il est de couleur noir à brun noir, avec un éclat submétallique (Planche I, photo 4).

Les Grenats : de couleur marron foncé, les grenats se présentent sous forme arrondie ou sub arrondie (Planche I, photo 5).

Fragments de roches : Ils sont essentiellement des fragments de schistes et de grés (Planche Iphoto 6).

Minéraux indéterminés : Ces minéraux sont des minéraux de couleur et de formes variées.

b) Minéraux identifiés par L. Mostefaoui

Le quartz se présente en grains de forme et grosseur variée arêtes sub-arrondies à sub-anguleuses rarement arrondies. Ils se présentent en grains souvent incolores rarement de couleur jaunâtre, parfois jaune orangé ou rougeâtre.

Les plagioclases sont représentés par des cristaux subautomorphes, prismatiques.

Les micas sont représentés par de la muscovite en lamelles déchiquetées incolores tassées les unes contre les autres. Elle est accompagnée par de la biotite de couleur brun jaunâtre et à la chlorite en agrégats lamellaires de couleur vert olive(Planche II).

Les minéraux accessoires Présents en quantité très faible dans la roche, les minéraux accessoires se caractérisent par la prédominance de la tourmaline en petits grains subautomorphe de couleur verdâtre à jaune verdâtre (type Dravite) à laquelle s'associe le zircon en petits prisme incolore et les grenats de couleur rosâtre.(PlancheII).

V.4 Minéraux identifiés da les sables de plage de Tassoust

Les minéraux identifiés dans cette plage selon Laouet .S et Boubeghour.M se résumant comme suit :

Le Quartz : Minéral transparent de taille et de forme variable, parfois il se présente sous forme allongée ,sa cassure conchoïdale est très caractéristique .Ce minéral est le minéral le plus abondant dans ces sables, (planche III. photo .1).

Les Feldspaths : Les feldspaths sont de forme variée et de couleur blanchâtre. (planche III.photo .02).

La Biotite : De couleur marron ou brun noire, elle est de forme très particulière pseudo hexagonale avec un éclat gras. Elle se présente aussi en paillettes. (planche III. .photo 03)

La Muscovite : La muscovite est rare, elle est incolore et présente un éclat gras . (planche III. photo 4)

Les Grenat rose (almandin) : Les grenats se présentent sous forme différentes de couleur rose, transparentes (planche III. photo 05)

Le Zircon : Ils se présentent en grains émoussés souvent incolores de forme arrondie ou allongée (planche III. photo.06).

L'Épidote Elle se présente sous forme prismatique et par fois allongés, sa couleur vert pistache,vert brun (planche III. photo 07)

LaTourmaline : Minérale de couleur rose, se présente sous forme prismatique et présente des stries très caractéristiques sur la surface du cristal (Figure.V.2. photo.08).

L'hématite : Elle est présente par des forme différentes , sa couleur rouge sang et très caractéristique (planche III. photo.09).

L'ilménite : De forme irrégulière de couleur noire à brun noir et présente un éclat métallique (planche III. photo.10).

Pyrite : Minéral de couleur jaune claire á jaune laiton souvent ternie en surface associée avec le quartz. (planche III . photo.11)

Les Fragments des roches : Ils se présentent sous forme de fragment très brillant plus ou moins schistosité, de couleur grisâtre, de forme et de taille différente ces fragments sont d'origine métamorphique. (planche III. photo.12).

L'Ambre : Est une résine sécrétée par des conifères il y a des millions d'années et qui s'est fossilisée l'ambre est de couleur mielleuse. (planche III photo.13)

Planche I

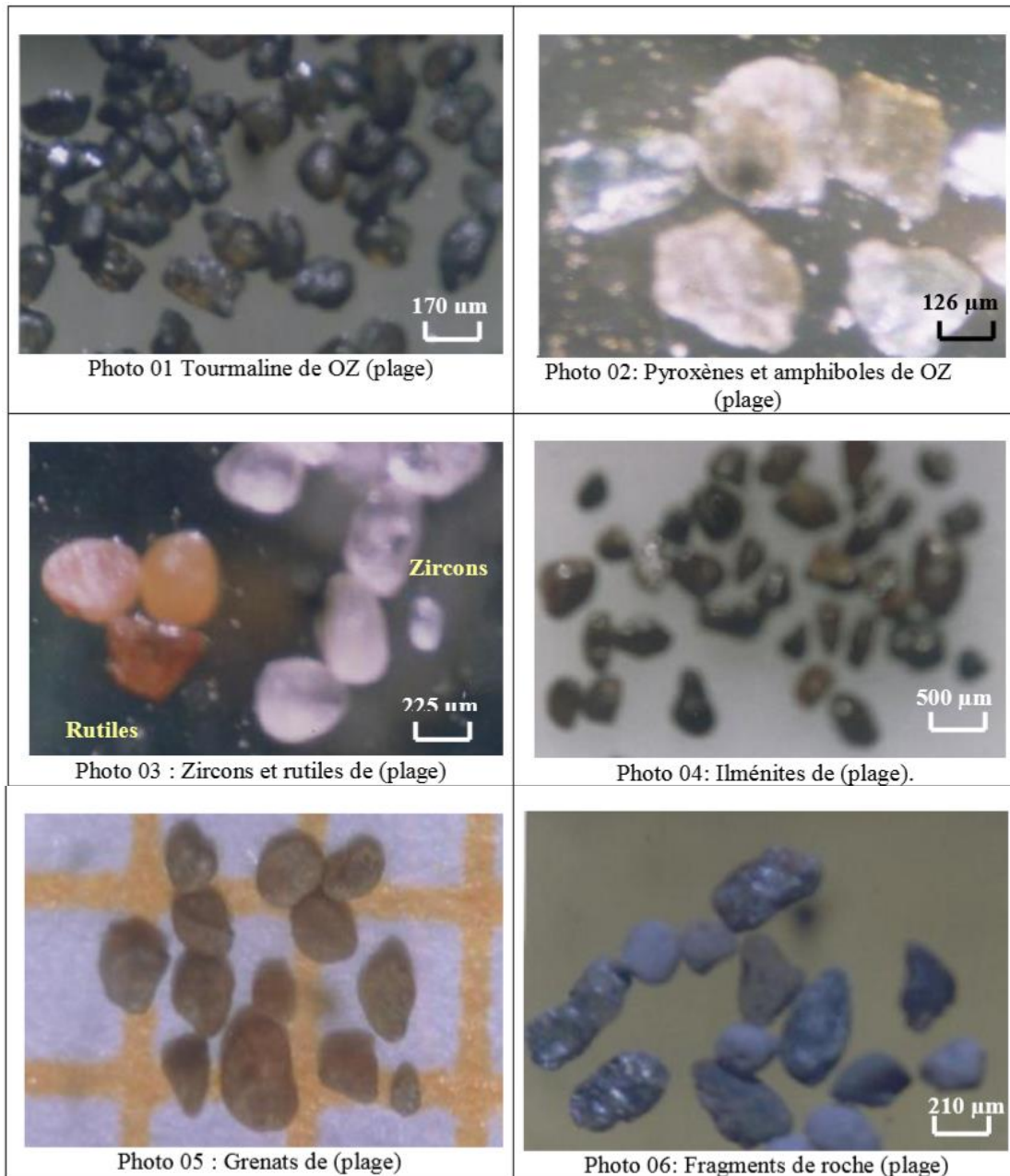


Figure V.1 : Quelques minéraux lourds des sables de plage de Oued Zhour profil OZB sous loupe binoculaire

Planche II

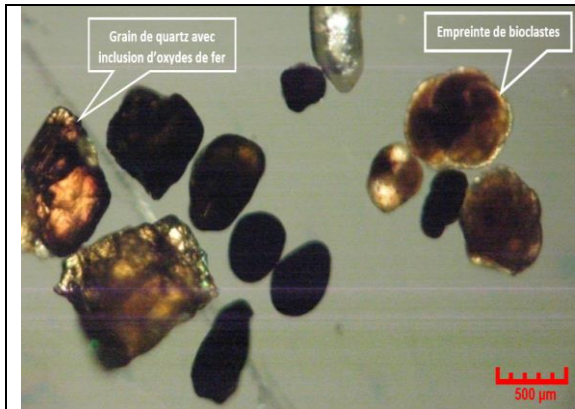


photo01 : zircon , quartz et Empreinte de bioclastes

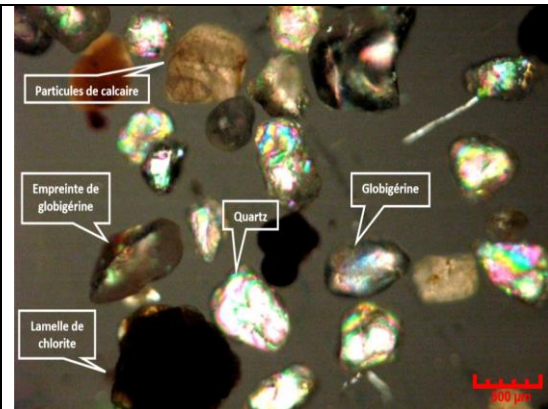


photo 02 : Lamelle de chlorite, quartz, Globigérine, Empreinte de globigérine et Particules de calcaire

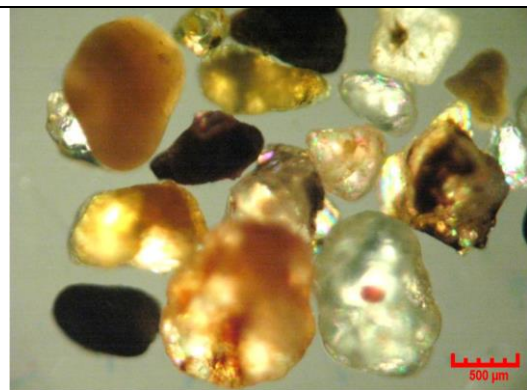


Photo 03 : Grains de quartz de couleur jaune

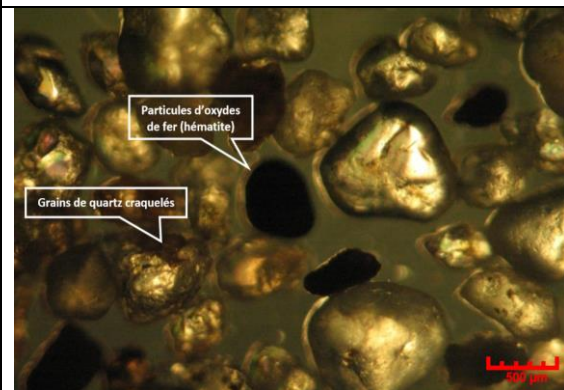


photo 04 : hématite et des grains de quartz

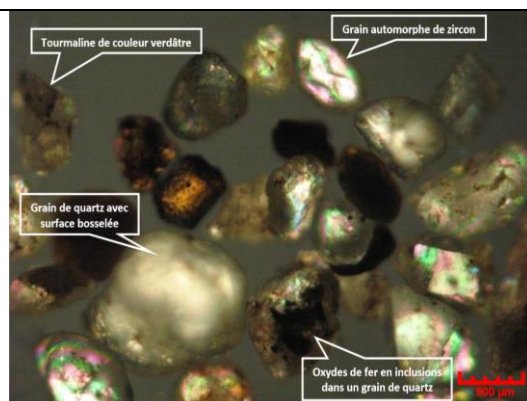


Photo 05 : Tourmaline, quartz et zircon



photo 06 : Grenat et Quartz

FigureV.2 : Quelques minéraux des sables de plage profil OZM sous loupe binoculaire

Planche III

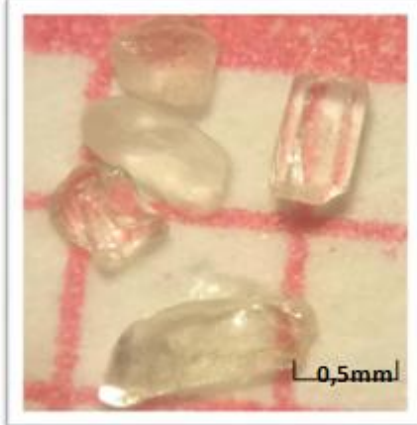


photo 01 : Quartz



photo 02: Feldspath

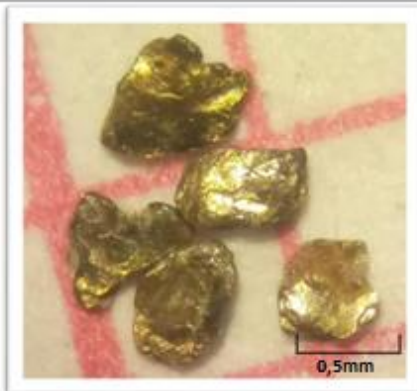


photo 03: Biotite

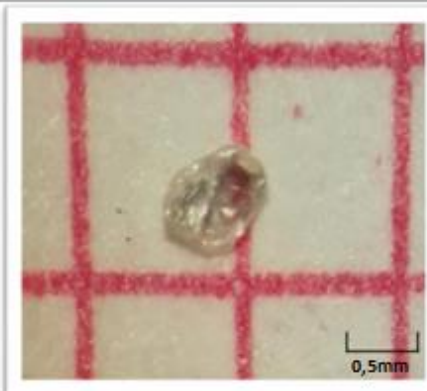


photo 04 : Muscovit dans le Quartz



photo 05: Grenat rose



photo 06: Zircon

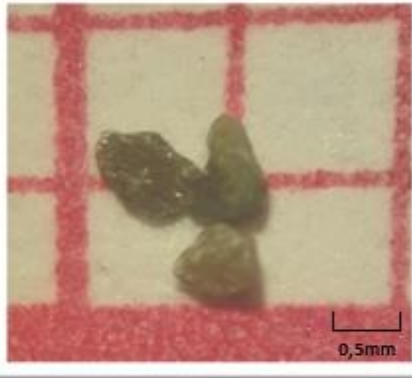


photo 07: Epidote



photo 08: Tourmaline



photo 09: Hématite

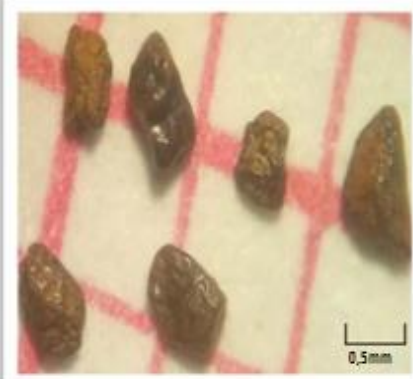


photo 10 : Ilménite

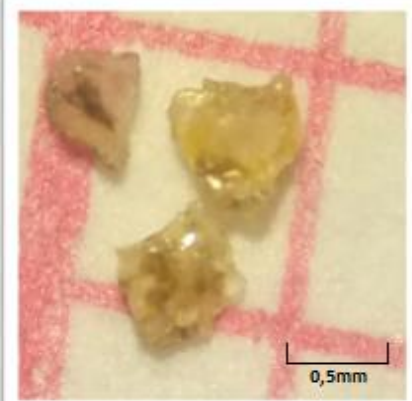


photo 11: Quartz a Pyrite

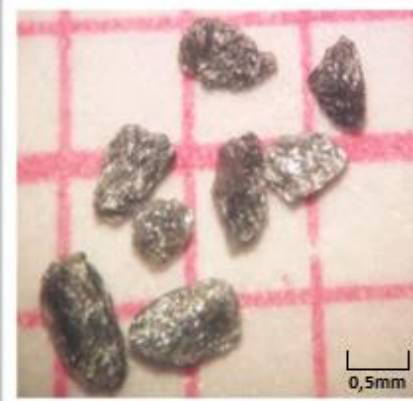


photo 12: Fragments des roches



Figure V.3 :Quelques minéraux de sable de la plage de Tassoust.

V.5 : Analyse par diffraction

Les analyses par diffraction de rayon x ont été effectués sur les échantillons de Oued Zhou S. Belmedrak a révélé la présence du quartz , épidote , anatase et hématite .

Dans ses analyses L.Mostafaoui à révélé la présence du quartz , albite , orthoclase , chlorite , kaolinite , muscovite .Pour le sable de Tassoust les analyses par diffraction n'ont pas été réalisées.

Conclusion :

Selon les résultats de l'analyse minéralogique par loupe binoculaire des sables de plage d'Oued Zhou et Tassoust (tableau V.1) présente le même assemblage minéralogique , les différents minéraux existant sont de minéraux issus principalement de roche cristallines (métamorphiques ou magmatiques) et même sédimentaires la présence de la calcite en abondance dans les sables de Tassoust confirme les échanges avec le large.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion :

La wilaya de Jijel contient des accumulations sableuses très importantes le long de ses plages, ces plages réservées uniquement au tourisme.

Dans ce présent travail nous avons réalisé une synthèse granulométrique et minéralogique des sables de la plage de Oued Zhour à l'extrême est de la wilaya et la plage de Tassoust au centre de la wilaya. Cette synthèse est basée sur des travaux antérieurs qui ont déjà étudié ces sables

L'étude géologique a montré la diversité des formations géologiques, ces formations qui peuvent être le fournisseur principal des accumulations sableuses le long des plages, ces formations se résument en roches métamorphiques (gneiss et micaschiste) roches magmatiques (granitoïde de la région El Milia et cap Bougaroun) les formations sédimentaires telles que les marnes post-nappes et les conglomérats du Pliocène.

L'étude granulométrique des sables de la plage de Oued Zhour et de Tassoust a montré que ces sables sont bien classés et de granulométrie moyenne, cette granulométrie semble être influencée par une fraction grossière, provenant de la dérive littorale et du déferlement de la houle sur l'éstran. Selon cette étude on a remarqué que malgré que la plage de Oued Zhour se trouve abritée par les formations métapélitiques de Béni Belaid et le massif de Cap Bougaroun la granulométrie de ces plages n'a pas été influencée par ces formations qui doivent jouer le rôle d'un obstacle favorisant normalement la sédimentation des sables de la taille assez fine.

L'étude minéralogique des deux plages a révélé la présence d'un cortège minéralogique qui est le résultat de la destruction des roches essentiellement métamorphiques magmatiques et sédimentaires.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Amimour, M et Zekiri,A, (2010): Problème d'inondation et de liquéfaction des sables du POS N°3 de l'Emir Abdelkader en wilaya de Jijel. Mémoire d'ingénieur. Univ.Jijel,61 p.

Amri, K. (1996) : Cinématique des déformations ductiles et fragiles de la région de Béni Bélaïd- Oued Zhour (Petite Kabylie). Mém. Magister, USTHB, Alger, 144 p.

Baghdad, A, 2017 : Caractérisation géologique, géotechnique et technologique des argiles de la wilaya de Jijel (Algérie Nord orientale). Thèse Doctorat Univ de Jijel 184p.

Belmedrek, S, (2006) : Granulométrie et minéraux lourds des sables dunaires et de plage des secteurs d'Oued Zhour et Béni Bélaïd (Jijel, Algérie nord orientale), Mém.Magister, Université Mentouri Constantine 103p.

Bouillin, J.P., (1977) : Géologie alpine de la petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El-milia (Algérie). Thèse Doctorat. Univ. P. et M. Curie, 511p.

Bouillin, J.P. et Raoult, J.F., (1971) : Présence sur le socle kabyle du constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flyschs; le Numidien peut être un néo-autochtone? Bull. Soc. géol. France,7, pp 338-362.

Bouillin, J.P, Kornprobst, A., (1974) : Association ultrabasique de la petite Kabylie : Péridotite de type Alpine et complexes stratifiés; Comparaison avec les zones internes bético rifaines. Bull. Soc. géol. France, 167, pp 183-194.

Chazot., et al. (2017). An overview on the origin of post-collisional Miocene magmatism in the Kabylies (northern Algeria): evidence for crustal stacking, delamination and slab detachment. Journal of African Earth Sciences 125: 27-41, doi: [10.1016/j.jafrearsci.2016.10.005](https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2016.10.005).

Djellit, Hamou., (1987) : Evolution tectono-métamorphique du socle kabyle et polarité de mise en place des nappes flysch en petite Kabylie occidentale (Algérie). Thèse Doct.Univ. Paris, 206 p.

Djellit. H. (2014) : Livret-guide des excursions. 1ère école de terrain sur la géologie des Maghrébides. Université de Jijel, 24-27novembre 2014,53p.

Durand-Delga, M.,(1969) : Mise au point sur la structure du Nord- Est de la Berbérie. Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, Vol 39, pp 89-131.

Durand-Delga, M., (1955) : Etude géologique de l'Ouest de la chaîne numidique.Thèse d'Etat. Paris, 533 p

Folk. R.L, Ward, W.C., (1957) : Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters Journal of sedimentary petrology. 27, pp 3-26.

Fourcade, S., et al. (2001). The origin and geodynamic significance of the Alpine cordierite-bearing granitoids of northern Algeria. A combined petrological, mineralogical, geochemical and isotopic (O, H, Sr, Nd) study. *Lithos* 57, 187-216. [https://doi.org/10.1016/S0024-4937\(01\)00034-2](https://doi.org/10.1016/S0024-4937(01)00034-2)

Gélard, J.P., (1969) : Le flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif Chellata : Le flysch maurétanien (Grande Kabylie). *Bull. Soc. géol.France.*7.pp 676-686.

Kermani, S (2016): Les dunes littorales de la baie de Jijel origine, mise en place et impacts des activités humaines . Thèse Doctorat Univ de USTHB.238 P

Kermani, S et al., (2016) : Distribution of heavy and clay minerals in coastal sediment of Jijel, East of Algeria: indicators of sediment sources and transport and deposition environments . *Arabian Journal of Geosciences* 9 (1), 36

Kehal, A. (1998) : Géologie, pétrographie et géochimie des formations du socle de petite Kabylie dans la région des Béni Bélaïd (Algérie Nord-Orientale). Altérations hydrothermales et minéralisations à Sn, Ta, Nb liées aux pegmatites. . *Mém. Magistère. Univ Constantine.* 73 p.

Lahondère, J.C., Feiberg, H., Hac, B.U., (1979): Datation des grès numidiens d'Algérie orientale: Conséquences structurales, *C R. Acad. Sc. Paris t 289, N°4, pp 383-386.*

Laouar, R., et al. (2012). Les chromites des roches ultrabasiqes de Collo (NE algérien): Leur origine à partir des études pétrologique, minéralogique et isotopique. *Colloque International Terre et Eau, At Annaba, Algeria*

Louet, S. et Boubeghour, M., (2019) : Caractéristiques physiques, granulométriques et minéralogiques des sables côtier de la région de Tassoust (Jijel, Nord-Est Algérien) mémoire master 63p.

Misseri, M. (1987). Structure et cinématique des péridotites feldspathiques du Cap Bougaroun (Algérie). *Journal of African Earth Sciences, Volume. 6, No. 5, pp. 741-744.*

Moustefaoui, L ., (2014): caractéristiques géologiques, minéralogiques, pétrographiques et sédimentologiques des sables côtiers des secteurs : oued zhour, oued el kébir et oued ziama mansouria (wilaya de jijel, algérie) mémoire de magister université ferhat abbas – sétif ,113P

Ouabadi, A., (1995) : Pétrologie, géochimie et origine des granitoïdes peralumineux à cordiérite (Cap Bougaroun, Beni Touffout, Filfila), Algérie Nord Orientale, Thèse Doctorat d'Etat. Univ. Rennes I, 231 p.

Raoult J. F. (1974) : géologie du centre de la chaîne numidique (Nord du Constantinois, Algérie), Mém. Soc. Géol. France, 53, pp 121-163.

Raoult, J.F., (1969) : Relation entre la dorsale kabyle et les flyschs sur la transversale du Djebel Rheidir; Phase tangentielle éocène, Paléogéographie (Nord du Constantinois, Algérie). Bull. Sol. géol. France, pp 523-543.

Roubault, M., (1934) : La Kabylie de Collo: Etude géologique. Thèse d'Etat, Paris, 272 p.

Satouh. A. (2017). Caractéristiques pétrologiques, géochimiques et isotopiques des roches ultrabasiques de la région de Collo, (NE algérien), Thèse de doctorat, université Badji Mokhtar- Annaba, 87p.

Semroud, B., Ouabadi, A., Belantour, O., (1992) : Les granitoïdes associés à la chaîne alpine en Algérie du Nord. Bull. Ser. géol. Vol.9. N°1. p 3-8.

Vila, J. M., (1980) : La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse Doctorat. Paris VI, 665 p.

Wildi, W., (1983) : La chaîne tellorifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : Structure, Stratigraphie, évolution du Trias au miocène. Rev. géol. Dyn, Geogra. Phys. Vol 24, pp 201-297.

Liste de site web :

<https://www.google.com/maps/@36.919969,6.2381298,4647m/data=!3m1!1e3>

<https://www.google.com/maps/@36.8088624,5.8312874,1269m/data=!3m1!1e3>