

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل

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



كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم: علوم الأرض و الكون

## Mémoire de Master

Filière : Géologie

Option : Ressources Minérales et Géomatériaux et Environnement

Thème

**Caractéristiques physiques, granulométriques et  
minéralogiques des sables côtier de la région de Tassoust  
(Jijel, Nord-Est Algérien)**

**Membres de Jury**

Président : A. Iekoui

Examineur: A. Baghdad

Encadreur : M<sup>m</sup> Belmedrek Sonia

CO- Encadreur : M<sup>elle</sup> Kherrouba Hassiba

**Présenté par :**

Boubeghour Moufid

Laouet Salah-eddine

Année Universitaire 2018-2019

Numéro d'ordre (bibliothèque) : .....

# Remerciements

*A l'issue de cette étude, nous remercions Allah le tout puissant qui nous a donné tant de courage, de volonté, de patience et d'abnégation pour mener à terme ce mémoire.*

*Nous remercions également toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de fin d'études et particulièrement nos encadreurs Mme Belmedrak Sonia et Mlle Kherrouba hassiba qui ont suivi notre travail.*

*Nous remercions tous ceux qui nous ont aidés et qui nous ont facilité la tâche pendant toute la durée de nos études, Nous remercions nos enseignants du département des Sciences de la Terre et de l'univers qui ont participé à notre formation ainsi que le personnel administratif.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à tous les membres du jury qui ont accepté d'examiner notre travail, et apporter leurs justes appréciations.*

*Nous remercions, nos collègues de la promotion 2019*

Salah-Eddine & Moufid

# Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes *très chers parents*

Qui grâce à eux et leur sacrifice pendant

Toute la durée de mes études que je suis arrivé à mon *but*.

A ceux qui m'ont tout donné d'amour, affection, tendresse, compréhension.

A :

- ✚ Mes chers frères Sid Ali et Mohamad el-Hadi.
- ✚ Mes chères sœurs Selma et Chiraz.
- ✚ Et toute ma famille.
- ✚ A toute la promotion de Géologie surtout RMG
- ✚ A tous que j'estime et m'estime.

*Salah Eddine Laouet*

# DEDICACES

*Tout d'abord je tiens à remercier mes très chers parents de m'avoir permis d'arriver à ce stade de mon éducation.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mon chère père*

*A ma très chère mère*

*A mes frères et sœurs*

*A toute ma famille*

*A mon binôme*

*A ma fiancée (Dounia.B)*

*A mes amis (Yahia, Ridha, Mounir, Wanis, Karim, Sid Ali, Yassin, Salah, Abdou, Djalal...)*

*A tous mes collègues de la promotion  
2018/2019*

*œ Moufid œ*

## المخلص :

الغرض من هذه المذكرة هو دراسة الخصائص الفيزيائية والمعدنية والحببية للرمال الساحلية لشاطئ تاسوست. رمال شاطئ تاسوست هي رمال ذات تحبب ضيق ذات تدرج سيئ، نظيفة وذات وحدة نمطية جيدة.

اظهر التحليل الحبيبي أن هذه الرمال متوسطة ومصنفة جيدا وفقا لمؤشر التصنيف. أيضا هي متناسقة في حجم الحبيبات ويكون تدرج الحجم نحو الاحجام الكبيرة وفقا لمؤشر التناظر. مؤشر الحدة يبين منحنيات شديدة الى متوسطة الحدة

الكوارتز هو المعدن الاكثر وفرة في الرمال مع مزيج من المعادن الاخرى مثل البيوتيت الموسكوفيت الهيماتيت الكالسيث التورمالين الفلسبار الجرونا الوردية البيريت وغيرها من المعادن ذات الاهمية الاقتصادية كالالمنييت والزركون. هذه المعادن مصدرها التكوينات الجيولوجية المحيطة من المنطقه وتتركز خاصة في الجزء الحبيبي المتوسط

**كلمات مفتاحية** رمال الشاطئ، الخصائص الفيزيائية، التحاليل المعدنية، التحاليل الحبيبية، تاسوست، جيجل

## Abstract:

The purpose of this memo is to study the physical, mineralogical and Granulometry of the coastal sands of the beach of Tassoust.

The beach sands of Tassoust are sands with narrow granulometry, bad graduated, clean and with a good finesse module.

The particle size analysis showed that these sands are medium sands, fairly well classified according to the ranking index, has a grain size asymmetry towards large sizes according to the results of skewness and leptocurtic distributions to mesocurtic.

Quartz is the most abundant mineral in these sands with the association of other accessory minerals such as; biotite, muscovite, hematite, epidote, calcite, feldspar, pink garnet, pyrite, chalcedony, tourmaline, and other minerals of economic interest such as ilmenite, zircon, these minerals that come from the geological formations of the region are concentrated in the middle fraction.

**Keywords:** beach sand, physical characteristics, mineralogical analyzes, particle size analyzes, Tassoust, Jijel

## Résumé :

Le présent mémoire à pour but d'étudier les caractéristiques physiques, minéralogiques et Granulométriques des sables côtiers de la plage de Tassoust.

L'étude des caractéristiques physiques des sables de plage de Tassoust sont des sables à granulométrie serrée, mal gradué, propre et avec un bon module de finesse.

L'analyse granulométrique a montré que ces sables sont des sables moyens, assez bien classés selon l'indice de classement, présente une asymétrie granulométrique vers les grandes tailles d'après les résultats du skewness et des distributions leptocurtique à mésocurtique.

Le quartz est le minérale le plus abondant dans ces sables avec l'association d'autre minéraux accessoires tel que ; la biotite, muscovite, hématite, épidote, calcite, feldspath, grenat rose, pyrite, calcédoine, tourmaline, et autre minéraux d'intérêt économique comme l'ilménite et le zircon, ces minéraux issus des formations géologique de la région se concentre dans la fraction moyenne.

**Mots clé :** sable de plage, caractéristiques physiques, analyses minéralogiques, analyses granulométrique, Tassoust, Jijel.

# 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.....	3
I.4.L'hydrographie.....	3
I.5.Les apports liquide et solide.....	3
I.6.Hydroclimatologie.....	4

## Chapitre II : Géologie régionale

II.1. Introduction.....	6
II.2. Les grands ensembles géologiques de la petite Kabylie.....	6
II.2.1. Le domaine interne.....	6
II.2.1.1. Le socle Kabyle .....	7
II.2.1.2. La dorsale Kabyle.....	7
II.2.2. Le domaine des flyschs.....	8
II.2.2.1. Le flysch maurétanien.....	8
II.2.2.2. Le flysch Massylien "flysch Schisto-gréseux ".....	8
II.2.3. Le domaine externe .....	9
II.2.4. Les séries postérieurs à la phase fini lutétienne.....	9
II.2.4.1. L'Oligo-Miocène Kabyle (OMK).....	9
II.2.4.2. Les Olistostromes.....	10
II.2.4.3. Le Numulitique.....	10
II.2.4.4. Le flysch Numidien.....	10
II.2.5. Les formations post-nappes .....	10
II.2.6. Les roches magmatiques.....	11

## Chapitre III : Géologie locale de la région de l'Emir Abdelkader

III.1. Introduction.....	12
III.2. Les formations cristallophylliennes.....	12
III.3. Les formations Néogène post –nappe.....	13
III.3.1 Tortono-messinien.....	13
III.3.2 Pliocène.....	13
III.3.3 Les formations quaternaires.....	13
III.3.3.1. Dunes anciennes.....	14
A. grés dunaires.....	14
B .Les sables rouges .....	14
III.3.3.2 Dunes actuelles et les sables littoraux.....	14
III.3.3.3 Alluvions anciennes.....	14
III.3.3.4 Alluvions récentes.....	15

## Chapitre IV : Paramètres physiques des sables

IV.1. Introduction.....	16
IV.2. Méthodologie d'étude.....	16
IV.2.1.Prélèvement des échantillons.....	16
IV.2.2. Préparation d'un échantillon pour essais<<P18>>.....	17
IV.2.3. Séparation par quartage.....	17
IV.3 .L'analyse granulométrique par tamisage.....	18
A) .Coefficient d'uniformité (coefficient de Hazen).....	19
B) .Coefficient de courbure.....	19
IV.3.1-Resultats et discussion.....	21
IV.4.Essais d'équivalent de sable ES<<NFP18-598>>.....	22
IV.4.1. L'équivalent de sable.....	22
IV.4.2.Principe d'équivalent de sable.....	22
IV.4.3.Procédure d'essais.....	23
IV.4.4.Résultats et discussion .....	24
IV.5.La masse volumique réelle.....	25
IV.5.1. Résultats et discussion .....	26
IV.6.Essais de bleu de méthylène dit essai a la tache <<NF P 94- 068>>.....	26
IV.6.1. Principe de l'essai .....	27
IV.7. Conclusion.....	28

## Chapitre. V : Analyses granulométriques

V.1. Introduction.....	29
V.2. Définition des paramètres granulométriques.....	29
a). inclusive Graphic Skewness.....	29
b). L'indice d'acuité .....	30
c). Inclusive Graphic Standard Déviation.....	31
d). Graphic Mean (Mz).....	32
V.3 : Traitement des échantillons.....	34
V.4 : Traitement des données.....	34
V.4.1 : Analyse des courbes des fréquences.....	34
V.4.2. Analyse des courbes cumulatives et paramètres granulométrique.....	38
V.5. Synthèse et discussion des résultats.....	40

## Chapitre. VI : Minéralogie des sables

VI.1.Introduction.....	44
VI.2. Minéraux existant dans la fraction (315 $\mu$ m).....	44
VI.3.Conclusion.....	49
<b>Conclusion générale</b> .....	50

Bibliographie



## Liste des figures

---

<b>Figure.I.1</b> : Situation géographique de la zone d'étude.....	2
<b>Figure. I.2</b> : Carte du réseau hydrographique de la wilaya de Jijel (Baghdad, 2017).....	3
<b>Figure I.3</b> : Précipitations pluviométriques dans la wilaya de Jijel durant la période allant de 2013 à 2018 (Office national de la météorologie-direction régionale Est-Jijel2019) .....	4
<b>Figure I.4</b> : Précipitations mensuelles dans la wilaya de Jijel durant l'année 2018. (Office national de la météorologie-direction régionale Est- Jijel 2019).....	5
<b>Figure. II.1:</b> Schéma géologique de la chaîne des Maghrébides (d'après Durand Delga, 1969 in Vila 1980) .....	6
<b>Figure II.2</b> : carte simplifiée montrant la géologie de la petite kabylie (Djellit, 2014) .....	9
<b>Figure III.1:</b> Carte géologique de la région d'étude (Extrait de la carte structurale au 1/500000 <sup>ème</sup> de la chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-tunisiens, Vila, 1980).....	15
<b>Figure.IV.1.</b> Plan d'échantillonnage de sable de Tassoust .....	17
<b>Figure.IV.2</b> : Réduction de l'échantillon par quartage.....	18
<b>Figure.IV.3</b> : essais de l'analyse granulométrique par tamisage.....	18
<b>Figure.IV.4</b> : courbe granulométriques du sable de Tassoust.....	22
<b>Figure.IV.5</b> : schéma représentatif de la mesure de l'équivalent de sable.....	24
<b>Figure.V.1</b> : Courbes de fréquence illustrant les différentes distributions du Kurtosis.....	31
<b>Figure.V.2</b> : Courbes de fréquence illustrant la relation entre le mode, la médiane et la moyenne et la différence entre une courbe normal symétrique et une courbe de Fréquence asymétrique (skewed).....	33
<b>Figure.V.3</b> : Courbes et histogrammes de fréquence des échantillons (a,b,c,d,e).....	35
<b>Figure. V.4</b> : courbes cumulatives des échantillons (a,b,c,d,e).....	41
<b>Planche VI</b> .....	46

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau. I.1.</b> Les caractéristiques hydrologiques d'oued Mencha et oued Djendjen (Source: Agence nationale des ressources en eau "ANRH").....	4
<b>Tableau IV.1 :</b> Tableau récapitulatif des caractéristiques des sables utilisé .....	21
<b>Tableau.IV.2 :</b> Données granulométriques des sables étudiés.....	21
<b>Tableau. IV.3 :</b> Résultats des essais de propreté de sable étudiés.....	24
<b>Tableau.IV.4 :</b> Tableau récapitulatif de la nature et de qualité du sable en fonction de la Valeur ESP et ESV (D. Georges et J. festa).....	25
<b>Tableau.IV.5 :</b> Réduplicatif des résultats de mesure de la masse volumique des grains solides <<ys>>des échantillons.....	26
<b>Tableau.IV.6 :</b> Classification des sols en fonction des VBS.....	27
<b>Tableau.IV.7 :</b> Résultats de l'essai au bleu de méthylène.....	28
<b>Tableau.V.1 :</b> Terminologie du skewness ( $SK_i$ ) définie par Folk et Ward.....	30
<b>Tableau.V.2 :</b> Terminologie du kurtosis ( $K_G$ ) définie par Folk et Ward.....	30
<b>Tableau.V.3 :</b> Terminologie du classement ( $\sigma_i$ ) définie par Folk et Ward.....	31
<b>Tableau.V.4 :</b> Classification dimensionnelle des sédiments détritiques en mm et en $\mu\text{m}$ et leurs équivalents dans l'échelle des phis (Belmadrk S, 2006).....	32
<b>Tableau.V.5 :</b> résultats des paramètres granulométriques.....	38

## I.1. Introduction

L'évolution sans cesse croissante de l'activité de la construction en Algérie a entraîné un essor fulgurant du secteur du bâtiment et des travaux publics -BTP- : Construction de nouvelles villes, d'autoroutes, de ports, de barrages et d'ouvrage d'art ...etc.

Ceci a pour conséquence une demande accrue en sable et avec pour corollaire une agression massive du cordon dunaire.

La wilaya de Jijel contient des accumulations sableuses que ce soit dunaires comme le gisement d'oued Zhour ou des carrières éparpillées sur tout le territoire de la wilaya (carrière de Chekfa et Dj. De Merada) ainsi que le sable de différentes plages telles que sable de Béni Bélaid, Sidi AbdelAziz, du port Djendjen et de Tassoust mais malheureusement l'utilisation du sable de ces plages est strictement interdite puisque sa surexploitation peut conduire à des répercussions directes sur les ressources naturelles, l'érosion des berges d'oued et l'avancée de mer. Par conséquent deux décrets ministériels ont été approuvés en 1991 et 1999 par le ministère interdisant l'exploitation abusive de sable de mer et de sable d'alluvions.

La plage de Tassoust qui se trouve limitée par les deux oueds, oued Djendjen dans sa partie orientale et oued Mencha dans sa partie occidentale dans la wilaya de Jijel contient des accumulations sableuses importante, qui résultent de leur arrière-plan qui est géologiquement très diversifiée caractérisée par la prédominance des formations métamorphiques, les roches magmatiques (complexe volcano sédimentaire), et d'autres roches sédimentaires et par un système de oueds dense débouchant dans la baie (Mencha, et Djendjen). Les échanges sédimentaires ont lieu entre les différentes unités morphologiques de la côte favorisés par l'altération des différentes formations géologiques dominantes dans la région.

Ce travail a pour objectif d'étudier les caractéristiques, physiques, minéralogiques et sédimentologiques des sables côtiers de la plage de Tassoust en apportant des données sur la granulométrie, la masse volumique et l'équivalent de sable ainsi que la minéralogie.

L'étude envisagée s'articule, autour de 6 chapitres :

- Chapitre I : Introduction générale et cadre géographique de la région de Jijel ainsi que la région d'étude ;
- Chapitre II : Géologie régionale ;
- Chapitre III : Géologie locale ;
- Chapitre IV : Paramètres physiques ;
- Chapitre V : analyses granulométriques des sables ;

- Chapitre VI : minéralogiques des sables

Conclusion générale et recommandations

## I.2- Situation géographique

La plage de Tassoust appartient administrativement à la daïra d'El Emir Abdel Kader à situé environ 10 km du chef-lieu de la wilaya de Jijel. Elle est limitée au Nord par la mer méditerranée au Sud par le village de Tassoust et la route nationale n°43. Oued Djendjen la limite dans sa partie orientale et oued Mencha dans sa partie occidentale, cette plage se trouve entre la latitude  $36^{\circ}48'32$  et  $36^{\circ}48'85$  Nord et la longitude  $5^{\circ}49'39'$  et  $5^{\circ}51'46$  Est (Fig. I.1).

La plage de Tassoust présente une longueur d'environ 2700 m et une largeur de 270 m et possède des accumulations sableuses importantes qui s'allongent selon une direction (EEN-WWS).

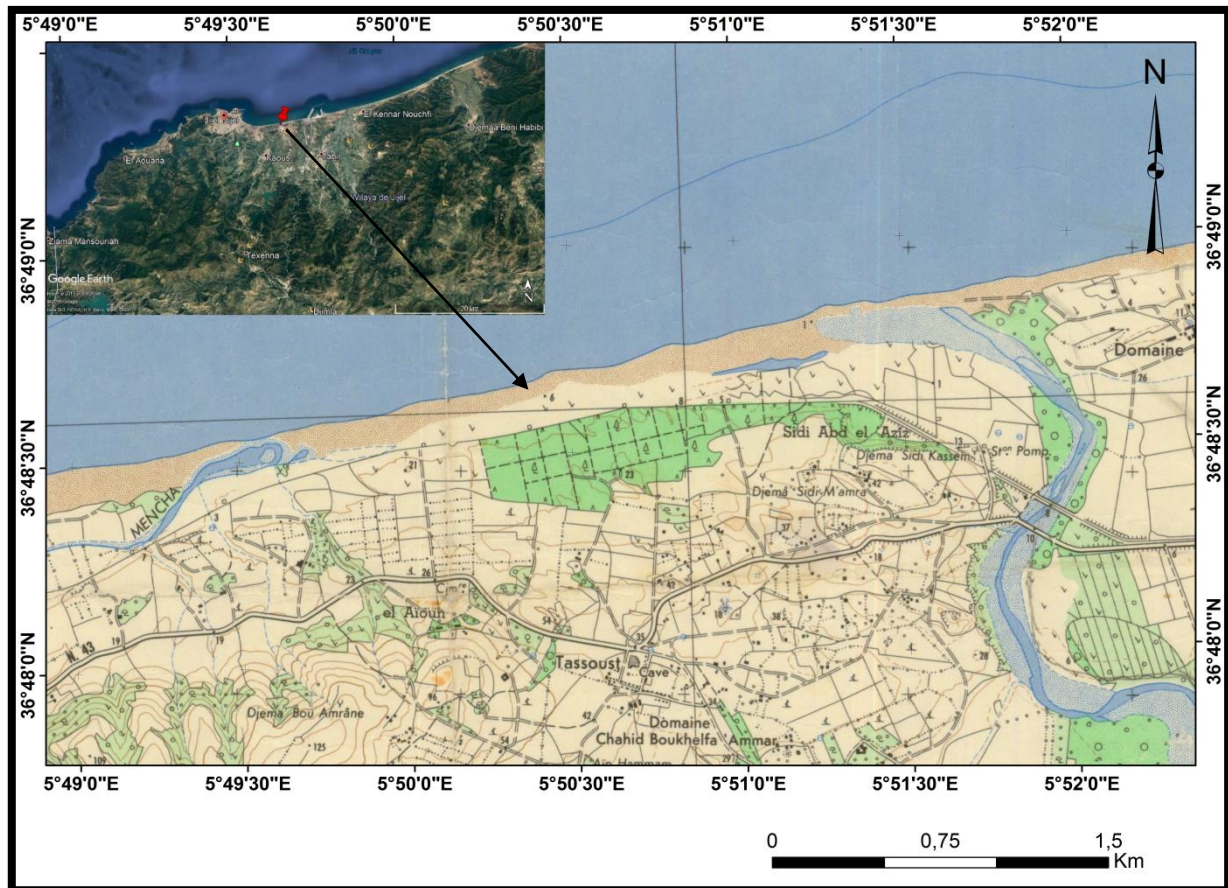


Figure.I.1 Situation géographique de la zone d'étude



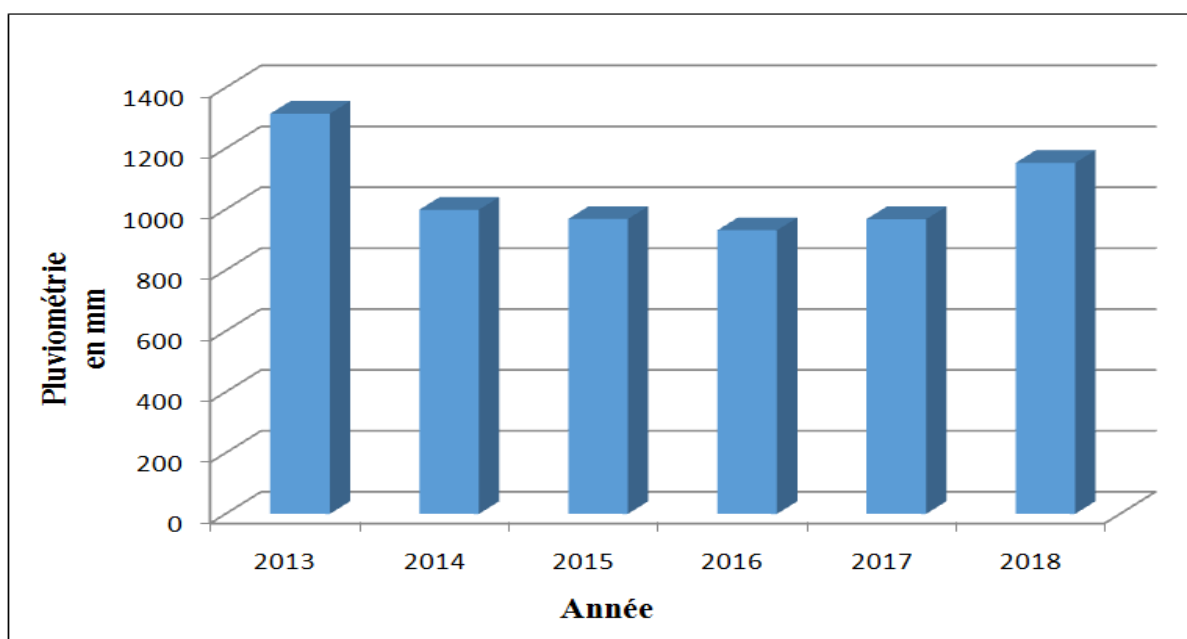
variabilité des débits liquides et solides d'Oued Mencha et oued Djendjen, (S. Kermani, et al., 2016).

**Tableau. I.1.** Les caractéristiques hydrologiques d'oued Mencha et oued Djendjen qui émergent dans la baie de Jijel. (Source : Agence nationale des ressources en eau "ANRH")

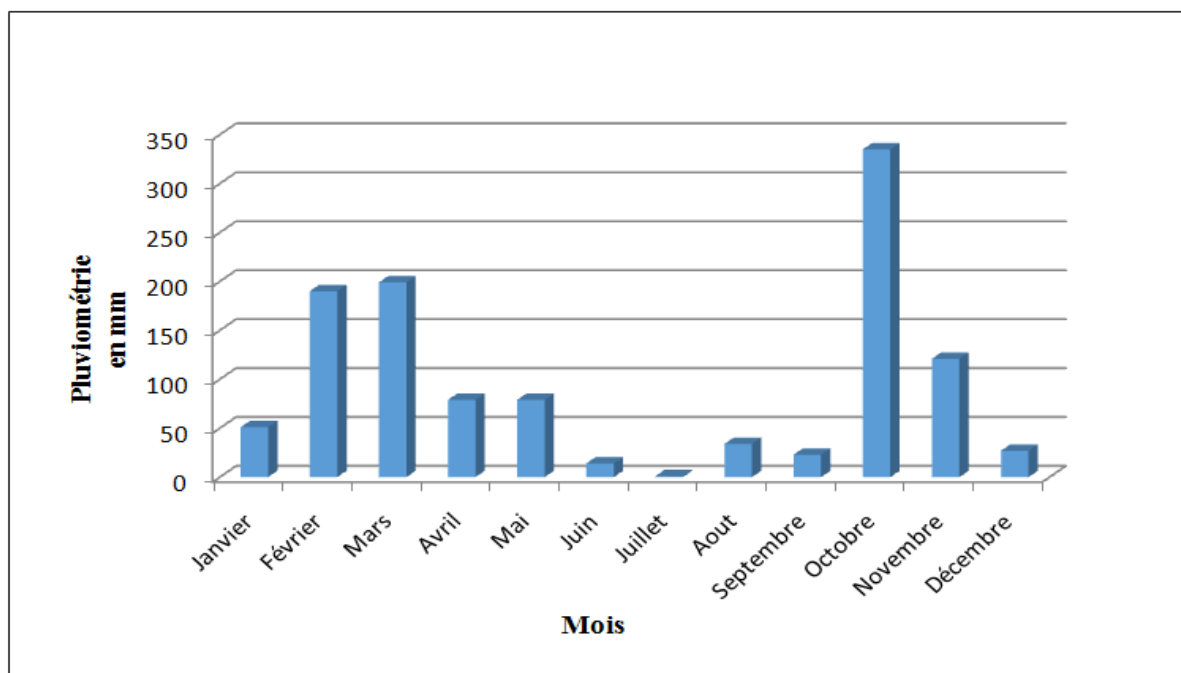
Oueds	Longueur d'oueds	Zone de Bassins Versants (km <sup>2</sup> )	Moyenne annuelle de précipitations (mm)	Apports Liquides (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /an)	Apports Massifs (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /an)
Oued Mencha	26	135	1500	100	0,5
Oued DjenDjen	63	391	1470	290	1,45

## I.6. Hydroclimatologie

Le littoral de Jijel reçoit des pluies abondantes, pendant la période allant de 2013 à 2018, la région a reçu annuellement entre 931,6 mm et 1314,6 mm de pluie (**Fig. I.3**). Les répartitions mensuelles durant l'année 2018 montre un déficit estival en mois de juin et juillet, avec une bonne distribution en hiver, 335mm en Octobre (**Fig. I.4**).



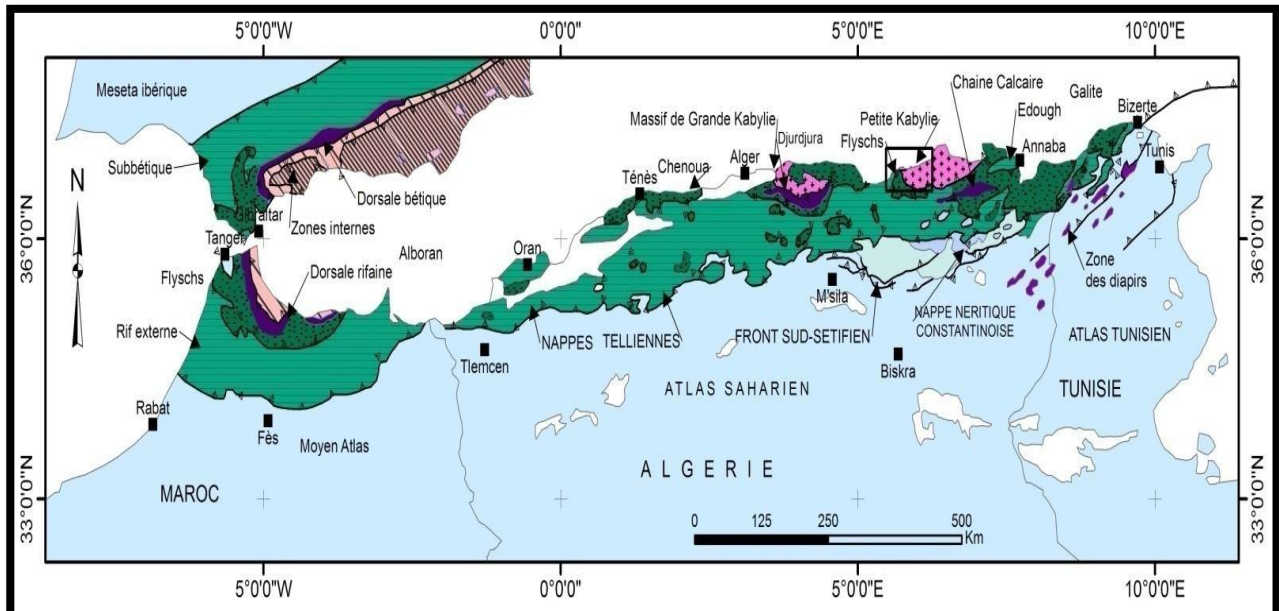
**Figure I.3.** Précipitations pluviométriques dans la wilaya de Jijel durant la période allant de 2013 à 2018 (Office national de la météorologie-direction régionale Est- Jijel 2019).



**Figure I.4.** Précipitations moyennes durant l'année 2018. (Office national de la météorologie-direction régionale Est- Jijel 2019).

## 1. Introduction

La région de Jijel fait partie de la petite Kabylie. Cette dernière est constituée par un édifice d'unités allochtones appartenant au domaine interne, aux nappes des flyschs et au domaine externe (figure. II.1). Ces différentes unités dont l'organisation est très complexe, sont parfois traversées par des venues de roches magmatiques miocènes.



**Figure. II.1:** Schéma géologique de la chaîne des Maghrébides (d'après Durand Delga, 1969 in Vila 1980).

## 2. Les grands ensembles géologiques de la petite Kabylie

La petite Kabylie est constituée par un édifice d'unités allochtones appartenant au :

- Domaine interne
- Domaine des flyschs
- Domaine externe.

Sur l'ensemble de ces unités géologiques repose en discordance la nappe numidienne et les formations post nappes.

### 2.1. Le domaine interne

Situé au Nord, il comprend le socle kabyle cristallin et sa couverture sédimentaire représentée par des termes paléozoïques, et par des niveaux surtout carbonatés allant du Trias à l'Eocène de la "dorsale Kabyle" ou "chaîne calcaire"



### 2.1.1. Le socle Kabyle

Il est représenté par des formations cristallophylliennes formant 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.
- -Un ensemble supérieur.

L'ensemble inférieur gneissique constitue 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).

### 2.1.2. La dorsale Kabyle

Elle est respectivement nommée « chaîne Liasique » ; Fischeur (1902), « chaîne calcaire » ; Glangeaud (1952), et enfin « dorsale Kabyle » ; Durand Delga (1969).

La dorsale Kabyle marque la limite entre le socle Kabyle au Nord et les zones telliennes plus externes au Sud. Elle occupe les extrémités méridionales du socle Kabyle, et montre des termes allant du Permo-Trias à l'Oligocène. Les séries qu'elle présente permettent de la subdiviser en trois sous domaines (Raoult, 1974), qui sont du Nord au Sud :

- **Dorsale interne** : C'est une série complète d'âge allant du Permo-Trias au Néocomien. Le sommet de la série est surmonté, en discordance, par des calcaires biogènes de l'Eocène inférieur à moyen.
- **Dorsale médiane** : Elle se distingue par des dépôts du Permo-Trias au Crétacé inférieur, en suite on retrouve une lacune des termes du Cénomaniens puis des dépôts marneux à microfaunes pélagiques du Turonien au Lutétien inférieur.
- **Dorsale externe** : Elle est caractérisée par des séries détritiques peu épaisses et lacuneuses. Elle comporte des calcaires silicifiés surmontés par des conglomérats du Campanien qui les recouvre en discordance. Ces derniers soulignent une intense érosion sénonienne.

Les dépôts de la dorsale externe s'étalent jusqu'au Lutétien.

Il est connu que dans la région de Jijel (petite kabylie) la dorsale n'apparaît pas et elle est souvent remplacée par les auteurs par la formation dite : complexe volcano- sédimentaire d'âge jurassique présumé

## 2.2. Le domaine des flyschs

En Algérie, il y a plusieurs formations ces formations occupent une position allochtone, elles sont marquées par les séries maurétaniennes et massyliennes (Fig.II.3) qui se trouvent entre les zones internes (socle et dorsale) et les zones externes (paléomarge africaine). Ce domaine a reçu des sédiments flyschoides au Crétacé inférieur et à l'Oligo-Miocène (Bouillin et al, 1970; Bouillin, 1979). Il comporte :

### 2.2.1. Le flysch maurétanien

Le nom du flysch mauritanien a été donné la première fois par J.P.Gelard (1969).

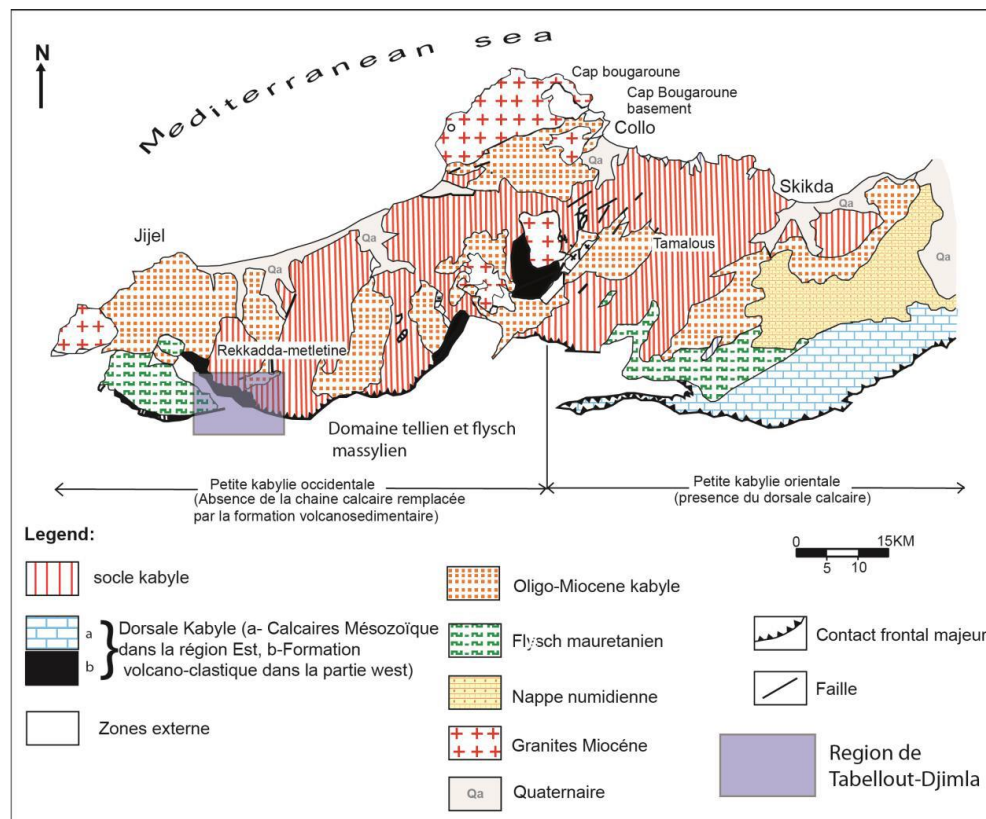
Le flysch maurétanien présente des différentes séries variées tel que le Néocomien au Lutétien, il comporte de bas en haut :

- un complexe de base flyschoides à petits bancs de micrite du Néocomien avec une épaisse série argilo-gréseuse qui atteint l'Albien moyen et des conglomérats et micro-brèches sableuses à ciment spathique du Turonien-Sénonien et des conglomérats et argiles du Paléocène-Eocène. Localement des radiolarites sont connues à la base de cette série rapportée au Dogger Malm et se termine par des niveaux conglomératiques du paléocène.

### 2.2.2. Le flysch Massylien "flysch Schisto-gréseux "

Son nom a été proposé pour la première fois par (J.P. Raoult 1969). Le flysch Massylien est caractérisé par des formations détritiques schisto-quartzitiques, et regroupe trois ensembles qui sont de bas en haut :

- Argile et grés quartzitiques, des grés légèrement calcaires et localement des niveaux conglomératiques de l'Albo-Aptien.
- Marne et calcaires fins du Vraconien, des micros brèches et des conglomérats du sénonien inférieur et moyen auxquels sont associées des phtanites noires.
- Bancs calcaires à microfaune pélagique du Turonien-Cénomaniens.



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

### 2.3. Le domaine externe

Les formations situées sur la paléomarge africaine sont des formations définies par J.M.vila (1980) comme étant des séries épaisses à dominance marneuse Issues du sillon tellien. Les phases tectonique tertiaires (Wildi, 1983) ont fractionné les séries telliennes en trois grandes entités, agencées du Nord vers le Sud (J.M.Vila, 1980) comme suit :

- Une série Ultra-tellienne : Cette série correspond aux formations marneuses et marno calcaires d'âge Crétacé à Eocène (J.M.Vila, 1980).
- Une série Méso-tellienne : cette série correspond aux formations carbonatées du Jurassique, elle est considérée comme la couverture de la plateforme constantinoise. (J.M.Vila).
- Une série péni-tellienne : cette série se distingue par des formations jurassique-Crétacé, caractérisée par des faciès intermédiaires entre les faciès de la plateforme (calcaire et marno calcaire du néritique) ; et des faciès de bassin (marne du domaine tellien).

### 2.4. Les séries postérieures à la phase finie lutétienne

#### 2.4.1. L'Oligo-Miocène Kabyle (OMK)

Il représente la couverture sédimentaire transgressive et discordante du socle Kabyle.

Les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle sont constituées par trois principaux termes (Bouillin, 1977) :

- Un terme de base : comporte des conglomérats reposant en discordance sur le socle Kabyle.
- Un terme médian : formé de grés lithique, micacés à débris provenant du socle Kabyle associés à des perlites micacées.
- Un terme supérieur : pélitique et siliceux à radiolarites et diatomées.

#### 2.4.2. Les Olistostromes

Du gr. *olistos*, glissement, et *stroma*, matelas ; Accumulation chaotique de terrains empruntés au front d'une nappe de charriage et ce sont des formations tectono-sédimentaires à débris de flyschs intercalées dans des passées grés-micacés. L'âge des olistostromes est supposé Aquitanien à Burdigalien inférieur probable (Bouillin, 1977).

#### 2.4.3. Le Numulitique II

Ce sont des formations grés-micacées, d'âge Lutétien à Oligocène supérieur qui constituent la couverture des séries de la chaîne calcaire et des flyschs maurétaniens. (Raoult, 1969 ; Bouillin, 1977).

#### 2.4.4. Nappe Numidienne

La nappe Numidienne forme une entité géologique à part qui occupe à son tour la plus haute position structural dans les alpins. Ce flysch 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 Aquitanien à Burdigalien inférieur (Lahondère 1979).

Des formations supra-numidiennes comportant des argiles et des marnes à intercalation de silexites du Burdigalien basale.

#### 2.5. Les formations post-nappes

Il s'agit principalement des formations du Burdigalien-Langhien qui remplissent les petits bassins miocènes et qui jalonnent les reliefs côtiers de la Petite Kabylie : sahel de Jijel à El-Milia, Collo (Bouillin, 1977).

### 2.6. Les roches magmatiques

L'une des caractéristiques des massifs de la Petite Kabylie est l'important magmatisme miocène qui a engendré d'importantes masses de granite, de microgranites et granodiorites dans la région d'El-Milia, de Collo, d'El Aouana, et des injections de laves acides (région de Collo). A ces roches acides s'ajoutent des roches basiques et ultrabasiques (péridotites, diorites, gabbro, dolérites...) dans la région de Texanna, d'El Aouana et du Cap Bougaroune (Bouillin, 1970).

### III. Géologie locale de la région de l'Emir Abdelkader

#### III.1. Introduction

La formation des accumulations sableuses nécessite la disposition de roches sources une physiographie, favorables. Le climat et la topographie jouent un rôle important.

D'après le chapitre précédant désigné pour l'étude de la géologie régionale de la petite Kabylie, 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 de Tassoust se trouve limitée par deux oueds, oued Djendjen dans sa partie orientale et oued Mencha dans sa partie occidentale, la superposition de la carte du réseau hydrographique et la carte géologique de la région de Jijel permet de révéler les principales formations susceptibles de fournir le matériel détritique responsable de l'alimentation de notre plage.

Oued Djendjen et ses affluents qui prennent naissance du barrage d'Erraguene traversent plusieurs formations géologiques de roches métamorphiques et sédimentaires tels que les gneiss, les micaschistes, les marnes, les grés, les argiles. Oued Mencha lui aussi traverse des formations surtout sédimentaires caractérisée par des grés, des marnes et des argiles

Les principales formations existantes dans la région d'El Abdelkader se résument comme suit (fig.III.1) :

- Les formations cristallophylliennes
- Les formations Néogène post –nappe

#### III.2. Les formations cristallophylliennes

Les formations cristallophylliennes qui affleurent généralement dans la chaîne de montagne de Béni Khattab, sont constituées de schistes satinés et de quartzo-phyllades à intercalation calcaires centimétriques à métriques, ils apparaissent localement dans le lit de l'oued Djendjen (**Djellit, H., 1987**)

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

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

Le socle métamorphique de Béni khattab est traversé au Sud par des formations granitiques, il est surmonté à l'Est par les formations Olistostromiques de Djebel Bouafroune.

### **III.3. Les formations Néogène post –nappe.**

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

#### **III.3.1. Tortono-Messinien**

Le miocène terminal est caractérisé par une transgression marine, durant cette période, Il est composé de marnes gris-bleu dans lesquels nous rencontrons parfois des niveaux détritiques ou gros nodules de calcaire jaune (miches), l'épaisseur de ces marnes varie de 200 à 300 m **(M. Durand Delga 1955)**. Elle est d'âge Tortono-Messénien **(Djellit, H., 1987)**.

Les marnes d'âge Tortono-messinien recouvrent la majeure partie et les zones sud du village de l'Emir Abdelkader ; elles recouvrent au nord-ouest la colline de Tassoust connue sous le nom de Dj Boukhartoum.

Notons que dans la région de l'Emir Abdelkader les dépôts marneux nettement discordant sur le socle (piémont de Djebel Sidi Ali et Djebel Chandouh).

#### **III.3.2. Pliocène**

Sur la majeure partie du territoire d'Emir Abdelkader, le Pliocène est formé de sédiments continentaux qui comblent la dépression du bassin Néogène de Jijel, ils sont représentés par des conglomérats grossiers polygéniques formés par des galets, cailloux et poudingues mêlés d'argiles rougeâtres. Son épaisseur oscille entre 30 et 50 m d'après **(M. Durand Delga 1955)**.

#### **III.3.3. Les formations quaternaires**

Les dépôts récents datant du Quaternaire sont représentés par des formations continentales généralement à caractères détritiques.

Ils occupent les dépressions, les berges des cours d'eau importants comme oued Mencha ainsi que le lit d'oued Djendjen et les zones littorales.

On distingue plusieurs faciès :

### III.3.3.1. Dunes anciennes

Les dunes anciennes sont constituées de sables fins, limoneux souvent consolidés. Leur épaisseur varie de 10 à 30 m. les dunes anciennes s'affleurent sous deux aspects dans le territoire de Tassoust Les principales formations rencontrées dans La région sont les suivantes :

#### A. grés dunaires

Ce sont des grès bioclastiques, des bioclastes issus de la fragmentation des coquilles de bivalves et gastéropodes. Ce bioclaste est cimenté par des éléments 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, M et Zekiri,A, (2010))

#### B. Les sables rouges

Les sables rouges recouvrant la majeure partie du territoire de Tassoust reposent en discordance sur les dépôts du Tortono-méssénien post-nappe et aussi sur les conglomérats Pliocène, 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 dépasser parfois les 20 à 30 m d'épaisseur (Amimour, M et Zekiri,A, 2010).

### III.3.3.2 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, elles affleurent dans notre secteur étudié (Amimour, M et Zekiri,A, 2010).

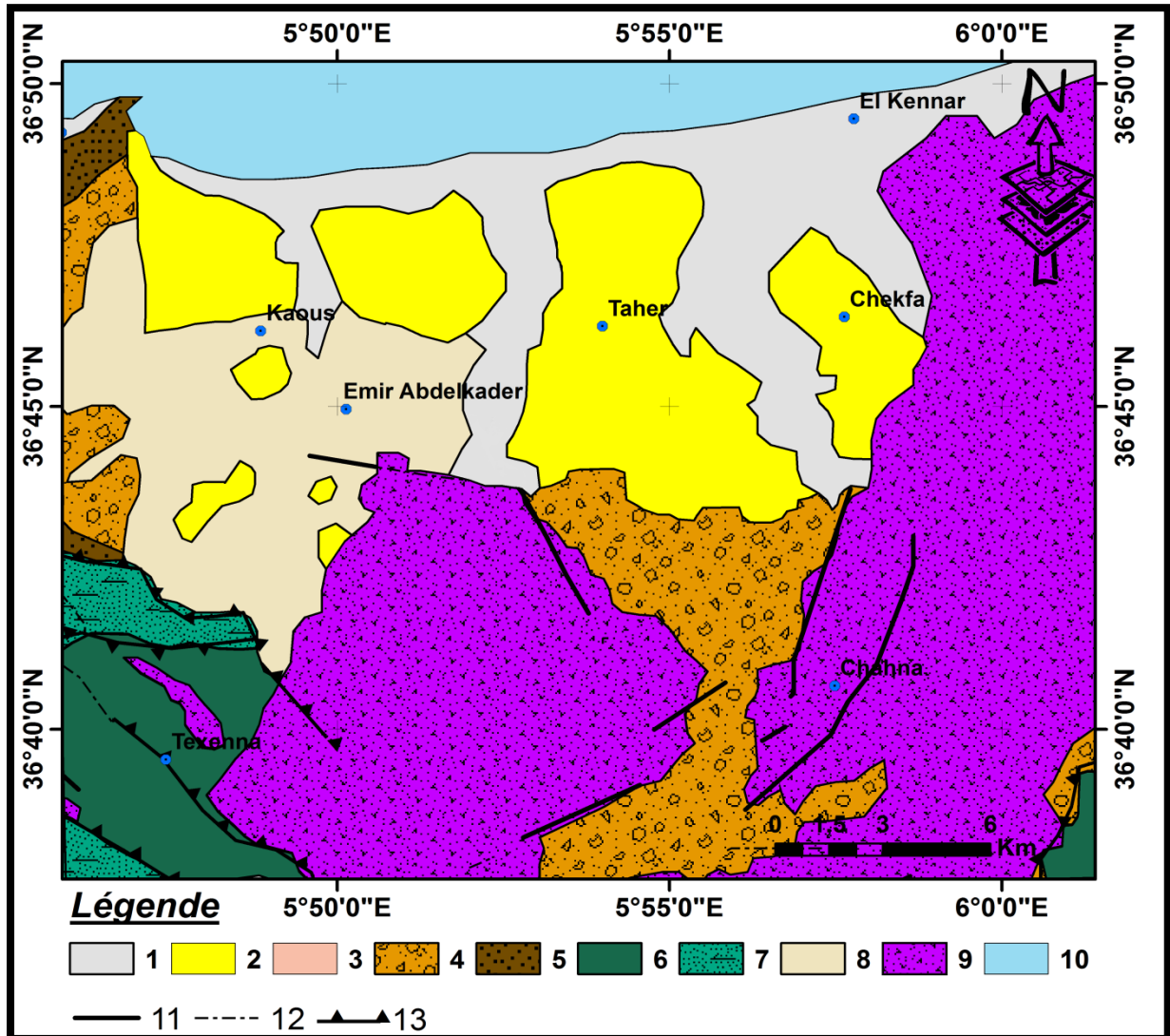
### III.3.3.3 Alluvions anciennes

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, M et Zekiri,A, 2010).



## III.3.3.4 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, M et Zekiri,A, 2010)



**Figure III.1:** Carte géologique de la region d'étude (Extrait de la carte structurale au 1/500000<sup>ème</sup> de la chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-tunisiens, Vila, 1980)

**Légende :**

1 : Quaternaire, 2 : Pliocène, 3 : Mio-Pliocène continental, 4 : Oligo-Miocène Kabyle 5 : Flysch Numidien ; 6 : Série tellienne ; 7 : Flysch massylien 8 : Miocène post-nappe ; 9 : Socle cristallophyllien ; 10. Trias ; 11 : Contacts stratigraphiques (failles visibles ou supposées) ; 12-13 : Charriages et chevauchements.

### IV.1. Introduction

Les essais d'identification sont des ensembles caractéristiques physiques mécaniques ou chimiques qui permettent de le caractériser, ces derniers sont déterminés par des essais simples et rapides (Holtzet, Gibbs, 1991). On distingue classiquement deux grandes catégories d'essais d'identification :

- Les essais qui répondant de l'arrangement et de la répartition de phases (squelette solide, eau, air). Ces essais caractérisent l'état du sol et ne peuvent être réalisés que sur échantillons intacts.
- Les essais qui traduisent les propriétés du sol et l'intensité de leurs liaisons avec l'eau. Ces essais caractérisent la nature du sol et sont réalisés sur des échantillons intacts ou remaniés (dont l'état a été perturbé lors du prélèvement ou du transport).

### IV.2. Méthodologie d'étude

Dans le présent chapitre nous aborderons la détermination des caractéristiques physiques des échantillons prélevés (la masse volumique des particules solides, équivalent de sable, valeur au bleu de méthylène, et l'analyse granulométrique).

Cette détermination sera basée sur des essais de laboratoire conformément aux modes opératoires (normes) en vigueur.

#### IV.2.1. Prélèvement des échantillons

Cinq prélèvements d'échantillons au total ont été effectués, le long de la plage de Tassoust. Les prélèvements ont été effectués directement sur tas, en utilisant une pioche et en respectant la procédure, 25% à la base et au sommet du tas et 50% au milieu du tas, cette technique nous permet d'avoir un échantillon représentatif.

Les échantillons ont été emballés dans les sachets en plastique hermétique permettant une sauvegarde totale, et sur lesquels un ensemble d'essais d'identification a été programmée.

Les cinq (5) échantillons de sable ont été prélevés le long de la plage de Tassoust, avec une distance de 700m entre chaque échantillon et un poids de 10kg pour chaque échantillon.

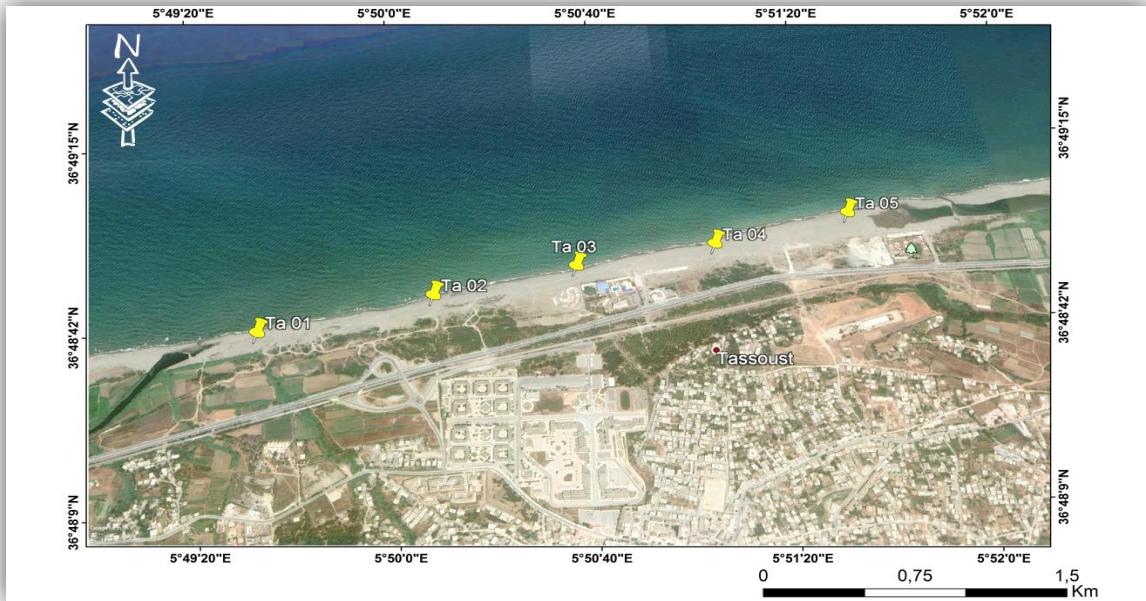


Figure.IV.1. Plan d'échantillonnage de sable de Tassoust

#### IV.2.2. Préparation d'un échantillon pour essais (P18-533)

Tous les résultats des essais dépendant du soin apporté à la réalisation de cette opération de préparation, tous les échantillons prélevés ont été préparés conformément à la norme (NP18-553) suivant la nature de l'échantillon.

#### IV.2.3. Séparation par quartage

Au laboratoire, prélèvement par partage de la quantité nécessaire à l'essai et qui soit également représentative de l'échantillon de départ. Quartage : consiste à séparer l'échantillon en 4 parties (fig. IV .3). L'échantillon est étalé et partagé en 4 quarts sensiblement égaux. On élimine 2 fractions opposées et on réunit les 2 autres fractions. Si la quantité est encore trop importante, le quartage se poursuit selon le même processus jusqu'à l'obtention de la quantité désirée

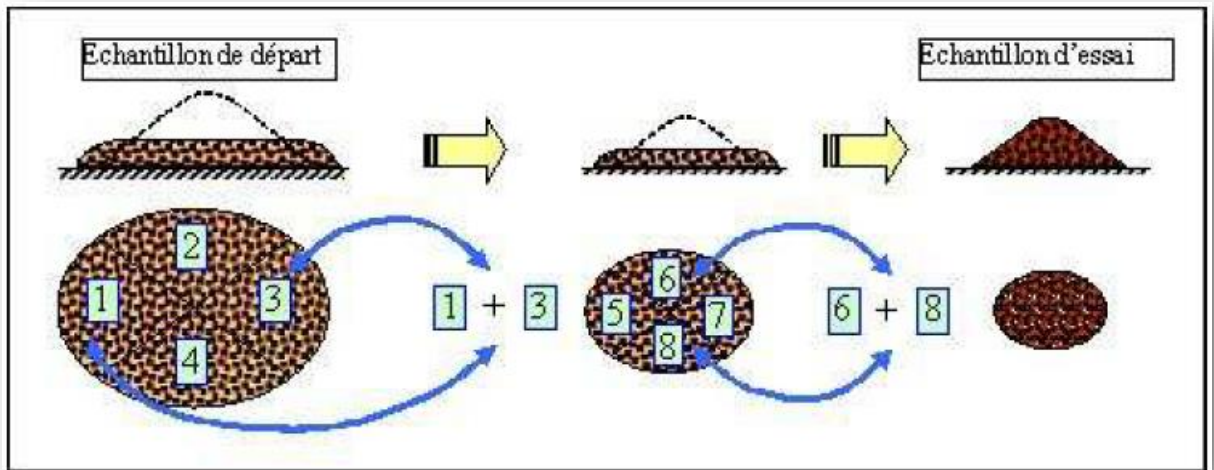


Figure.IV.2 : Réduction de l'échantillon par quartage.

**IV.3. L'analyse granulométrique par tamisage (NF P 18-560)**

L'essai consiste à faire passer un échantillon représentatif de sol à travers des tamis superposés dont les ouvertures vont en décroissant du haut vers le bas. Les particules les plus grosses restent donc emprisonnées sur les tamis les plus hauts (refus ou retenu), tandis que les particules plus fines se dirigent vers les tamis inférieurs (tamisât ou passant).

Lorsque les masses retenues sur chaque tamis deviennent constantes, le tamisage est terminé et tous les refus sont pesés. La masse de chaque refus est ensuite comparée à la masse totale de l'échantillon, ce qui permet de calculer les pourcentages de refus cumulés et de passants (fig. IV.3).

Les résultats sont portés sur un graphique semi-logarithmique ou ils construisent une courbe granulométrique.



Figure.IV.3 : Essai d'analyse granulométrique par tamisage.

Tous les essais granulométriques réalisés ont été effectués au niveau du laboratoire des matériaux du Département des Sciences de la Terre et de l'Université de Jijel. Ces essais granulométriques ont été effectués par voie sèche conformément à la norme (NF P.18-560).

À partir des courbes granulométriques, on va déterminer certains paramètres décrivent la distribution granulométrique de chaque échantillon, dont les principaux paramètres à déterminer sont :

### ➤ Coefficient d'Uniformité (Coefficient de Hazen)

Le coefficient d'uniformité caractérise la répartition en taille des éléments qui composent un matériau de type sol. Il se calcule de la façon suivante :

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Avec :

- **Cu** : Coefficient d'uniformité de Hazen
- **D60** : Diamètre efficace en mm correspond au 60 % des tamisât.
- **D10** : Diamètre efficace en mm correspond au 10 % des tamisât.

Ce coefficient permet de savoir si la granulométrie est étalée ou serrée, notamment eu ce qui concerne les sables pour :

- **Cu > 2** la granulométrie est dite **étalée**.
- **Cu < 2** la granulométrie est dite **serrée uniforme**.

### ➤ Coefficient de courbure

Ce coefficient est noté Cc vient complément de Cu, afin de déterminer si la granulométrie est bien graduée ou mal graduée.

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

**D30** : Diamètre efficace en mm correspond Tamisât cumulés égal à 30%.

- $1 < C_c < 3$  : bien graduée (continuité bien répartie).
- $C_c < 1$  ou  $C_c > 3$  : mal graduée (continuité mal répartie)

### a) Norme Française [NFP 18-540]

Le **module de finesse** est un coefficient permettant de caractériser l'importance des éléments fins dans un granulat. Le module de finesse est égal au 1/100 de la somme des refus cumulés exprimée en pourcentages sur les tamis de la série suivante : **0,16 - 0,315 - 0,63 - 1,25 - 2,5 - 5 mm.**

$$MF = \frac{1}{100} \sum \text{Refus cumulés en \% des tamis} \{ 0.16 - 0.315 - 0.63 - 1.25 - 2.50 - 5 \}$$

### b) Norme Européenne [EN 12620]

Le module de finesse est un coefficient permettant de caractériser l'importance des éléments fins dans un granulat. Le module de finesse est égal au 1/100 de la somme des refus cumulés exprimée en pourcentages sur les tamis de la série suivante : **0.125 - 0.25 - 0.5 - 1 - 2 - 4 mm.**

$$FM = \frac{1}{100} \sum \text{Refus cumulés en \% des tamis} \{ 0.125 - 0.25 - 0.50 - 1 - 2 - 4 \}$$

Un bon sable à béton doit avoir un module de finesse MF compris entre 2.2 et 2.8 (Tab IV.1) ; au-dessous, le sable a une majorité d'éléments fins, ce qui nécessite une augmentation du dosage en eau ; au-dessus, le sable manque des fines et le béton y perd en ouvrabilité.

**Tableau. IV.1 :** Tableau récapitulatif des caractéristiques des sables utilise dans le coefficient de bétons en fonction de module de finesse (MF) (Georges et J. festa, 1998).

Valeur du module de finesse <<MF>>	Caractéristique du sable
1.8<MF<2.2	Le sable est à utiliser si l'on recherche particulièrement la facilite de mise en œuvre au détriment probable de la résistance.
2.2<MF<2.8	Le sable est à utiliser si l'on recherche une ouvrabilité satisfaisante et une bonne résistance avec des risques de ségrégation limites.
2.8<MF<3.2	Le sable est à utiliser si l'on recherche des résistances élevées ou détriment de l'ouvrabilité et avec des risques de ségrégation.
MF>3.2	Le sable est à rejeter.

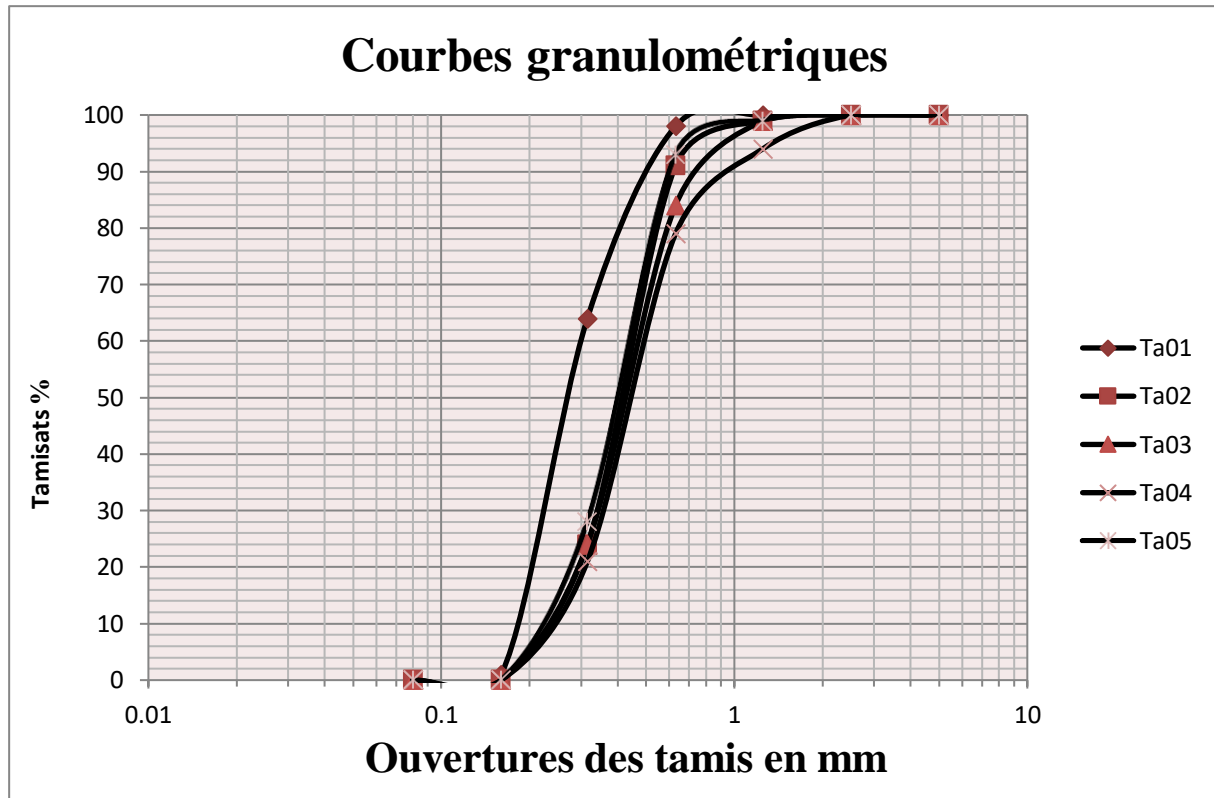
**NB :** la détermination du module de finesse pour notre cas été effectué conformément à la norme françaises NF-P18-540

### IV.3.1-Résultats et discussion

Les résultats de l'analyse granulométrique nous ont permis de tracer les courbes granulométriques de chaque fraction, à partir desquelles on a pu tirer l'ensemble des paramètres permettant la caractérisation de la fraction à savoir : le coefficient de courbure et d'uniformité  $C_c$ , le module de finesse MF et teneur en fines  $<80\mu m$  du sable (Tableau 2).

**Tableau. IV.2 :** Données granulométriques des sables étudiés.

Fraction	D10 (mm)	D30 (mm)	D60 (mm)	Coefficient de courbure $C_c$	Coefficient d'uniformité $C_u$	Module de finesse MF
ECH 01	0.18	0.20	0.32	0.70	1.78	1.63
ECH 02	0.22	0.31	0.43	1.02	1.95	1.86
ECH 03	0.23	0.31	0.44	0.95	1.91	1.93
ECH 04	0.24	0.32	0.46	0.93	1.92	2.06
ECH 05	0.21	0.30	0.41	1.05	1.95	1.81



**Figure.IV.4 :** Courbes granulométriques des sables de la plage de Tassoust.

Les courbes granulométriques des sables (Fig. IV.4) reflètent une distribution dimensionnelle bien serrée caractérisant un sable à granulométrie serrée, et bien graduée. La valeur moyenne du module de finesse comprise entre  $1.8 < MF < 2.2$  préconisés pour le sable est à utiliser si l'on recherche particulièrement la facilité de mise en œuvre au déterminer probable de la résistance.

#### IV.4. Essai d'équivalent de sable ES(NFP18-598) :

**IV.4.1. L'équivalent de sable :** est un indicateur caractérisant la propreté d'un sable. Il indique la teneur des éléments fins, d'origine essentiellement argileuse, végétal ou organique à la surface des grains. Ce terme désigne également l'essai qui permet de déterminer cet indicateur. On parle (d'essai d'équivalent de sable)

#### IV.4.2. Principe de l'essai d'équivalent de sable

L'essai consiste à verser un échantillon de sable et une petite quantité de solution flocculant dans une éprouvette graduée et d'agiter de façon à détacher les revêtements argileux des particules de sable de l'échantillon. On complète alors le sable en utilisant le reste de solution flocculant afin de faire remonter les particules fines en suspension au-dessus du sable. Après



20 min, les hauteurs des produits sont mesurées. L'équivalent de sable est le rapport hauteur du sable sur hauteur totale, exprimé en pourcentage.

**IV.4.3. Procédure d'essai :** la procédure d'essai est décrite précisément dans la norme (NFP 18-598) (Préparation de l'échantillon) :

- L'essai s'effectue sur un échantillon de sable humide afin d'éviter les pertes d'argile. Il faut vérifier que les grains de sable ont bien un diamètre inférieur à 5mm par tamisage et vérifier que la masse sèche de l'échantillon soit de 120g.
- Le sable est incorporé dans une éprouvette normalisée et préalablement remplie de solution « lavant ». L'ensemble est agité à la main pour bien humidifier le sable et déloger les bulles d'air. L'humidification dure dix minutes.
- L'éprouvette est ensuite placée horizontalement dans une machine à vibrer automatique. L'éprouvette est vibrée 90 fois en 30 secondes.
- Les éléments argileux floculés sont ensuite remontés à l'aide d'un tube plongeur qui injecte de la solution « lavant ». Les bords supérieurs du tube sont aussi nettoyés pour que l'ensemble de l'échantillon soit plongé dans la solution. Le tube est plongé au fond de l'éprouvette et remonté lentement pendant que l'éprouvette est tournée également lentement.
- L'argile à floculé et se reparti dans la solution « lavant ». L'éprouvette va reposer durant 20 minutes le temps que tout le floculat argileux se dépose sur le sable brut.

L'équivalent de sable est donné par la relation :

$$\mathbf{Esp = \frac{H2}{H1} \times 100 \text{ piston} \quad ESv = \frac{H'2}{H1} \times 100 \text{ mesuré}}$$

**H1 :** Hauteur total (sable propre + élément fins).

**H2 :** Hauteur du sable mesuré au piston.

**H'2 :** Hauteur du sable mesuré à vie.

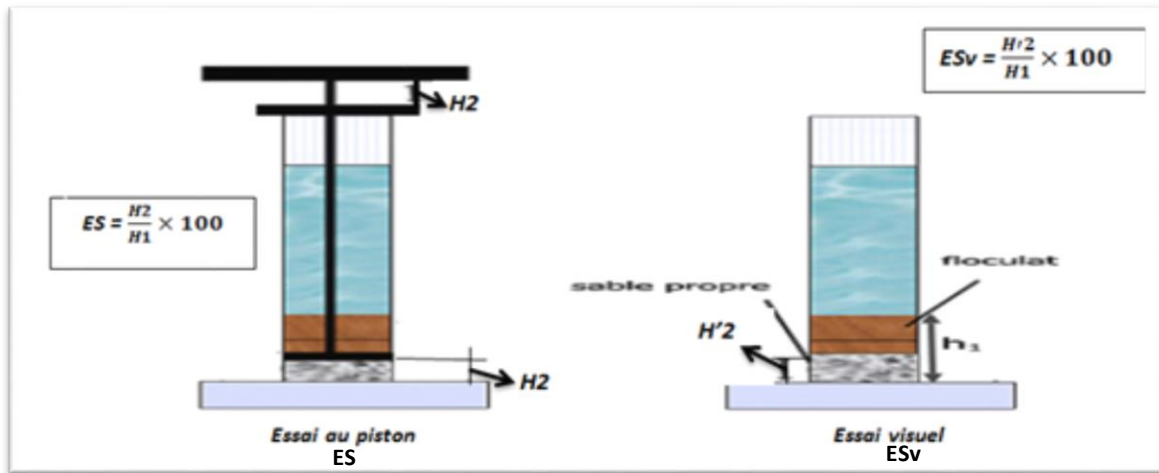


Figure. IV.5 : Schéma représentatif de la mesure de l'équivalent de sable

IV.4.4. Résultats et discussion

Tab. IV.3 : Résultats des essais d'ES des sables étudiés.

Equivalent de sable(ES) en%		
Echantillons	Esv	Esp
ECH 01	99.52	94.69
ECH 02	98.95	98.41
ECH 03	99.49	98.46
ECH 04	98.94	95.7
ECH 05	99.44	97.18

À partir du tableau IV.3, on constate que les sables de la plage de Tassoust présentent en tous des valeurs d'ES supérieurs au minimum fixes par les normes (NF P18-598) (Esp>80% et ESv >85%), caractérisant un sable très propre (pauvre en fines pouvant entrainer un défaut de plasticité du béton).

**Tab.IV.4 :** Tableau récapitulatif de la nature et de qualité du sable en fonction de la valeur ESP et ESV (D. Georges et J. festa, 1998).

ES à vue	ES au piston	Nature et qualité du sable
<b>ESV &lt; 65%</b>	<b>ES &lt; 60%</b>	Sable argileux : risque de retrait ou de gonflement. Sable à rejeter pour des bétons de qualité.
<b>65% ≤ ESV &lt; 75%</b>	<b>60% ≤ ES &lt; 70%</b>	Sable légèrement argileux de propreté admissible pour les bétons de qualité courante quand le retrait n'a pas de conséquence notable sur la qualité du béton.
<b>75% ≤ ESV &lt; 85%</b>	<b>70% ≤ ES &lt; 80%</b>	Sable propre à faible proportion de fines argileuses convenant parfaitement pour les bétons de haute qualité.
<b>ESV ≥ 85%</b>	<b>ES ≥ 80%</b>	Sable très propre. L'absence presque totale de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton.

### IV.5. La masse volumique réelle

La masse volumique réelle ( $\rho_r$ ) est une caractéristique des granulats dont la détermination est nécessaire pour identifier et mesurer les caractéristiques contrôlant les aspects liés au comportement des mélanges. En effet, la masse volumique des sables est un paramètre qui entre dans les formations des bétons hydraulique. D'autre part, le béton est un matériau composite dont la densité dépend de celles de ses constituants (sable entre autre). Ainsi les bétons sont dits légers lorsque leur masse volumique est inférieure à 2 t/m<sup>3</sup>. Courant si  $\rho_{abs}$  est comprise entre 2 et 3 t/m<sup>3</sup> et lourds si  $\rho_{abs}$  est supérieure à 3 t/m<sup>3</sup>.

Cet essai a pour but de permettre de connaître la masse volumique d'une fraction granulaire lorsque par exemple on élabore une composition de béton. Ce paramètre permet, en particulier, de déterminer la masse ou le volume des différentes classes granulaires malaxées pour l'obtention d'un béton dont les caractéristiques sont imposées.

Le mode opératoire d'exécution de l'essai permet la mesure de la masse volumique est défini par la norme (NFP 18-555) et de la Norme européenne (NE 1097-6).

Selon la recherche exacte et la nature du granulat, trois méthodes sont généralement employées pour déterminer la masse volumique réelle, à savoir :

- Méthode de l'éprouvette graduée.

La masse volumique des particules solides du sol ( $\rho_s$ ) est le quotient de la masse de ces particules solides ( $m_s$ ) par leur volume ( $V_s$ ).

$$\rho_s = m_s / V_s$$

### IV.5.1. Résultats et discussion

L'ensemble des résultats de mesure de la masse volumique des grains solides de notre étude échantillons prélevés sont récapitulés dans le tableau IV.5.ci-dessous :

**Tableau. IV.5 :** Récapitulatif des résultats de mesure de la masse Volumique des grains solides ( $\gamma_s$ )des échantillons

Echantillons	M (g)	V1	V2	$\rho_{réen}$ ( $g/cm^3$ )
TA1	30	200	211.80	2.54
TA2	30	200	211.50	2.60
TA3	30	200	211.55	2.59
TA4	30	200	211.65	2.57
TA5	30	200	211.40	2.63

D'après les résultats de la masse volumique réelle des échantillons des différents sables (tableau IV.5), on note que les résultats obtenus ont un moyen de  $2,58 g/cm^3$  ; donc on peut dire que les sables étudiés sont des sables courants d'après la norme française (NF P 18-540).

### IV.6. Essai au bleu de méthylène dit essai à la tâche (NF P 94-068)

L'essai au bleu de méthylène(VBS), également appelé (essai à la tâche), est un essai utilisé en géotechnique pour déterminer la propreté d'un sable, d'un granulat et plus généralement d'un sol, et les différents types d'argiles qu'il contient, Il permet d'apprécier globalement l'activité de la fraction argileuse d'un sol en mesurant la surface interne et externe des grains argileux. Pour ce faire, on fixe, sur les grains d'argile, des molécules du bleu de méthylène et par un test simple, on évalue la quantité du bleu fixé. Cet essai est effectué sur la fraction granulométrique 0/5 mm du matériau a étudié.

#### IV.6.1. Principe de l'essai

Le principe consiste à contrôler l'adsorption du bleu de méthylène injecté dans un bain aqueux contenant la prise d'essai ; en observant une goutte de suspension déposée sur une feuille de papier filtre.

Le dosage s'effectue en ajoutant successivement différentes quantités de bleu de Méthylène et en contrôlant l'adsorption après chaque ajoute. Pour ce faire ; on prélève une goutte de la suspension que l'on dépose sur un papier filtre ; ce qui provoque la création d'une tâche. L'adsorption maximale est atteinte lorsqu'une auréole bleue claire persistante apparaît à la périphérie de la tâche.

On appelle valeur du bleu de méthylène du sol (VBS), la quantité exprimée en gramme de bleu de méthylène adsorbée par 100 g de fines.

**Tableau. IV.6 :** Classification des sols en fonction des VBS

<b>Valeur du bleu de méthylène (VBS)</b>	<b>Catégorie de sol</b>
<b>VBS&lt;0.1</b>	Sol insensible à l'eau
<b>0.2≤VBS&lt;1.5</b>	Sol sablo limoneux, sensible à l'eau
<b>1.5≤VBS&lt;2.5</b>	Sol sablo argileux, peut plastiques
<b>2.5≤VBS&lt;6</b>	Sol limoneux de plasticité moyenne
<b>6≤VBS&lt;8</b>	Sol argileux
<b>VBS&gt;8</b>	Sol très argileux

Cinq échantillons ont fait l'objet de l'essai de bleu de méthylène, conformément à la norme française (NF P 94-068). Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau. IV.7.Ci-dessous :

**Tab. IV.7 :** Résultats de l'essai au bleu de méthylène.

<b>classe granulaire en (mm)</b>	<b>masse sèche de la prise d'essai (en grs)</b>	<b>volume de bleu introduite (en cm<sup>2</sup>)</b>	<b>masse de Blue introduite B=Vx0,01</b>	<b>valeur VBS</b>
<b>TA1</b>	30	19	0.19	0.63
<b>TA2</b>	30	17	0.17	0.57
<b>TA3</b>	30	19	0.19	0.63
<b>TA4</b>	30	17	0.17	0.57
<b>TA5</b>	30	17	0.17	0.57

Selon la classification des sols par apport aux VBS (Tab. IV.7.), les échantillons des sables analysés présentent des VBS variant entre 0.2 - 1.5 caractérisant des sols sablo-limoneux.

**IV.7. Conclusion**

La synthèse des résultats obtenus des essais d'identification au laboratoire, nous a permis de conclure que :

- L'analyse granulométrique a mis en évidence une granulométrie serrée et mal graduée.
- La masse volumique réelle des particules solide présentent une valeur moyenne de 2,58 g/cm<sup>3</sup>.
- Les résultats obtenus par l'essai au bleu de méthylène ont permis d'obtenir une valeur moyenne VB=0.59 caractérisant un sol sablo-limoneux.
- Propreté des sables ce sont des sables très propres présentant des valeurs d'équivalent de sable qui dépassant largement les valeurs limites (ESv≥80%, ES<sub>p</sub>≥85%).

### V.1. Introduction :

Le sable est une roche meuble dont la taille des grains est comprise entre 63 $\mu$ m et 2mm.

Au-delà de 2mm c'est la classe des rudites, entre 2mm et 63 $\mu$ m c'est la classe des arénites, les lutites représentent la fraction inférieure à 63 $\mu$ m. (**Belmadrk, S, 2006**)

L'analyse granulométrique est l'opération qui permet de déterminer la taille des grains des sables, cette opération est effectuée à l'aide d'une série de tamis emboîtés les uns dans les autres.

Les résultats de l'analyse granulométriquement se présentent généralement par des courbes et histogrammes de fréquences ainsi que des courbes cumulatives.

Dans la représentation graphique des résultats granulométriques l'échelle  $\Phi$  phi est l'échelle utilisée ; cette échelle est définie comme suit ( $\Phi = -\log_2(d)$  dont (d) est le diamètre du grain en mm (Tab V.4)).

À partir des courbes de fréquences on peut déduire la valeur du pourcentage du mode ainsi que la fraction dominante et à partir des courbes cumulatives on déduit les différents paramètres sédimentologiques définis par Folk et Ward (1957) et qui sont :

- la moyenne (graphic mean).
- l'indice de classement (inclusive standard déviation).
- l'indice d'asymétrie (le skewness).
- l'indice d'acuité (le kurtosis).

### V.2. Définition des paramètres granulométriques

#### a) Inclusive Graphic Skewness (indice d'asymétrie)

Ce paramètre informe sur l'enrichissement en particule grossières (asymétrie négative) ou bien l'enrichissement en particules fines (asymétrie positives), ou s'il y'a symétrie (skewness compris entre -0,10 et 0,10) Fig.V.2

Le meilleur calcul de cet indice est donné selon la formule proposé par Folk est Ward (1957) :

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

**Tableau V.1-** Terminologie du skewness ( $SK_i$ ) définie par Folk et Ward

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

**b) L'indice d'acuité (Kurtosis en  $\Phi$ )**

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 :

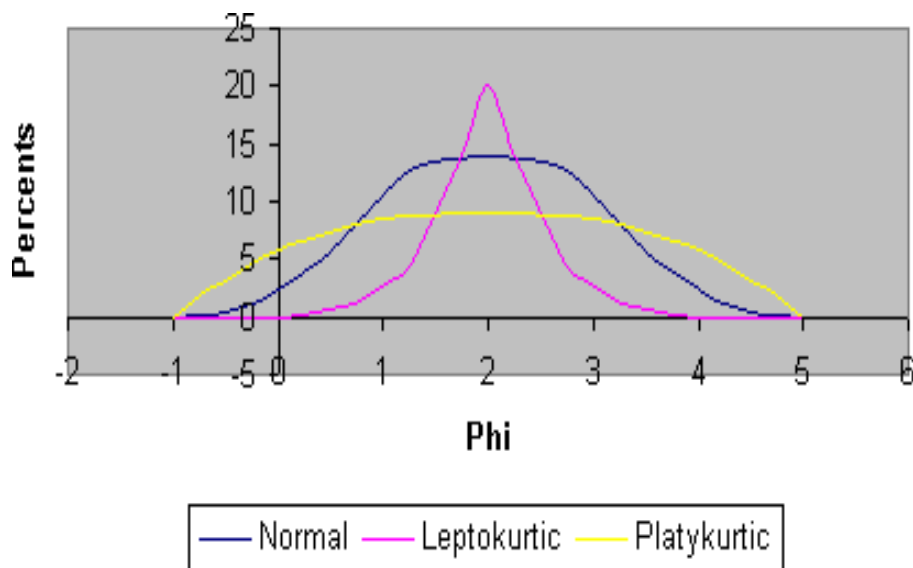
$$K_G = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2.44(\Phi_{75} - \Phi_{25})}$$

Si le mode est concentré dans des classes granulométrique restreintes on a une distribution leptocurtique, s'il est dispersé on a une distribution platycurtique (Fig. V.1)

**Tableau V.2-** Terminologie du kurtosis ( $K_G$ ) définie par Folk et Ward

$K_G < 0,67$	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
$3,00 < K_G$	Courbe extrêmement leptocurtique





**Figure. V.1-** Courbes de fréquence illustrant les différentes distributions du Kurtosis

**c) Inclusive Graphic Standard Déviation** (indice de classement)

Ce paramètre estime la dispersion des tailles des particules par rapport à la moyenne de l'échantillon.

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

$$\sigma_i = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6.6}$$

**Tableau V.3-** Terminologie du classement ( $\sigma_i$ ) définie par Folk et ward

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

**d) Graphic Mean (Mz)**

Cet indice est exprimée unités  $\Phi$ , il permet d’apprécier l’éventail granulométrique propre à chaque échantillon.

Folk et Ward ont proposé cette expression :

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

Avec les 03 quartiles ( $\Phi_{16}$   $\Phi_{50}$  et  $\Phi_{84}$ ) on peut avoir une bonne moyenne de l’échantillon.

**Tableau V.4-** Classification dimensionnelle des sédiments détritiques en mm et en  $\mu\text{m}$  et leurs équivalents dans l’échelle des phi (Belmadrk S, 2006).

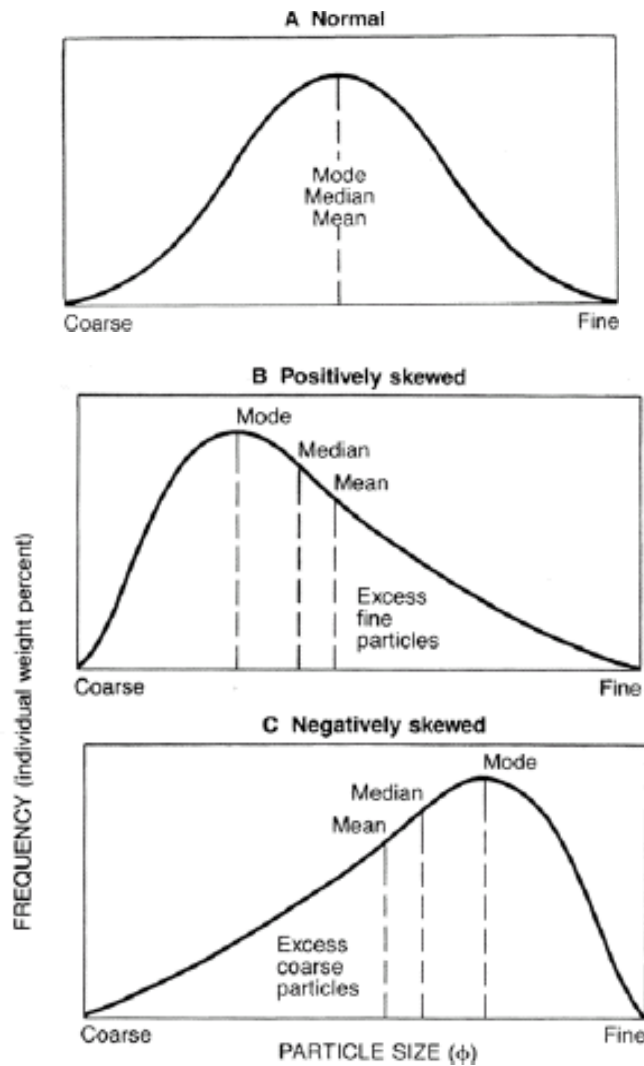
Phi	Grade		mm	$\mu\text{m}$
-8	Bloc	G R A V I E R	256	256,000
-6	Galet			
-2	Caillou			
-1	Granule			
0	Très Grossier	S A B L E	1	1,000
1	Grossier			
2	Moyen			
3	Fin			
4	Très Fin			
5	Grossier			
6	Moyen			
7	Fin			
8	Très Fin			
	Argile		0.0039	3.9

**Remarque :** dans tout ce qui suivra, les quatre indices granulométriques définis par (Folk et Ward 1957) seront dénommés et indexés comme suit :

$M_z$  : grain moyen

$\sigma_i$ : sorting index

$Sk_i$  : skewness et  $K_G$  : kurtosis.



**Figure. V.2-** Courbes de fréquence illustrant la relation entre le mode, la médiane et la moyenne et la différence entre une courbe normale symétrique et une courbe de fréquence asymétrique (skewed)

**V.3. Traitement des échantillons**

Au laboratoire de recherche de génie géologique de l'université de Jijel, les 5 échantillons de sable qui ont été prélevés lors de la campagne d'échantillonnage ont fait l'objet d'une étude granulométrique et une étude minéralogique. Ces études ont été précédées par un traitement préparatoire des échantillons qui comporte une opération de quartage qui été déjà expliquer dans le chapitre précédent, une opération de séchage qui s'effectuée dans une étuve à une température de 80c°, pendant 30 minutes et une opération de tamisage qui été fait à partir de 200g de sable sec, nous avons utilisé une colonne de 16 tamis de la série A.F.N.O.R dont les mailles en micron-mètre sont :2000,1600,1250,1000,800,630,500,400,315,250,200,160,125,100,80,63.

Chaque échantillon a été tamisé pendant 30 minutes avec une tamiseuse électrique à vibration horizontale et verticale. Les refus récoltés dans chaque tamis sont pesés sur une balance dont la précision est de 0.01g.

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.

**V.4. Traitement des données****V.4.1 Analyse des courbes des fréquences**

A- L'échantillon Ta 01 :

L'échantillon prélevé du point Ta 01 présente une courbe de fréquence unimodale, cette courbe ou histogramme de fréquence est centrée entre 250 µm et 200 µm. D'après cette courbe la classe modale est de 200 µm avec 33,52% de sable de l'ensemble de l'échantillon fig. (v.3.a)

B- L'échantillon Ta 02 :

Selon la courbe et l'histogramme de fréquence, cet échantillon présente une distribution unimodale avec une classe modale dominante de 250 µm et un mode de 29,7%. Fig. (v.3.b)

C- L'échantillon Ta 03 :

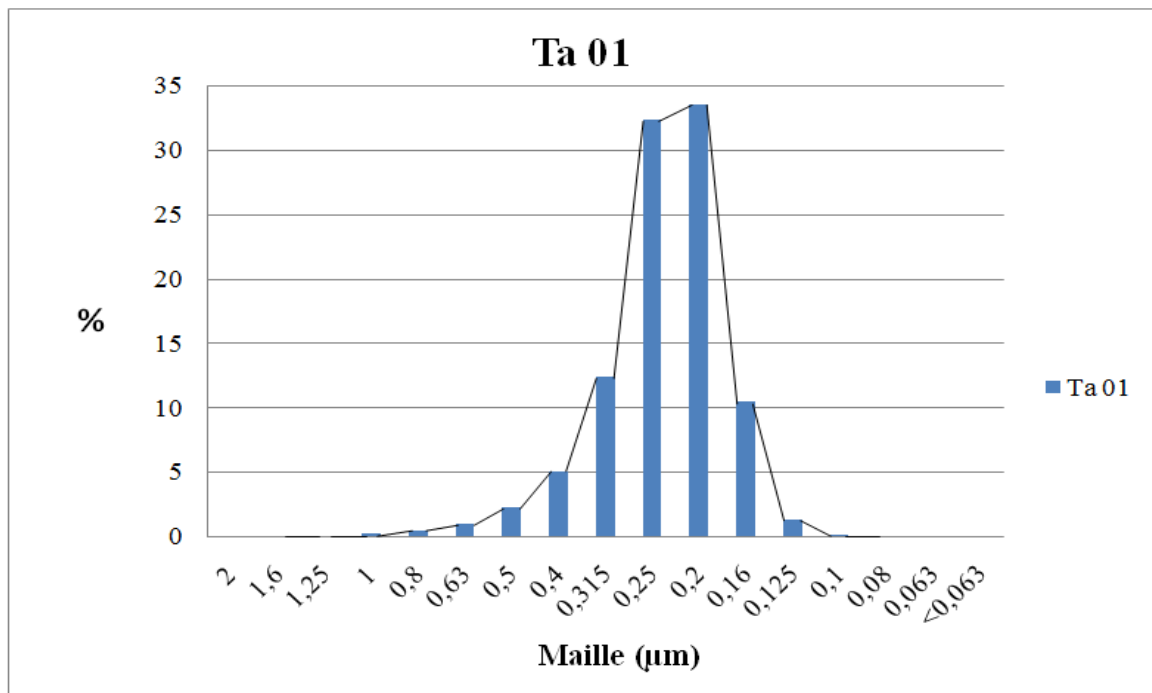
L'échantillon prélevé de point Ta 03 présente lui aussi une distribution unimodale, avec un mode de 24,55% pour la classe dominante 250 µm. fig. (v.3.c)

D- L'échantillon Ta 04 :

Cet échantillon présent une distribution unimodale selon la représentation des histogrammes de fréquence, la population dominante est de 250 µm avec 21,13% du sable de l'ensemble d'échantillon fig. (v.3.d)

E- L'échantillon Ta 05 :

Pour L'échantillon Ta 05 la classe granulométrique la plus dominante est de 250 µm avec 28,01%, et selon la courbe et l'histogramme de fréquence cet échantillon présente une distribution unimodale fig. (v.3.e)



**Figure. V.3.a-** Courbes et histogramme de fréquence de l'échantillon Ta 01

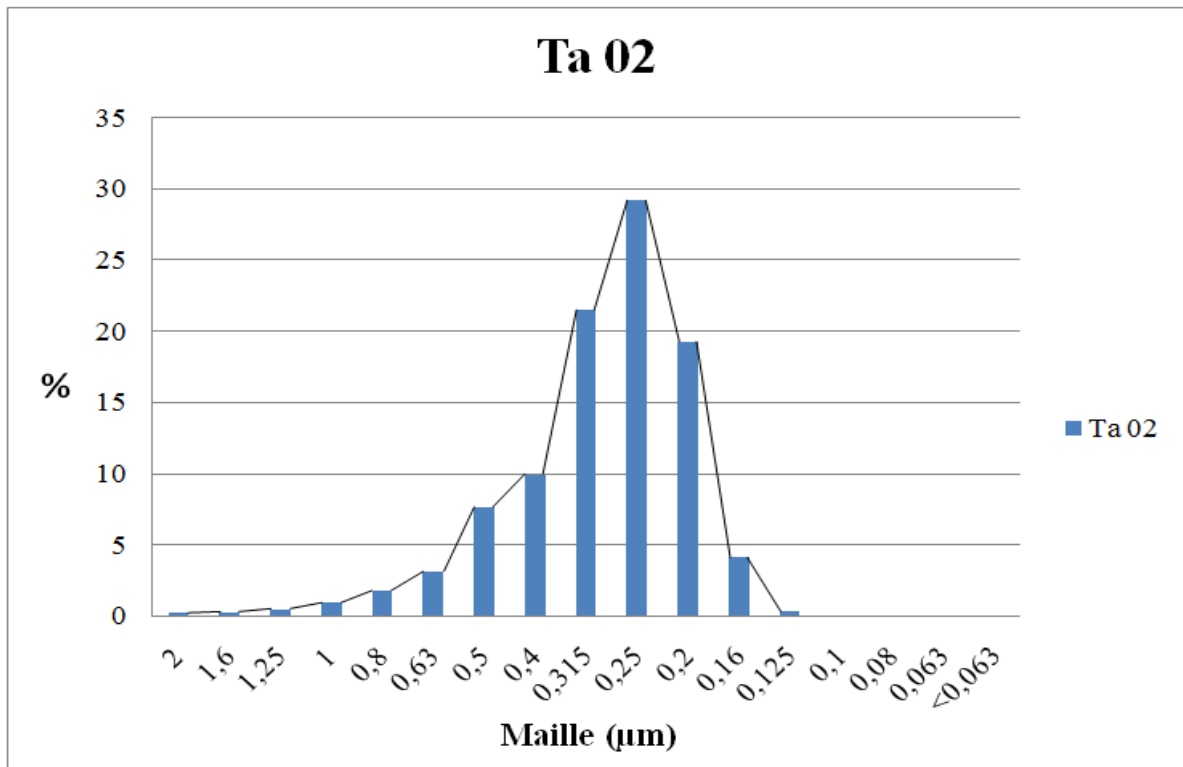


Figure. V.3.b- Courbes et histogramme de fréquence de l'échantillon Ta 02

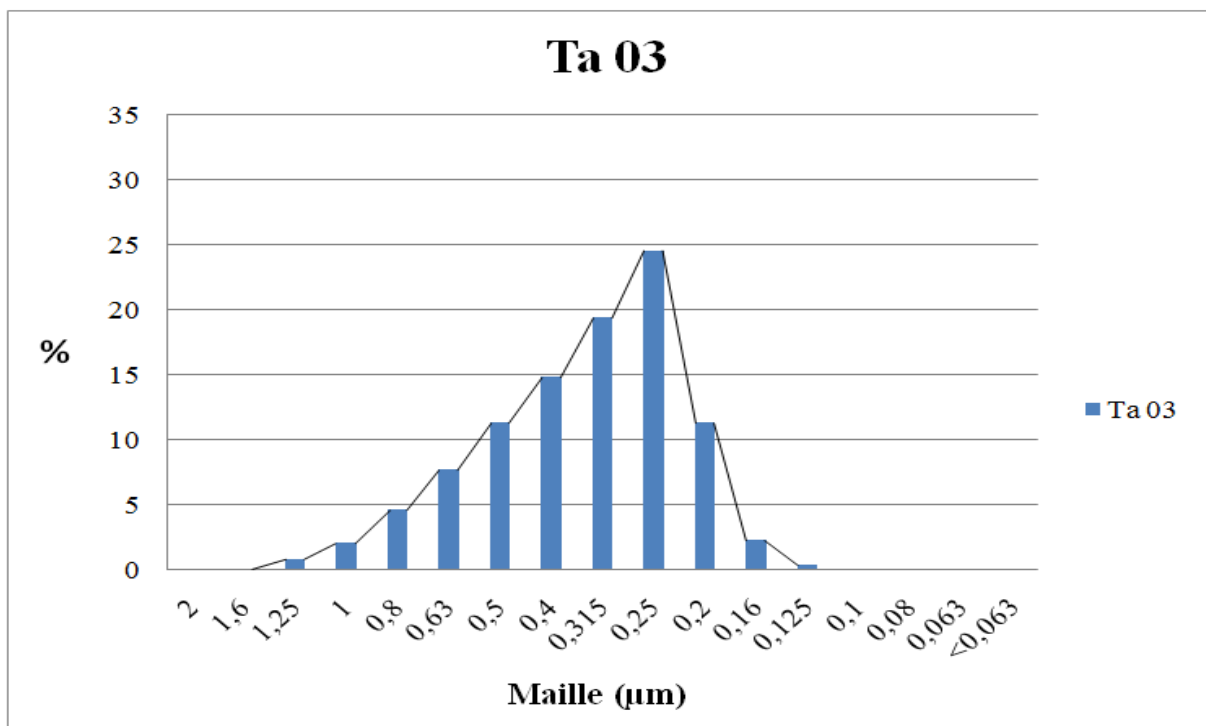


Figure. V.3.c- Courbes et histogramme de fréquence de l'échantillon Ta 03

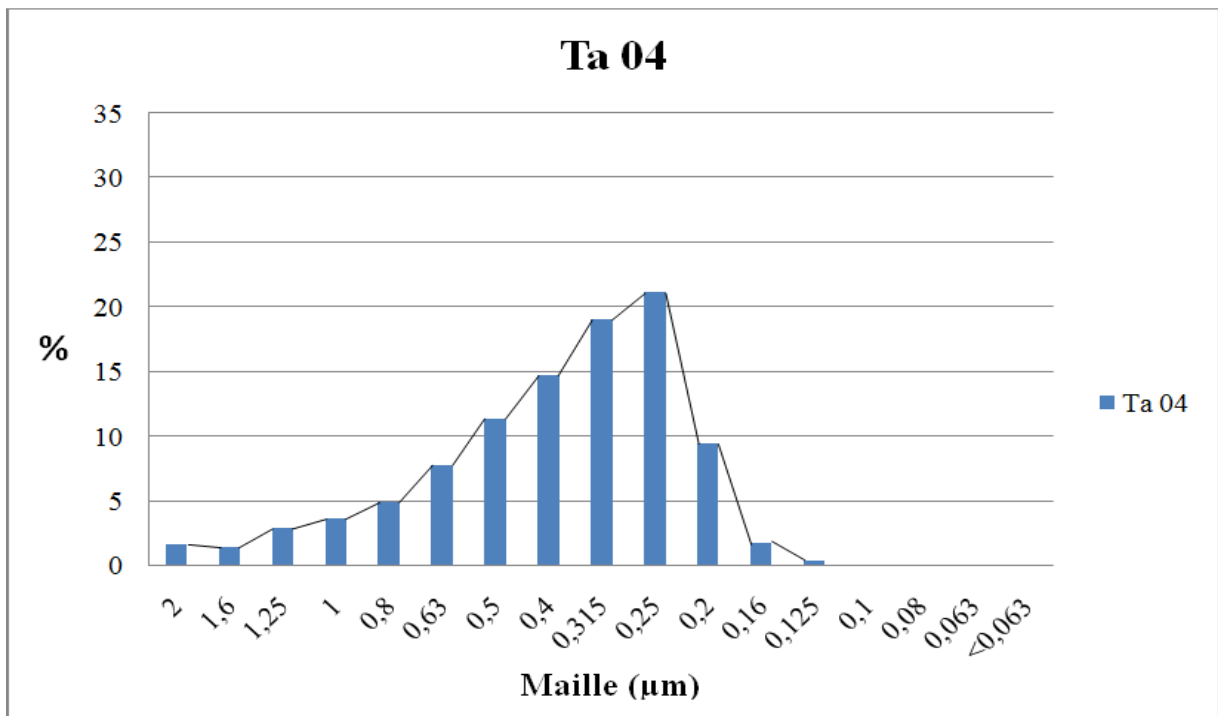


Figure. V.3.d- Courbes et histogramme de fréquence de l'échantillon Ta 04

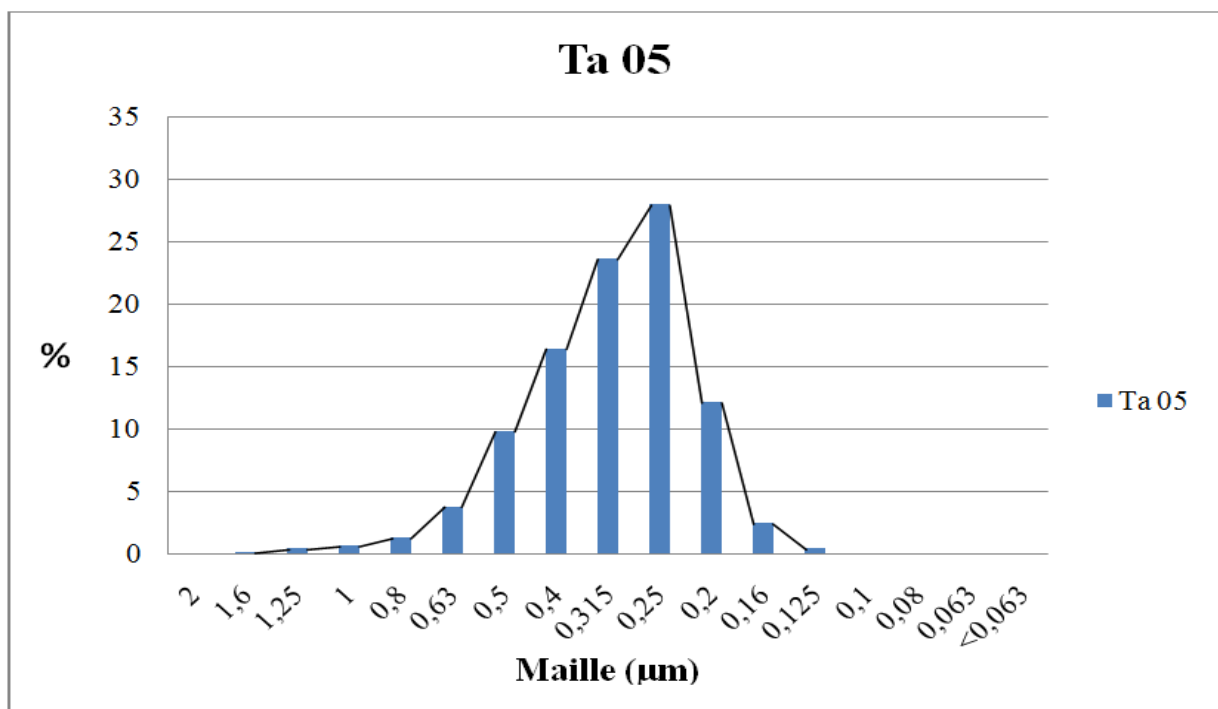


Figure. V.3.e- Courbes et histogramme de fréquence de l'échantillon Ta 05

### V.4.2. Analyse des courbes cumulatives et 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  $\Phi_5$ ,  $\Phi_{16}$ ,  $\Phi_{25}$ ,  $\Phi_{50}$ ,  $\Phi_{75}$ ,  $\Phi_{84}$ ,  $\Phi_{95}$ .

Les courbes cumulatives de chaque échantillon sont représentées dans la figure (V.4.2a ; V.4.2.b ; V.4.2.c ; V.4.2.d ; V.4.2.e).

Les résultats obtenus après calcul des différents paramètres granulométriques sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau. v.5** résultats des paramètres granulométriques

Paramètres échantillons	Grain moyen (Mz) $\mu\text{m}$	sorting index ( $6i$ )	skewness(ski)	kurtosis(KG)
Ta 01	1,9 $\Phi$ , 260 $\mu\text{m}$	0,4	-0,14	1,15
Ta 02	1,6 $\Phi$ , 330 $\mu\text{m}$	0,47	-0,29	1,11
Ta 03	1,4 $\Phi$ , 380 $\mu\text{m}$	0,64	-0,26	0,96
Ta 04	1,2 $\Phi$ , 430 $\mu\text{m}$	0,77	-0,31	1,07
Ta 05	1,5 $\Phi$ , 350 $\mu\text{m}$	0,51	-0,18	1,04

D'après le tableau :

**L'échantillon Ta 01** : cette échantillon présente une granulométrie moyenne dont la valeur du grain moyen est (1.9  $\Phi$ , 260  $\mu\text{m}$ ), cette valeur indique que ces sables ont une granulométrie moyenne.

La valeur de l'indice de classement est 0.4 $\Phi$ . cette valeur révèle un bon classement de ces sables.

Le skewness ou indice d'asymétrie à une valeur de -0.14 $\Phi$  indiquant ainsi que ce sable



présente une légère asymétrie vers les grandes tailles.

Pour le kurtosis indice d'acuité ( $K_G$ ) sa valeur  $1.15\Phi$  indique que le sable se répartit sur des classes granulométriques restreintes et présente des courbes leptocurtiques.

**L'échantillon Ta 02** : présente un grain moyen de valeur ( $1.6\Phi$ ,  $330\ \mu\text{m}$ ), cette valeur indique que ces sables ont une granulométrie moyenne.

La valeur de l'indice de classement est  $0.47\Phi$ . Cette valeur révèle un bon classement de ces sables.

Le skewness ou indice d'asymétrie a une valeur de  $-0.29\Phi$  indiquant ainsi que ce sable présente une asymétrie vers les grandes tailles.

Pour le kurtosis indice d'acuité ( $K_G$ ) sa valeur  $1.11\Phi$  et selon cette valeur les sables présentent une distribution leptocurtique.

**L'échantillon Ta 03** : présente un grain moyen de valeur ( $1.4\Phi$ ,  $380\ \mu\text{m}$ ), cette valeur indique que ces sables ont une granulométrie moyenne.

La valeur de l'indice de classement est  $0.64\Phi$ . Cette valeur indique que ces sables sont un assez bon classement.

Le skewness ou indice d'asymétrie a une valeur de  $-0.26\Phi$  indiquant ainsi que ce sable présente une asymétrie vers les grandes tailles.

Pour le kurtosis indice d'acuité ( $K_G$ ) sa valeur  $0.96\Phi$  indique une distribution mésocurtique de ces sables.

**L'échantillon Ta 04** : la valeur du grain moyen est ( $1.2\Phi$ ,  $430\ \mu\text{m}$ ), cette valeur indique que ces sables ont une granulométrie moyenne.

D'après la valeur de l'indice de classement  $0.77\Phi$  ces sables sont moyennement classés.

Le skewness ou indice d'asymétrie a une valeur de  $-0.30\Phi$  indiquant ainsi que ce sable présente une forte asymétrie vers les grandes tailles.

Pour le kurtosis indice d'acuité ( $K_G$ ) sa valeur  $1.07\Phi$  indique une distribution mésocurtique.

**L'échantillon Ta 05** : présente un grain moyen de valeur ( $1.5 \Phi$ ,  $350 \mu\text{m}$ ), cette valeur indique que ces sables ont une granulométrie moyenne.

Les sables de ces échantillons sont assez bien classés selon la valeur de l'indice de classement ( $0.51\Phi$ ).

Le skewness ou indice d'asymétrie à une valeur de  $-0.18\Phi$  indiquant ainsi que ce sable présente une asymétrie vers les grandes tailles.

L'indice d'acuité ( $K_G$ ) présente une valeur  $1.04\Phi$  selon cette valeur ces sables présentent une distribution mésocurtique.

### V.5. Synthèse et discussion des résultats

L'analyse des courbes de fréquence montre des ressemblances entre les différents échantillons, tous les échantillons présentent des courbes de fréquence unimodale, la classe modale dominante est la classe granulométrique  $250\mu\text{m}$  pour les échantillons (Ta02, Ta03, Ta04, Ta05) pour des pourcentages qui varient entre 21.13% et 29.27%, sauf pour l'échantillon Ta 01 la classe granulométrique dominante est  $200\mu\text{m}$  avec 34.41%.

Pour les cinq échantillons la moyenne du grain moyen est  $1.28 \Phi$  soit  $350\mu\text{m}$ , ceci traduit que le long de la plage de Tassoust, domine des sables à granulométrie moyenne.

D'après les résultats de l'indice de classement qui varient de  $0.4\Phi$  à  $0.51\Phi$  avec une moyenne de  $0.6\Phi$ , les sables de Tassoust sont qualifiés comme des sables assez bien classés.

L'indice d'acuité du mode ou kurtosis présente des valeurs qui varient de 0.96 à 1.15, les valeurs traduit des distributions leptocurtique à mésocurtique et en comparant les résultats du kurtosis avec l'allure des courbes de fréquence on remarque que les sables de l'échantillon (Ta01) se concentre dans deux classes granulométriques avec des pourcentages élevé ; 34,41% pour la classe  $200\mu\text{m}$  et 31,62% pour la classe  $250\mu\text{m}$ , ainsi que pour l'échantillon (Ta02) où la classe granulométrique  $250\mu\text{m}$  domine avec 29.27% , alors que les autres classes présentent des distributions qui ne dépasse pas 13% .

Pour les 03 échantillon (Ta03, Ta04, Ta05) on remarque que la répartition du sable dans les différentes classes granulométriques est un peu étalée ce qui traduit une distribution mésocurtique pour ces échantillons

Les résultats de l'indice d'asymétrie ou skewness des différents échantillons indiquent un enrichissement de la plage par la fraction grossière

Les analyses granulométriques menées dans le cadre de l'étude granulométrique ont permis de montrer une forte relation entre les caractéristiques des sables de la plage de Tassoust ( grain moyen, indice d'asymétrie, indice de classement... etc) et les agents dynamiques (houles, courants) la plage de Tassoust est une zone ouverte aux actions des agents hydrodynamiques, cette plage présente des sables de taille moyenne et un enrichissement en fraction grossière, ce qui nous a permis de dire qu'elle est exposée à des courants d'énergie moyenne et des échanges avec le large, cet échange sera confirmé par l'analyse minéralogique des sables.

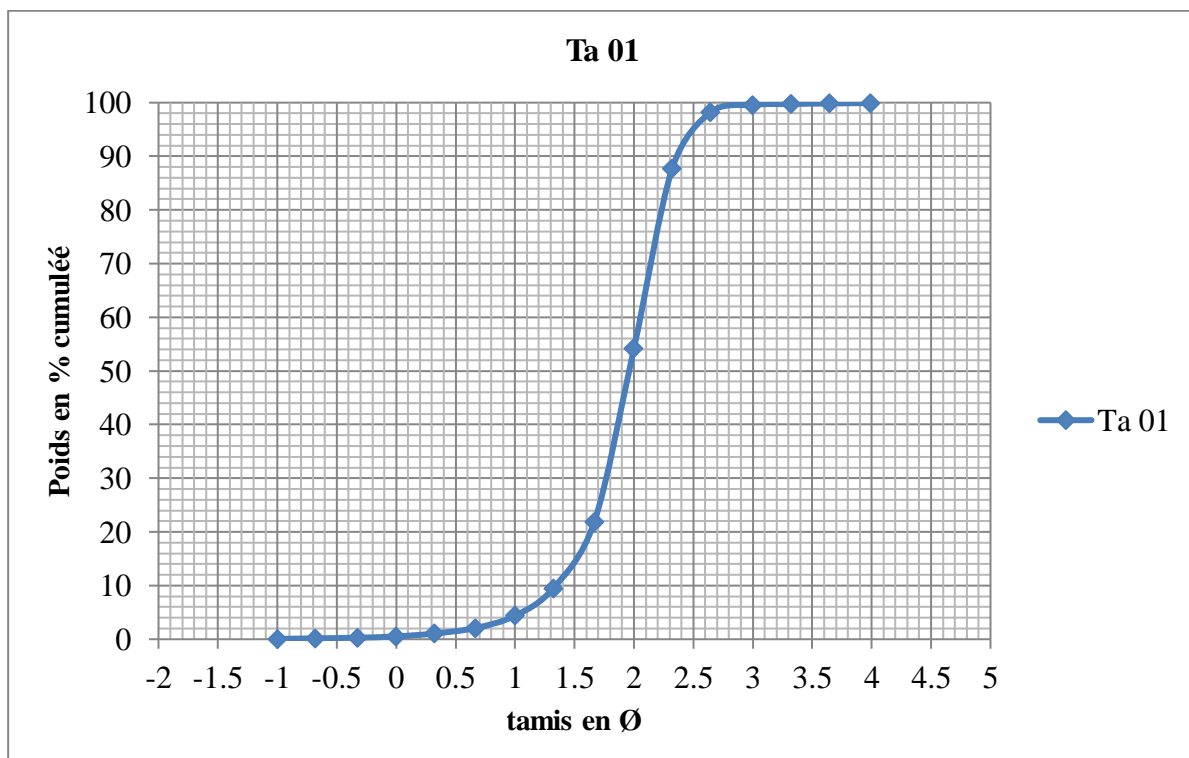


Figure. V.4.a courbe cumulative de l'échantillon Ta 01

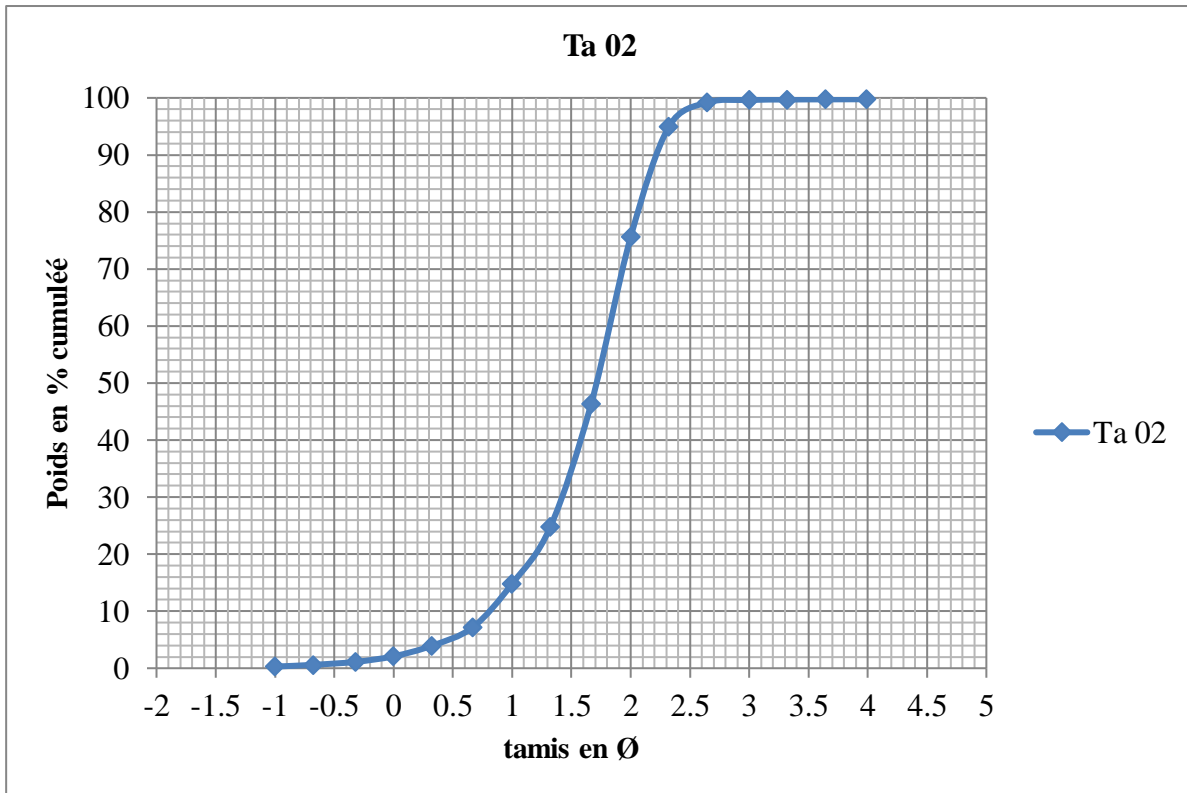


Figure. V.4.b courbe cumulative de l'échantillon Ta 02

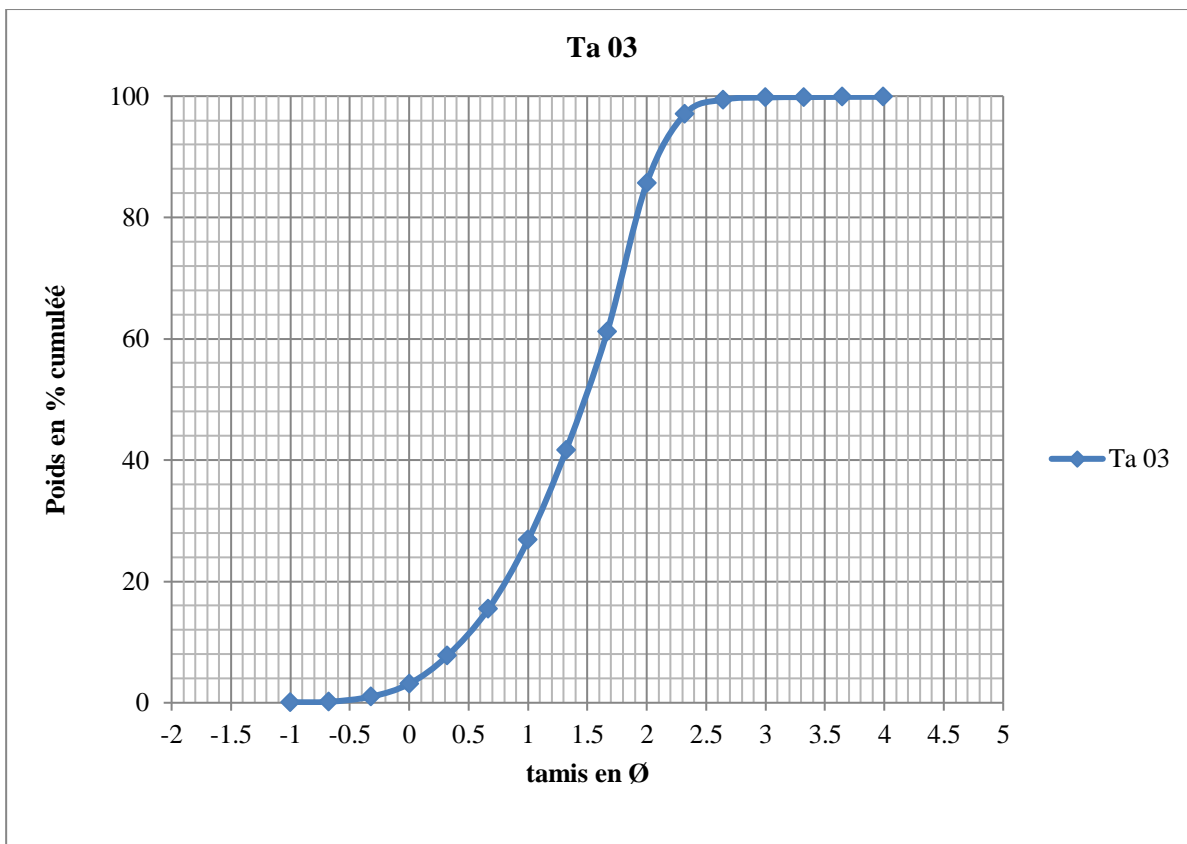


Figure. V.4.c courbe cumulative de l'échantillon Ta 03

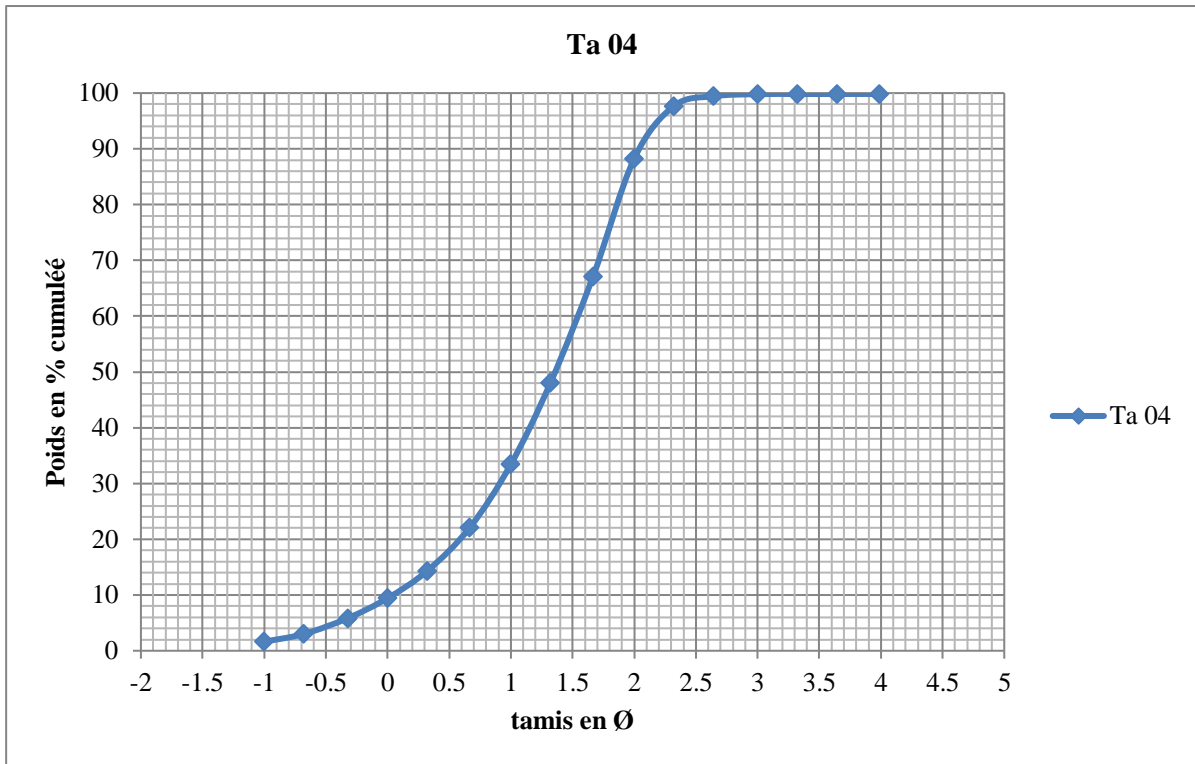


Figure. V.4.d courbe cumulative de l'échantillon Ta 04

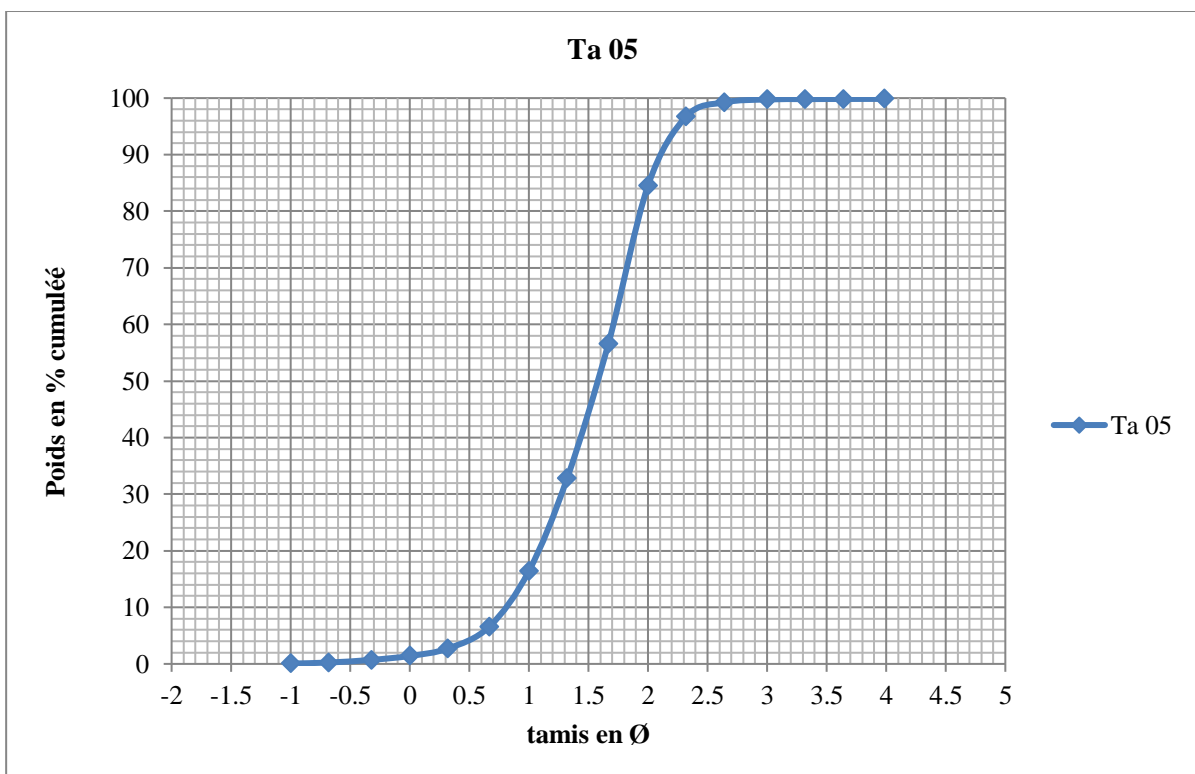


Figure. V.4.e courbe cumulative de l'échantillon Ta 05

### VI.1. Introduction

Les sables de la plage sont le produit d'altération de roche, ils sont constitués par des mélanges de plusieurs minéraux résistants à l'altération. Ce sont aussi des granulats fins utilisés dans la fabrication du béton et dans les techniques routières

Dans ce présent chapitre nous allons essayer d'identifier les différentes phases minérales dans les sables de Tassoust, les échantillons destinés à cette étude ont été lavés ensuite séché dans l'étuve à 100°C.

Dans l'identification minéralogique des principaux constituants des sables étudiés on s'est essentiellement basé sur l'analyse des grains sous loupe binoculaire, et pour chaque échantillon nous avons choisi l'analyse de la fraction granulométrique 315µm (fraction à granulométrie moyenne). Deux échantillons ont été prélevés de l'embouchure des deux oueds, oued Mencha et Oued Djendjen dans le but d'identifier les différents minéraux existant dans les oueds et de faire une comparaison entre les apports des oueds et les minéraux qui se trouvent le long de la plage de Tassoust.

### VI.2. Minéraux existant dans la fraction (315µm) : (planche I)

#### Le Quartz : $\text{SiO}_2$

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 nos sables, à cause de la diversité des formations qui peuvent le fournir tel que : les formations cristallophylliennes, les formations de flyschs. (Fig.VI.1).

#### Les Feldspaths : $(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Na}, \text{K}, \text{NH}_4)(\text{Al}, \text{B}, \text{Si})_4\text{O}_8$

Les feldspaths sont de forme variée et de couleur blanchâtre. (Fig.VI.02).

#### La Biotite : $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{OH}, \text{F})_2(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})$

De couleur marron ou brun noir elle est de forme très particulière pseudo hexagonale avec un éclat gras. Elle se présente aussi en paillettes. (Fig.VI.03)

#### La Muscovite : $\text{K}_2\text{Al}_4[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{20}](\text{OH}, \text{F})_4$

La muscovite est rare dans notre sable, elle est incolore et présente un éclat gras. (Fig.VI.4)

#### Les Grenat rose (almandin) : $\text{X}^{2+}_3\text{Y}^{3+}_{23}$

Les grenats se présentent sous forme différentes de couleur rose, transparentes (Fig.VI.05)

**Le Zircon :**  $ZrSiO_4$ 

Ils se présentent en grains émoussés souvent incolores de forme arrondie ou allongée (Fig.VI.06).

**L'Épidote :**  $Ca_2(Fe, Al)Al_2(SiO_4)(Si_2O_7)O(OH)$ 

Elle se présente sous forme prismatique et par fois allongés, sa couleur vert pistache, vert brun (Fig.VI.07)

**La Tourmaline :**  $XG_3Z_6(BO_3)_3T_6O_{18}(OH, O)_3(OH, F, O)$  où  $X=(Ca, Na, K)$ ,  $G=(Mg, Li, Al, Mn, Fe^{2+,3+}, V, Cr, Ti, Cu)$ ,  $Z=(Al, Mg, Cr, V, Fe^{3+}, Ti)$ ,  $T=(Si, Al, B, Be)$ .

Minérale de couleur rose, se présente sous forme prismatique et présente des stries très caractéristiques sur la surface du cristal (Fig.VI.08).

**L'hématite :**  $Fe_2O_3$ 

Elle est présente par des forme différentes, sa couleur rouge sang et très caractéristique (Fig.VI.09).

**L'ilménite :**  $FeTiO_3$ 

De forme irrégulière de couleur noire à brun noir et présente un éclat métallique (Fig.VI.10).

**Pyrite :**  $(FeS_2)$ 

Minérale de couleur jaune claire à jaune laiton souvent ternie en surface associée avec le quartz. (Fig.VI.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. (Fig.VI.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. (Fig.VI.13)

**Calcite:**  $CaCO_3$ 

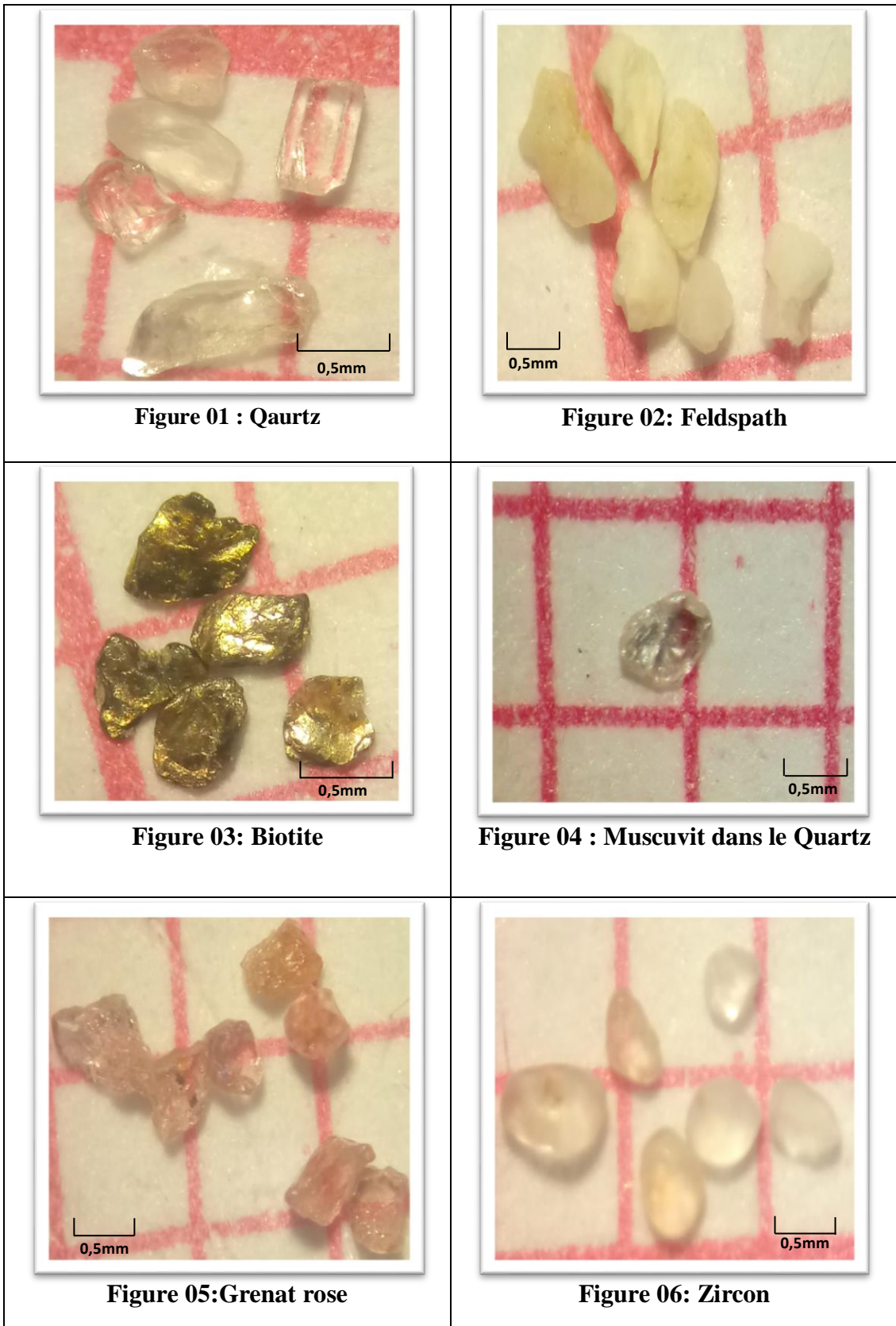
La calcite est de couleur blanche sa forme rhomboédrique est très caractéristique. (Fig.VI.14).

**Calcédoine :**  $SiO_2$ 

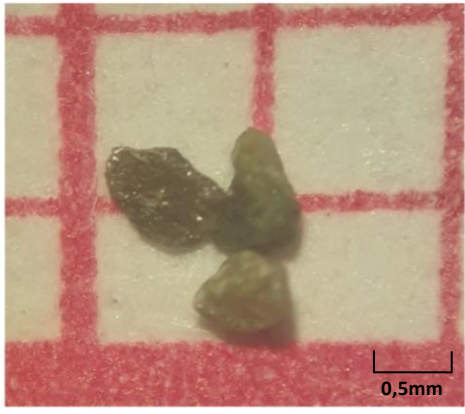
Elle est translucide de couleur grise, la cassure conchoïdale est très caractéristique (Fig.VI.15).

L'analyse minéralogique des sables fluviaux des deux oueds a montré une composition identique à celle des sables du rivage, seulement on remarque l'absence de l'ilménite dans ces sables fluviaux (Fig.VI.16.17.18).

Planche.VI.







**Figure 07: Epidote**



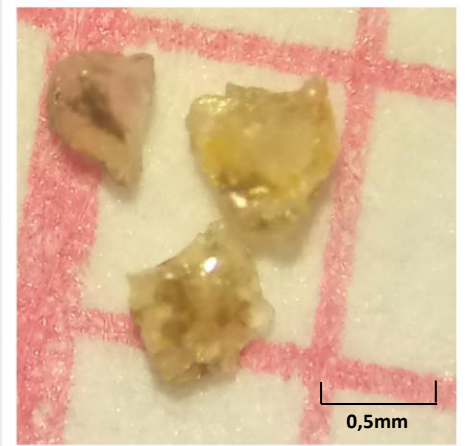
**Figure 08: Tourmaline**



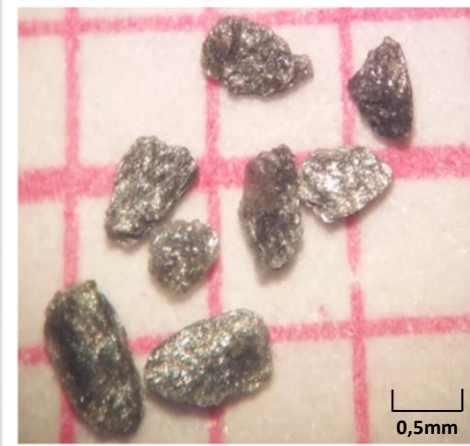
**Figure 09: Hématite**



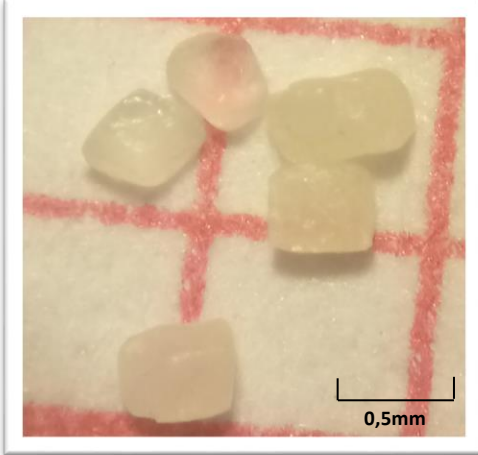
**Figure 10 : Ilménite**



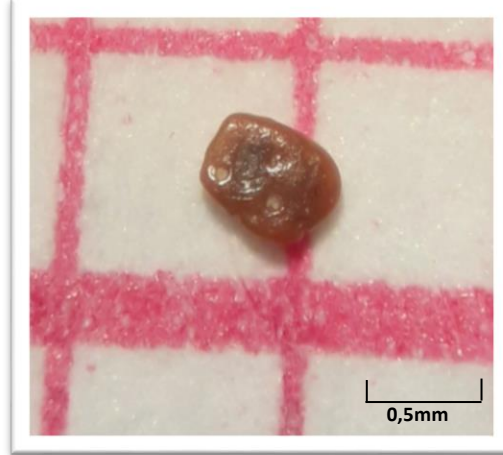
**Figure 11: Quartz a Pyrite**



**Figure 12: Fragments des roches**



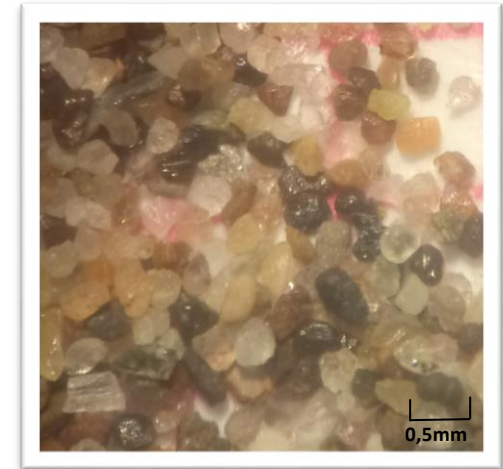
**Figure 14 : Calcite**



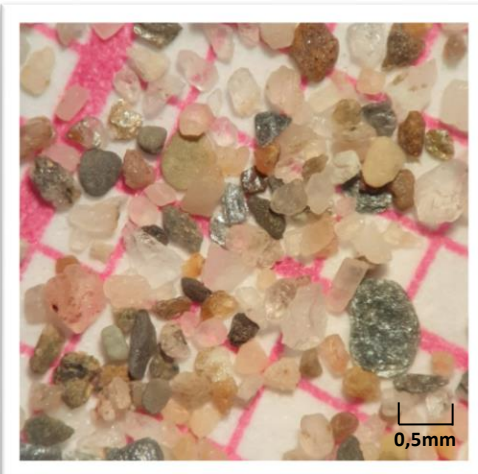
**Figure 13 : Ambre**



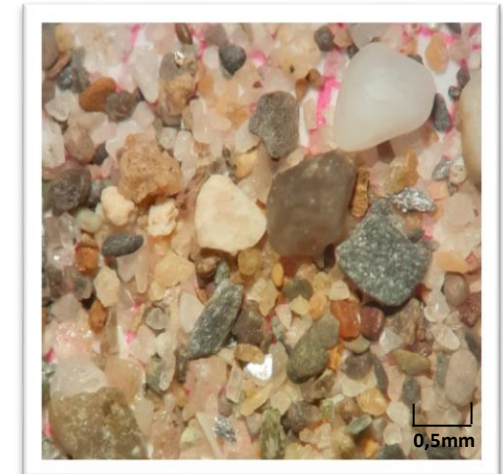
**Figure 15 : Calcédoine**



**Figure 16: Sable de la plage de Tassoust**



**Figure 17 : Sable d'oeud Djendjen**



**Figure 18 : Sable d'oeud Mencha**

**VI.3. Conclusion :**

L'analyse minéralogique des sables de la plage de Tassoust a révélé que ces sables sont des sables siliceux constitués principalement par le quartz et les fragments de roches (essentiellement métamorphiques) et d'autres minéraux comme les grenats, les épidotes, les feldspaths, les micas, l'hématite, l'ilménite, tourmaline et calcite.

L'analyse minéralogique des sables fluviatile des deux oueds Djendjen et Mencha a montré que ce sable est majoritairement composé de quartz, feldspaths, fragments de roches, biotite, épidotes, grenats, l'ilménite est absente dans ces sables, ce qui nous conduit à conclure que ce minéral est d'origine marine et l'apport marin est confirmé par la présence de la calcite dans nos sables.

## Conclusion Générale

---

La plage de Tassoust, projet du présent travail, est une plage qui se trouve dans la partie centrale du littoral de la wilaya de Jijel elle contient des accumulations sableuses importante de direction (EEN-WWS), cette plage s'allonge sur une longueur d'environ 2,7 km et une largeur qui peut atteindre 300m.

Les études géologiques relatives à la région de Jijel sont très rares, la synthèse qu'on a réalisée a montré la diversité des formations géologiques. Les sables peuvent provenir des roches sédimentaires telles que les calcaires, les marnes et les grés, des roches métamorphiques telles que les gneiss et les micaschistes, des roches magmatiques telles que les roches granitiques.

Le présent travail a permis de déterminer les propriétés physiques, granulométriques et minéralogiques du sable de plage de Tassoust.

Les résultats des essais physiques montrent que le module de finesse présente des valeurs qui varient entre 1,63 et 2,06. Ces valeurs indiquent qu'on est en présence d'un sable qui peut être utilisé dans les bétons avec une facilité de mise en œuvre au déterminer probable de la résistance.

Les valeurs de coefficient d'uniformité ( $C_u$ ) indiquent que la granulométrie est serrée pour les échantillons de la plage.

Nos sables sont des sables propre et pauvre en fine d'après les résultats de l'équivalent de sable ( $ES > 80\%$ ). L'absence de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton.

Les valeurs de la masse volumique réelle des grains solides sont 2,58 donc les granulats sont dits courant.

L'étude granulométrique par le biais de l'analyse granulométrique a révélé que ces sables présentent une granulométrie moyenne ce sont des sables assez bien classés selon les valeurs de l'indice de classement et présentent une asymétrie vers les grandes tailles ( $-0,10 > SK_i > -0,30$ ) cette asymétrie ou bien cet enrichissement en particules grossières et due aux apports détritiques de oued Mencha et oued Djendjen, les résultats de l'indice d'acuité a révélé que les sables de la partie occidentale présentent une distribution leptocurtique pour la partie occidentale et mesocurtique pour la partie orientale .

L'étude minéralogique à montrés que le quartz et les feldspaths sont les minéraux les plus abondant dans nos sables ainsi que d'autre minéraux accessoires tel que, la calcite, l'ilménites, grenat rose, biotite, muscovite, tourmaline, épidote, pyrite, calcédoine, zircon et des fragments des roches métamorphiques, la présence de la calcite confirme les échanges avec le large.

## Conclusion Générale

---

L'analyse minéralogique du sable fluviatile des deux oueds a révélé la présence de minéraux identique à ceux de plage, sauf pour l'ilménite qui existe seulement en sable de plage.

La présence des minéraux tels que les micas peut être nocive pour le béton à cause de leurs clivages et leurs sensibilités à l'eau.

La présence du zircon et d'autres minéraux comme l'ilménite présente un intérêt scientifique et économique, une étude détaillée de ces minéraux est recommandée.

## Bibliographie

---

**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

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

**Belmadrk, 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 103.

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

**Chabbla, R, (2016) :** Contribution à L'étude des Caractéristiques Physico-mécaniques de Béton de Sable de Dunes et L'influence de Milieux de Conservation, Mém.Magister, Université Kasdi Merbah Ouargla, 50 p

**Djellit, H., (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, 24-27 novembre 2014, 53p.

**Dreux.G et Festa.J, (1998) :** Nouveaux guide du béton et ces constituants, Ed. Eyrolles

**Durand Delga M. (1955) :** Étude géologique de l'Ouest de la chaîne Numidique, Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie 2<sup>ème</sup> série n°24, Alger.

**Durand Delga M. (1969) :** Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie, Publication Service Géologique de l'Algérie, n°39, 89-131.

**Ficheur E. (1902) :** Le massif ancien du littoral de la Berbérie, son influence sur la tectonique des chaînes littorales de l'Algérie, A. F. A. S. congrès d'Ajaccio, 1901

**Folk, R.L, (1959):** Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphills, Austin, Texas, 154 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.

## Bibliographie

---

**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.

**Glangeaud L. (1952) :** Les éruptions tertiaires nord-africaines et leurs relations avec le tectonique méditerranéen (XIX<sup>ième</sup> congrès géol. Int.), C. R. Section XV, La paléo- volcanologie et ses rapports avec la tectonique, fasc. XVII, P. 71-101, Alger, 1952.

**Holtz, W. G et Gibbs, H.J. (1991) :** " Introduction à la géotechnique ". Traduit par Lafleur, J, édition de l'école de polytechnique de Montréal, Canada, 794p.

**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.

### **Office national de la météorologie-direction régionale Est- Jijel 2019**

**Parfenoff. A, Pomerol. C, Tourenq. J., (1970) :** Les minéraux en grains, méthode d'étude et de détermination. Edition Masson, 578 P

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

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

**S. Kermani, 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

**Villa J. M. (1980) :** La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens, Thèse Docteur ès Sciences, Paris VI, 3 vol., 663 P., 199 FIG., 40 PL., 7 PL.

**Villa J. M. (1980) :** La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens, Thèse Docteur ès Sciences, Paris VI, 3 vol., 663 P., 199 FIG., 40 PL., 7 PL.

**Wildi W. (1983) :** La chaîne tello rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène, Rev. Géol. Dyn. Géol. Phys., (24), 3, P.P. 201-297.

### **Liste de site web :**

[http://alonet.yolasite.com/resources/LFST3/abaque\\_granolometrie.pdf](http://alonet.yolasite.com/resources/LFST3/abaque_granolometrie.pdf)

## Bibliographie

---

[http://documentation.2ie-edu.org/cdi2ie/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=861](http://documentation.2ie-edu.org/cdi2ie/opac_css/doc_num.php?explnum_id=861)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Essai\\_au\\_bleu\\_de\\_m%C3%A9thyl%C3%A8ne#Principe](https://fr.wikipedia.org/wiki/Essai_au_bleu_de_m%C3%A9thyl%C3%A8ne#Principe)

<https://sites.google.com/site/1lepycnometremahammedifkarima/matiere-1-classique>

[https://www.researchgate.net/publication/268602549\\_Caracterisation\\_de\\_sables\\_fins\\_marins\\_de\\_la\\_region\\_de\\_Casablanca\\_Maroc\\_en\\_tant\\_que\\_granulats\\_pour\\_beton](https://www.researchgate.net/publication/268602549_Caracterisation_de_sables_fins_marins_de_la_region_de_Casablanca_Maroc_en_tant_que_granulats_pour_beton)

### **Les Normalisations Françaises :**

**Norme française NFP94-068 :** Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux : Détermination de la valeur de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux par l'essai à la tache, AFNOR, Oct, 1998.

**Norme française NF P18-540 :** Granulats, définitions, conformité spécifications, afnor, Oct, 1997.

**Norme française NF P18-553 :** Granulats, préparation d'un échantillon pour essai, afnor, Sep, 1991.

**Norme française NF P18-555 :** Granulats, mesure des masses volumiques, coefficient d'absorption et teneur en eau des sables, afnor, Déc, 1990.

**Norme française NF P18-560 :** Granulats, analyse granulométrique par tamisage, afnor, Sep, 1990.

**Norme française NF P18-598 :** Granulats, équivalent de sable, afnor, Oct, 1991.



## المخلص :

الغرض من هذه المذكرة هو دراسة الخصائص الفيزيائية والمعدنية والحببية للرمال الساحلية لشاطئ تاسوست. رمال شاطئ تاسوست هي رمال ذات تحبب ضيق ذات تدرج سيئ، نظيفة وذات وحدة نمطية جيدة.

اظهر التحليل الحبيبي أن هذه الرمال متوسطة ومصنفة جيدا وفقا لمؤشر التصنيف. أيضا هي متناسقة في حجم الحبيبات ويكون تدرج الحجم نحو الاحجام الكبيرة وفقا لمؤشر التناظر. مؤشر الحدة يبين منحنيات شديدة الى متوسطة الحدة

الكوارتز هو المعدن الأكثر وفرة في الرمال مع مزيج من المعادن الاخرى مثل البيوتيت الموسكوفيت الهيماتيت الكالسيث التورمالين الفلسبار الجرونا الوردية البيريت وغيرها من المعادن ذات الاهمية الاقتصادية كالألمينيت والزركون. هذه المعادن مصدرها التكوينات الجيولوجية المحيطة من المنطقه وتتركز خاصة في الجزء الحبيبي المتوسط

**كلمات مفتاحية** رمال الشاطئ، الخصائص الفيزيائية، التحاليل المعدنية، التحاليل الحبيبية، تاسوست، جيجل

## Abstract:

The purpose of this memo is to study the physical, mineralogical and Granulometry of the coastal sands of the beach of Tassoust.

The beach sands of Tassoust are sands with narrow granulometry, bad graduated, clean and with a good finesse module.

The particle size analysis showed that these sands are medium sands, fairly well classified according to the ranking index, has a grain size asymmetry towards large sizes according to the results of skewness and leptocurtic distributions to mesocurtic.

Quartz is the most abundant mineral in these sands with the association of other accessory minerals such as; biotite, muscovite, hematite, epidote, calcite, feldspar, pink garnet, pyrite, chalcedony, tourmaline, and other minerals of economic interest such as ilmenite, zircon, these minerals that come from the geological formations of the region are concentrated in the middle fraction.

**Keywords:** beach sand, physical characteristics, mineralogical analyzes, particle size analyzes, Tassoust, Jijel

## Résumé :

Le présent mémoire à pour but d'étudier les caractéristiques physiques, minéralogiques et Granulométriques des sables côtiers de la plage de Tassoust.

L'étude des caractéristiques physiques des sables de plage de Tassoust sont des sables à granulométrie serrée, mal gradué, propre et avec un bon module de finesse.

L'analyse granulométrique a montré que ces sables sont des sables moyens, assez bien classés selon l'indice de classement, présente une asymétrie granulométrique vers les grandes tailles d'après les résultats du skewness et des distributions leptocurtique à mésocurtique.

Le quartz est le minérale le plus abondant dans ces sables avec l'association d'autre minéraux accessoires tel que ; la biotite, muscovite, hématite, épidote, calcite, feldspath, grenat rose, pyrite, calcédoine, tourmaline, et autre minéraux d'intérêt économique comme l'ilménite et le zircon, ces minéraux issus des formations géologique de la région se concentre dans la fraction moyenne.

**Mots clé :** sable de plage, caractéristiques physiques, analyses minéralogiques, analyses granulométrique, Tassoust, Jijel.