

**UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA**  
Faculté des Hydrocarbures des Energies renouvelables et des Sciences de la Terre et  
d'Univers



**Département de science de la terre et de l'univers**  
**Mémoire de Master Académique**  
**Domaine : Science de la terre et d'univers**  
**Filière : Géologie**  
**Spécialité : Bassins sédimentaires**

**THEME**

**Etude sédimentologique et paléo-environnementale  
des formations Plio-Quaternaire de la région de  
Ouargla (Bas de Sahara orientale).**

**Présente par :**

**Berregui Youcef      et      Berregui Bachir**

**Devant le jury**

<b>Président :</b>	<i>Hammad Nabila</i>	<i>MCB</i>	Univ. Ouargla
<b>Promoteur :</b>	<i>Merabet lakhdar</i>	<i>MCB</i>	Univ. Ouargla
<b>Co-Promoteur :</b>	<i>Benkhedda Abdelhakim</i>	<i>Dr</i>	Univ. Ouargla
<b>Examineur :</b>	<i>Beguiet Lilia</i>	<i>MCB</i>	Univ. Ouargla

Année universitaire : 2022/2023

## ملخص:

الدراسات الرسوبية والبيئية لتكوينات البليوسين-الرباعي لمنطقة ورقلة تمحورت حول ثلاث معالم تابعة لكل من بلدية الرويسات، سيدي خويلد وحاسي بن عبد الله، وذلك بتطبيق تقنيات تحليل حبيبات التربة ودراسة وتحليل شكل وخصائص الحبيبات والجسيمات الصغيرة والتحليل المعدني على عينات مأخوذة من الثلاث معالم. أظهر تحليل حبيبات التربة أن توزيع حجم حبيبات الترسبات هو خشن ومرتب بشكل معتدل، غير متماثلة ومسطحة الذروة في معظم العينات، هذا وأظهرت النتائج هيمنة الحبيبات RM و EL على مستوى العينات المدروسة مما يدل أن الحبيبات نقلت عن طريق قوة الرياح والمياه. التحليل المعدني أظهر هيمنة كل من الإيليت والكاولينايت و احتمالاً المونتموريلونيت على أغلب العينات. بناءً على هذه النتائج، استخلصنا أن البيئة في المنطقة هي بيئة نهريّة-صحراوية تتميز بوجود نمط مختلط لنقل المواد الرملية (مائي وهوائي).

**الكلمات الرئيسية:** علم الرسوبيات، البيئة القديمة ، البليوسين-الرباعي ، ورقلة، بيئة نهريّة صحراوية.

---

## Résumé

Les études sédimentologiques et paléo-environnementale des formations Plio-Quaternaire de la région de Ouargla rivée sur une zone qui fait partie de 03 sites (Rouissat, Ain Baida et Hassi Ben Abdellah), par approche granulométrie et morphoscopique et minéralogiques appliqué aux échantillons extraits de trois coupes.

L'analyse granulométrie nous a montré que la distribution des tailles de grains des sédiments est grossière et modérément classée, asymétrique et généralement platykurtique dans la plupart des échantillons, Les résultats morphoscopiques indiquent une prédominance de particules RM et EL dans la plupart des échantillons indiquant un transport éolien et aquatique.

Minéralogiquement, les minéraux dominants dans la plupart des échantillons sont l'illite, Kaolinite et Montmorillonite,

En lumière de ces résultats, Nous avons conclu que l'environnement fluviaux-désertique d'un mode de transport mixte (éolien et aquatique).

**Mots clés :** Sédimentologie, Paléoenvironnement, Plio-Quaternaire, Ourgla, fluviaux-désertique.

---

## Abstract

The sedimentological and paleoenvironmental studies of the Plio-Quaternary formations in the Ouargla region focused on an area that includes three sites (Rouissat, Ain Baida, and Hassi Ben Abdellah), using a granulometric and morphoscopic methods, as well as mineralogical analysis applied to samples extracted from three sections.

The granulometric analysis showed that the sediment grain size distribution is coarse and moderately sorted, asymmetric, and generally platykurtic in most samples. The morphoscopic results indicate a predominance of RM and EL particles in most samples, indicating aeolian (aquatic and wind) transport. Mineralogically, the dominant minerals in most samples are Illite, Kaolinite, and Montmorillonite.

Based on these results, we concluded that the environment is fluvio-desertic with a mixed mode of transport (aeolian and aquatic).

**Keywords:** Sedimentology, Paleoenvironement, Plio-Quaternary, Ouargla, fluvio-deserti

# Dédicace

Je dédie ce modeste travail à toute la famille

"Berregui "

A ma très chère mère et A mon très cher père A

tous mes chers frères et sœurs A tous les amis,

sans exception et mon collaborateur de

Mémoire "Bachir"

Aux amis de Master Promotion

2022-2023

# Dédicace

Je dédie ce modeste travail à toute la famille

"Berregui "

A ma très chère mère et A mon très cher père A

tous mes chers frères et sœurs A tous les amis,

sans exception et mon collaborateur de

Mémoire "Youcef" Aux amis de Master

Promotion 2022-2023

# Remerciement

Premièrement, on remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la Volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nous exprimons nos profondes gratitudees à nos parents pour leurs encouragements, leurs soutiens et pour les sacrifices qu'ils ont enduré. Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Dr. Merabet Lakhdar**, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Notre remerciement s'adresse à **Dr. Benkhadda Abdelhakim pour** son aide et son soutien moral et ses encouragements.

Notre remerciement s'adresse également à **Dr. Hammam Nabila d'avoir** présidé le jury et **Dr. Beguiret Lilia** d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Enfin, nos remerciements vont à l'ensemble de nos enseignants de la spécialité Hydrogéologie qui nous ont apporté soutiens et conseils. Et à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Table des matières

<b>Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Généralité .....</b>	<b>4</b>
1. Situation géographique : .....	4
2. L'hydrologie : .....	5
3. La climatologie : .....	6
4. Cadre géologique : .....	8
4.1. Aperçu géologique : .....	8
4.2. Lithostratigraphie : .....	9
4.2.1. Le Mésozoïque : .....	9
4.2.1.1. Le Barrémien : .....	9
4.2.1.2. L'Aptien : .....	9
4.2.1.3. L'Albien : .....	9
4.2.1.4. Le Vraconien : .....	9
4.2.1.5. Le Cénomaniens : .....	10
4.2.1.6. Le Turonien : .....	10
4.2.1.7. Le Sénonien lagunaire : .....	10
4.2.2. Fin Secondaire -Tertiaire : .....	10
4.2.2.1. Le Sénono-Eocène : .....	10
4.2.2.2. Le Mio-Pliocène : .....	10
4.2.3. Le Quaternaire : .....	11
5. Tectonique : .....	12
6. Paléogéographie : .....	13
<b>Chapitre II : Matériels et méthodes .....</b>	<b>15</b>
<b>1) : L'étude in situ .....</b>	<b>15</b>
<b>2) L'étude de laboratoire : .....</b>	<b>15</b>
1. L'essai Granulométrique .....	15
<b>1. La moyenne Mz .....</b>	<b>18</b>
<b>2. L'indice de classement (Sorting) .....</b>	<b>19</b>



<b>3.</b>	<b>Le coefficient d'asymétrie (Skewness) .....</b>	<b>20</b>
<b>4.</b>	<b>Le Kurtosis (K<sub>G</sub>) : .....</b>	<b>21</b>
2.	Analyse chimique .....	22
<b>Le Calcimètre.....</b>		<b>22</b>
.3	Analyse minéralogique .....	23
<b>Diffractométrie des rayons X.....</b>		<b>23</b>
4.	Analyse morphoscopique.....	24
<b>Chapitre III : Résultats et discussions.....</b>		<b>27</b>
<b>Introduction .....</b>		<b>27</b>
<b>1)</b>	<b><i>Les paramètres granulométriques.....</i></b>	<b>29</b>
1.	La station ZO (Zouaouid).....	29
1.	La moyenne .....	29
2.	Coefficient de classement (Sorting) ( $\delta_i$ ).....	29
3.	Coefficient d'asymétrie (Skewness) .....	29
4.	Le Kurtosis (K <sub>G</sub> ) .....	30
2.	La station RB (Rebbouh).....	32
1.	La moyenne.....	32
2.	Coefficient de classement (Sorting) ( $\delta_i$ ) .....	32
3.	Coefficient d'asymétrie (Skewness) .....	32
4.	Le Kurtosis (K <sub>G</sub> ) .....	33
3.	Station Hassi Essayeh .....	35
1.	La moyenne .....	35
2.	Coefficient de classement (Sorting) ( $\delta_i$ ) .....	35
3.	Coefficient d'asymétrie (Skewness) .....	35
4.	Le Kurtosis (K <sub>G</sub> ) .....	36
<b>2)</b>	<b><i>Analyse Morphoscopique.....</i></b>	<b>38</b>
<b>3)</b>	<b><i>Analyse du Calcimètre .....</i></b>	<b>40</b>
<b>4)</b>	<b><i>Résultats de diffractométrie des rayons X .....</i></b>	<b>40</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>44</b>	
<b>Références bibliographiques .....</b>		<b>46</b>

Liste des figures

❖ Figure 1 Carte de la situation géographique.....	4
❖ Figure 2: carte géologique de la région d'Ouargla D'après S.C.G.N.1952. ....	11
❖ Figure 3: Différentes représentations d'une granulométrie ainsi leurs modes de distributions (Miaskovsky, 2002).....	18
❖ Figure 4: Schéma montrant le Calcimètre de Bernard .....	23
❖ Figure 5: Principe de la diffraction et illustration de la Loi de Bragg (Eslinger&Peaver, 1988). .....	24
❖ Figure 6 : Coupe lithologique des trois station ZO, RB et HS de la région de Ouargla .....	28
❖ Figure 7: Observation microscopique de deux échantillons de station Zouaouid (ZO).....	39
❖ Figure 8: Observation microscopique de deux échantillons de station Rebbouh (RB) .....	39
❖ Figure 9: Observation microscopique de deux échantillons de station Hassi Essayeh (HS) ....	40

Liste des tableaux

❖	<i>Tableau 1: Données climatiques de la région d'Ouargla. Période 2014-2021.....</i>	<i>7</i>
❖	<i>Tableau 2: Répartition granulométrique des constituants d'un sédiment.....</i>	<i>16</i>
❖	<i>Tableau 3: Classification des faciès sédimentaires en fonction de l'indice de classement.....</i>	<i>20</i>
❖	<i>Tableau 4: Répartition des faciès sédimentaires en fonction de l'indice d'asymétrie (Folk, 1966).....</i>	<i>21</i>
❖	<i>Tableau 5: Répartition des faciès sédimentaires en fonction de l'indice Kurtosis (Folk, 1966).....</i>	<i>22</i>
❖	<i>Tableau 6: Description de la coupe de Zouaouid (ZO).....</i>	<i>27</i>
❖	<i>Tableau 7: Description de la coupe de Rebbouh (RB).....</i>	<i>27</i>
❖	<i>Tableau 8: Description de la coupe de Hassi Essayeh (HS).....</i>	<i>28</i>
❖	<i>Tableau 9: Les déférentes paramètres granulométriques de station Zouaouid (ZO).....</i>	<i>31</i>
❖	<i>Tableau 10: Les déférentes paramètres granulométriques de station Rebbouh (RB).....</i>	<i>34</i>
❖	<i>Tableau 11: Les déférentes paramètres granulométriques de station Hassi Essayeh (HS).....</i>	<i>37</i>
❖	<i>Tableau 12: Résultats de l'analyse par diffraction des rayons X (Centre des recherches Université Kasdi Merbah Ouargla 2023).....</i>	<i>41</i>

A decorative rectangular frame with intricate, symmetrical scrollwork and floral patterns. The frame is centered on the page and contains the text "Introduction Générale" in a blue, sans-serif font.

**Introduction Générale**

## Introduction générale

Ce travail de recherche s'inscrit dans une perspective visant à contribuer aux efforts de reconstitution paléoenvironnementale de la formation Plio-Quaternaire à Ouargla. Nous cherchons également à explorer les différents modes de transport des sédiments en utilisant les outils de la sédimentologie. Pour atteindre ces objectifs, nous avons entrepris l'analyse de plusieurs échantillons prélevés sur le terrain à partir de trois stations sélectionnées.

Les méthodes d'analyse que nous avons utilisées relèvent de la sédimentologie (granulométrie, morphoscopique) et ont été complétées par des analyses chimiques, notamment la calcimétrie, afin de mieux comprendre la nature des sédiments étudiés et leur mode de mise en place.

Les analyses granulométriques, morphoscopiques et chimiques des formations Plio-Quaternaire présentent un intérêt considérable dans notre démarche. D'une part, elles nous permettent de préciser l'origine des matériaux constitutifs des sédiments et de répondre à des questions fondamentales à ce sujet. D'autre part, ces analyses nous permettent d'identifier d'éventuelles traces d'usure ou de corrosion sur les différents constituants, d'appréhender leur mode de dépôt et de reconstituer l'histoire post-dépositionnelle des dépôts. Ces informations sont essentielles pour établir des interprétations paléoenvironnementales de la région étudiée.

La structure générale de notre travail de recherche se divise en trois chapitres distincts. Tout d'abord, le premier chapitre s'attache à définir le contexte général de notre étude, en mettant en lumière des éléments tels que la situation géographique et le cadre géologique de la région d'étude.

Le deuxième chapitre est réservé à la description détaillée des méthodes et des techniques que nous avons utilisées tout au long de notre recherche. Nous expliquons en profondeur la méthodologie employée, fournissant ainsi une base solide et transparente pour nos travaux.

Le troisième chapitre est dédié à la présentation des résultats que nous avons obtenus au cours de nos analyses. Nous mettons un point d'honneur à interpréter ces résultats de manière rigoureuse et méthodique. Cette interprétation nous permet de construire une stratigraphie rationnelle de la terrasse analysée et d'apporter des éclaircissements essentiels à notre compréhension de la région étudiée.

Enfin, notre travail se conclut par un dernier chapitre qui résume nos principales conclusions. Ces conclusions sont tirées de l'interprétation minutieuse des résultats obtenus. Nous formulons

également des perspectives pour des recherches futures, afin de continuer à enrichir notre compréhension des processus géologiques et climatiques passés de la région étudiée.

En somme, ce travail de recherche s'inscrit dans une démarche rigoureuse et scientifique visant à contribuer à la connaissance du climat de la formation Plio-Quaternaire à Ouargla. Les résultats de nos analyses granulométriques, morphoscopiques et chimiques nous permettront de reconstruire l'histoire des dépôts et de fournir des informations précieuses sur la paléoenvironnement de la région.



**Chapitre I**  
**Généralité**  
Description de la  
zone d'étude

---

## Chapitre I : Généralité

### 1. Situation géographique :

La wilaya d'Ouargla représente un large territoire de 163 230 km<sup>2</sup>. Elle se positionne idéalement au centre de la région, Elle est située dans la partie sud-est d'Algérie à 850 km de la capitale Algérie.

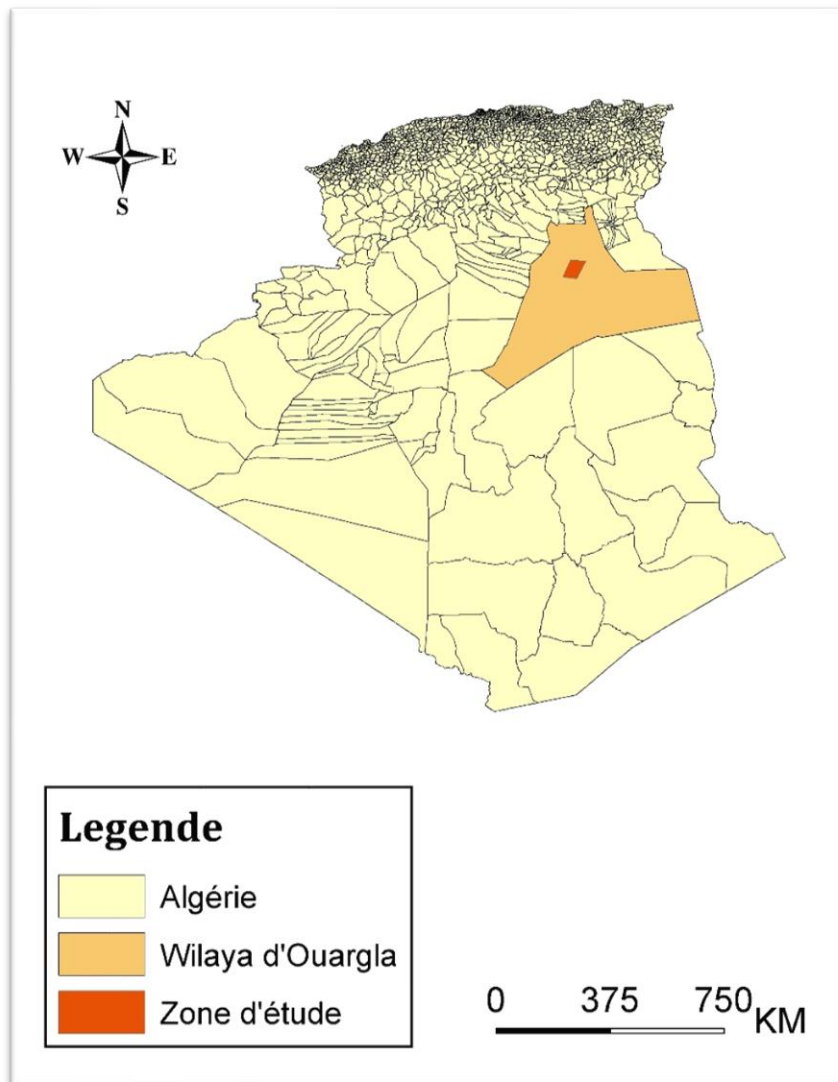


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude

Notre étude est riviée sur une zone qui fait partie de 03 communes de Rouissat, Ain Baida et Hassi Ben Abdellah, daïra de Sidi Khouiled, wilaya de Ouargla. Elle se situe au Bas Sahara algérien à une altitude moyenne supérieure à 153 m, elle s'étend de 5°24' à 5°35' à l'Est et de 31°53' à 32°03' au Nord, se trouve à une distance de 13 km du chef-lieu de la wilaya.

---



---

## 2. L'hydrologie :

La ville d'Ouargla, installée avec ces palmeraies au fond d'une cuvette en zone désertique, constitue un lieu idéal à l'accumulation et à la stagnation des eaux, sous l'influence des conditions climatiques, caractérisées par une aridité extrême et une sécheresse permanente, et d'une nappe superficielle à faible profondeur, le milieu naturel évolue ainsi rapidement vers des conditions de salinité excessives. La cuvette d'Ouargla représente donc un contexte écologique particulièrement fragile, où la gestion des ressources hydriques doit être menée avec un maximum de soins (BENHAMIDA, 2008).

Pour la détermination des différents aquifères existants et pour une meilleure connaissance des différentes formations qui les constituent, il est nécessaire de faire une étude hydrogéologique. La connaissance de l'hydrogéologie de la région est très intéressante car elle permet d'envisager les échanges souterrains qui peuvent se produire dans les aquifères.

L'essai d'identification des aquifères et la détermination de leurs caractéristiques hydrogéologiques, permet de reconnaître les potentialités en eau souterraine de la région. L'hydrogéologie de la zone de Ouargla est caractérisée par la présence de plusieurs aquifères qui jouent un rôle essentiel dans l'approvisionnement en eau de la région. Les principales caractéristiques hydrogéologiques de la zone comprennent :

1. **Aquifère du Mio-Pliocène** : Cet aquifère est le plus important de la région. Il est constitué de formations sableuses, argileuses et gréseuses du Mio-Pliocène qui forment des nappes phréatiques. Cet aquifère est exploité par de nombreux puits et forages pour l'approvisionnement en eau potable et l'irrigation agricole.
2. **Aquifère du Quaternaire** : Cet aquifère se trouve à la base du Quaternaire et est composé de formations sableuses éoliennes, parfois gypseuses, et de produits de remaniement des terrains du Mio-Pliocène. Les nappes phréatiques se trouvent généralement dans cet aquifère et sont utilisées pour l'approvisionnement en eau.
3. **Aquifère du Sénonien et de l'Éocène** : Ces aquifères se situent en discordance sous le Mio-Pliocène. Ils sont composés de formations calcaires, gréseuses et argileuses et peuvent également fournir de l'eau dans certaines parties de la région.

En raison du caractère semi-aride de la zone de Ouargla, la recharge des aquifères est limitée et dépend principalement des précipitations locales et des infiltrations à partir des cours d'eau saisonniers. La gestion des ressources en eau souterraine est donc cruciale pour assurer une utilisation durable de ces ressources.

La surveillance régulière de la qualité de l'eau est également importante pour prévenir la

---

---

contamination des aquifères et garantir la disponibilité d'une eau potable de qualité. Des études hydrogéologiques approfondies et une planification adéquate sont nécessaires pour assurer une exploitation responsable et durable des ressources en eau souterraine dans la zone de Ouargla.

### 3. La climatologie :

Le climat désertique d'Ouargla est caractérisé par un déficit hydrique dû au manque de précipitations, à une évaporation intense et à des températures élevées (TOUTAIN, 1979).

Nous avons utilisé les données climatiques fournies par l'Office National de Météorologie (O N M) pour la période de (2014-2021).

Le climat en raison de ses composantes tels que la température, les précipitations, le vent et l'humidité relative de l'air, contrôle de nombreux phénomènes biologiques et Physiologiques (DUBIEF, 1950). La région de Ouargla bénéficie d'un climat désertique chaud du Sahara avec des étés très longs et extrêmement chauds et des hivers courts et très doux. Le climat est de type hyperaride et très sec toute l'année, **Tableau 1** présente les données climatiques de la région.

- **Températures** : Les températures varient tout au long de l'année, avec des valeurs minimales en janvier (11,01 °C) et décembre (12,11 °C), et des valeurs maximales en juillet (42,71 °C) et août (41,84 °C). La moyenne annuelle des températures est de 23,71 °C, avec une température moyenne mensuelle de 17,54 °C.
  - **Humidité** : L'humidité relative varie de 27,79 % en juillet à 64,54 % en janvier. La moyenne annuelle de l'humidité est de 43,83 %.
  - **Vent maximum** : La vitesse maximale du vent est la plus élevée en janvier (91,80 km/h) et la plus faible en juillet (27,79 km/h).
  - **Précipitations** : Les précipitations annuelles sont de 3035,91 mm en moyenne, avec des valeurs mensuelles allant de 86,80 mm en décembre à 467,48 mm en juillet.
  - **Evaporation** : L'évaporation moyenne annuelle est de 57,08 mm.
  - **Insolation** : Le nombre moyen d'heures d'insolation est de 239,85 heures par an.
-

Tableau 1; Données climatiques de la région d'Ouargla. Période 2014-2021.

Paramètres	Températures			Humidité (%)	ventmax en Km/h	Précipitations (mm)	Evaporation (mm)	Insolation (heure)
	T min °C	Tmax °C	Tmo °C					
Janvier	11,01	18,18	6,62	64,54	71,29	8,10	91,80	<b>245,79</b>
Février	14,22	21,08	8,96	52,21	65,13	1,64	130,35	<b>242,74</b>
Mars	18,21	25,81	11,40	47,67	59,95	3,30	204,61	<b>258,22</b>
Avril	23,75	29,38	16,82	40,34	54,60	3,11	254,43	<b>282,90</b>
Mai	28,02	34,89	21,32	33,90	59,73	2,47	328,51	<b>301,03</b>
Juin	33,18	40,28	26,54	30,50	56,45	0,76	391,55	<b>253,22</b>
Juillet	36,68	42,71	28,96	27,79	44,02	0,38	467,48	<b>334,61</b>
Aout	35,20	41,84	28,19	29,84	58,11	1,84	420,22	<b>328,58</b>
Septembre	30,32	37,75	24,63	36,90	54,78	3,59	300,66	<b>272,15</b>
Octobre	24	31,18	18,89	45,42	47,73	5,92	235,69	<b>266,08</b>
Novembre	17,92	23,16	11,31	56,85	46,64	7,21	123,81	<b>252,18</b>
Décembre	12,11	19,23	6,94	60,07	66,53	5,18	86,80	<b>80,79</b>
Moyenne	<b>23,71</b>	<b>30,46</b>	<b>17,54</b>	<b>43,83</b>	<b>57,08</b>	<b>*43,21</b>	<b>*3035,91</b>	<b>239,85</b>

À Ouargla, nous pouvons observer un climat qui se distingue par des étés extrêmement chauds, arides et dégagés, tandis que les hivers sont relativement frais, secs et également dégagés dans l'ensemble. Au fil des saisons, la température subit des variations importantes, oscillant généralement entre 5 °C et 42 °C. Il est rare de connaître des températures inférieures à 2 °C ou supérieures à 46 °C. Cette région est donc soumise à des conditions climatiques contrastées tout au long de l'année.

#### **4. Cadre géologique :**

##### **4.1. Aperçu géologique :**

L'histoire géologique des bassins sédimentaires algériens s'inscrit dans le processus de géodynamique globale de la tectonique des plaques qui a structuré l'Algérie en deux domaines :

Au Nord, l'Algérie alpine

Au Sud, la plate-forme saharienne

Notre région d'étude fait partie du Bas Sahara de l'Algérie et plus précisément d'Oued Mya qui draine la partie orientale du plateau de Tadmait (Medinger. Le bassin de l'oued M'ya est en forme d'une vaste gouttière relevée du Sud (800 m) avec une pente très faible (0,1 à 0,2 %) vers le Nord-Est. Il s'étend sur 19800 km<sup>2</sup>, le cours fossile de l'oued M'ya inférieur est jalonné par de vastes sebkhas jusqu'à Ouargla, distant de 200 km environ du point externe. Si l'on admet cependant que l'oued M'ya se jetait dans le chott Melrhir actuel, sa longueur devrait atteindre les 900 km (DUBIEF, 1953).

Cette zone est principalement composée de dépôts sédimentaires d'âge plio-quadernaire, qui se sont accumulés au fil du temps. Ces dépôts comprennent des sables, des argiles, des graviers et des formations éoliennes telles que les dunes de sable.

Les dépôts de sable sont courants dans la région et sont souvent associés à des formations éoliennes. Les dunes de sable, qui se forment en raison des vents dominants, sont des caractéristiques géologiques distinctives de la région.

Les dépôts d'argile sont également présents dans la région. Ces argiles peuvent provenir de divers processus géologiques, tels que les dépôts lacustres ou les dépôts de limon résultant de l'érosion des roches environnantes.

Les graviers sont souvent associés aux cours d'eau et aux systèmes de drainage de la région. Les rivières et les oueds qui traversent la région d'Ouargla ont contribué à la formation de dépôts de graviers au cours de l'âge plio-quadernaire.

## **4.2. Lithostratigraphie :**

La corrélation des logs stratigraphiques établis à partir des forages aquifères dans la région, d'Ouargla permet de mettre en évidence la succession lithologique suivante :

Il y'a lieu de constater que la profondeur à laquelle se trouve les étages varie d'un forage à l'autre. Il faut signaler que l'absence du Paléozoïque dans la stratigraphie à cause d'une érosion de ce niveau dans la région étudiée.

### **4.2.1. Le Mésozoïque :**

#### **4.2.1.1. Le Barrémien :**

Les principaux constituants de cet étage sont les éléments élastiques en particulier les grès avec des passées d'argile et parfois on note l'existence d'éléments carbonates.

#### **4.2.1.2. L'Aptien :**

L'Aptien est constitué par la "barre aptienne " dans la région d'Ouargla, qui est formée de marnes dolomitiques, grises, vertes, brunes ou blanches, et des dolomies cristallines. Son épaisseur est variable, elle est comprise entre 20 et 26m. L'Aptien est considéré comme imperméable dans son ensemble.

#### **4.2.1.3. L'Albien :**

Dans la région d'Ouargla, l'Albien correspond à la série lithologique supérieure du Continental Intercalaire ; Ce sont des grès, argiles et sables. L'épaisseur de ces formations est variable (417-432 m). Les éléments détritiques (non argileux) sont largement prépondérants (70 à 90%) et sont représentés par des grès fins avec des passées de grès moyens et parfois d'intercalations de sables grossiers à limons argileux ou souvent carbonates. On note des passées d'argiles brun-rougeâtres, pélitiques et sableuses sur les puits les plus septentrionaux. Dans son ensemble, L'Albien correspond à un horizon aquifère.

#### **4.2.1.4. Le Vraconien :**

L'intercalation Albo-vraconienne caractérise un épisode dolomitique remarquable entre les grès Albiens et les argiles Cénomaniennes, Il est formé de :

- Dolomies et quelques fois de calcaires dolomitiques parfois argileux contenant de rares débris de mollusques, les épaisseurs y sont inférieures à 100 m, mais supérieures à 50 m sur Haoud-Berkaoui, sauf quelques exceptions locales en particulier dans deux puits d'Tiaoud-Berkaoui OKJ 60 : 40m et à OKJ 20 : 36m ;
- Argiles et marnes dolomitiques et des éléments détritiques.

**4.2.1.5. Le Cénomaniens :**

Le Cénomaniens est formé de deux séries :

- Une série inférieure, constituée par des argiles dolomitiques et des marnes grises, avec parfois des argiles brun-rougeâtres ou gris-verdâtre. Son épaisseur varie entre 65 et 80 m. On note aussi quelques passées de calcaires dolomitiques en particulier à la partie médiane de la série ;
- Une série supérieure est formée d'une alternance d'argiles et de marnes dolomitiques grises, parfois d'argiles salifères, de bancs d'anhydrite, de quelques intercalations dolomitiques, et de passées de sel gemme. Son épaisseur est de l'ordre de 70 m.

**4.2.1.6. Le Turonien :**

Le Turonien se présente sous forme d'une dalle ayant une épaisseur régulière "barre turonienne". Qui peuvent atteindre 73 m. Il s'agit d'une série constituée essentiellement de calcaire : calcaire poreux blanc, parfois grisâtre, pulvérulent, quelquefois dolomitique, de calcaire beige dolomitique et de calcaire fin légèrement dolomitique.

**4.2.1.7. Le Sénonien lagunaire :**

Le Sénonien lagunaire y est particulièrement épais, son épaisseur est supérieure à 400 m. Il est formé par :

- Un Sénonien salifère d'une épaisseur moyenne de 200 m.
- Un Sénonien anhydritique qui montre une épaisseur moyenne de 300 m.
- Un Sénonien carbonate : Son épaisseur moyenne est de 150 m excepté pour le forage (581 J10) où elle atteint 100 m.

**4.2.2. Fin Secondaire -Tertiaire :****4.2.2.1. Le Sénono-Eocène :**

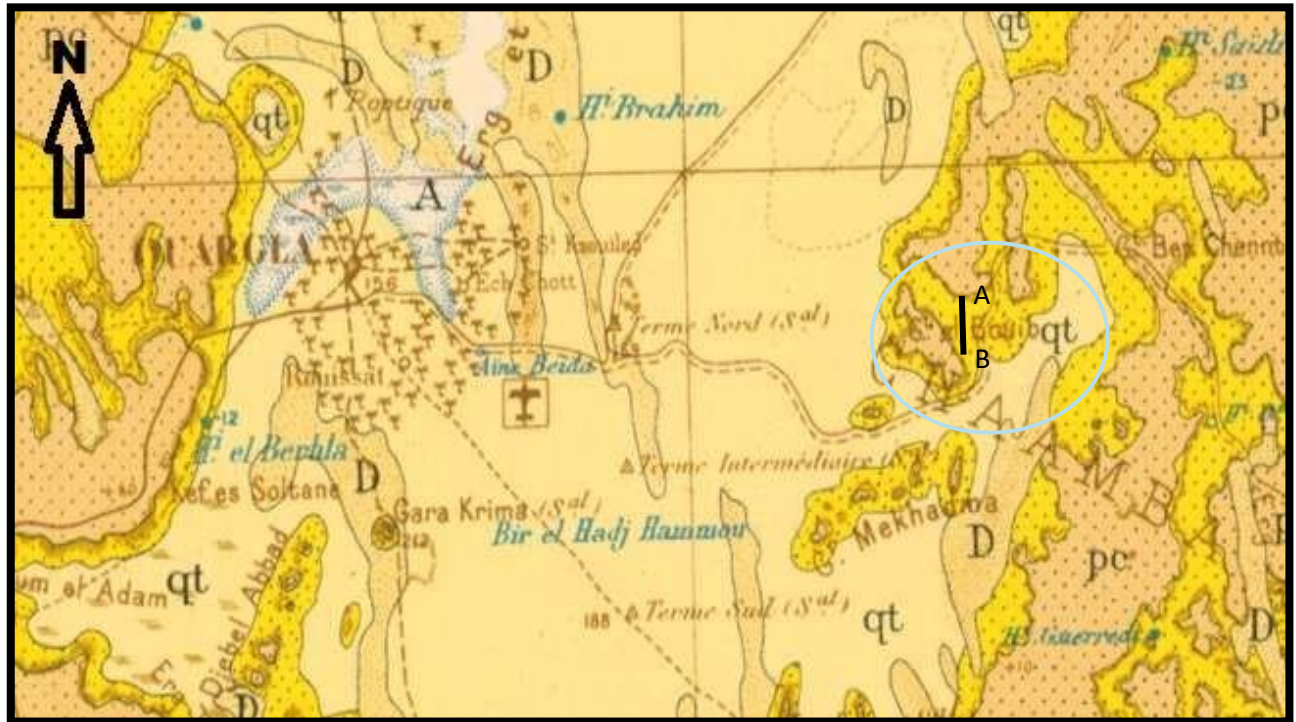
Le Sénono-Eocène est formé essentiellement de carbonates ayant une épaisseur comprise entre 150 et 200 m. Il s'agit de calcaires dolomitiques cristallins ou micro cristallins parfois vacuolaires ou crayeux ou plus carrément argileux.

**4.2.2.2. Le Mio-Pliocène :**

Le Mio-Pliocène, est un puissant ensemble de grés, sables et d'argiles, qui repose en discordance sur l'Eocène, et caractérisé par une forte hétérogénéité, aussi bien dans la direction verticale que dans les directions horizontales.

### 4.2.3. Le Quaternaire :

Le Quaternaire, constitué de sables alluviaux ou éoliens, fins à moyen, et sables gypseux et parfois argileux ou carbonaté, repose en discordance, et irrégulièrement dans la vallée, sur les séries moyennes du Complexe Terminal (Sénonien, Eocène, et Mio-Pliocène)



Echelle 1 /500.000



Figure 2: carte géologique de la région d'Ouargla D'après S.C.G.N.1952.

D'après la carte géologique réalisée par (GAUTIER & GOUSCOVE, 1952), le relief de la région d'Ouargla est constitué de roches sédimentaires, des alluvions et colluvions dérivées de ces roches

- Marnes jaunâtres, plus ou moins gréseuses, salées ou gypseuses ;
- Calcaires ocre, gréseux ou marneux ;
- Argiles sableuses rouges à ocres salées et gypseuses ;
- Grés, sables et conglomérats ;
- Calcaires lacustres ;
- Sables récents du Quaternaire.

## **5. Tectonique :**

La cuvette d'Ouargla fait partie de la dépression d'Oued M'ya. Cette dernière occupe la plus grande partie du bas-Sahara. L'épaisseur totale de la couverture sédimentaire atteint 400 m dans la partie Sud et la partie Ouest de la dépression. Dans la partie nord elle augmente, jusqu'à 6000m.

Les données sismologiques recueillies à l'occasion des recherches pétrolières montrent que la dépression est structurellement affectée par les failles hercyniennes du Hoggar à partir du Cambrien jusqu'au Sénonien inférieur, Ces failles sont orientées Sud-Est Nord-Ouest et traversent la région de Ouargla par l'Est.

La vallée de l'Oued M'ya s'inscrit dans une vaste cuvette sédimentaire occupant, dès le Secondaire, remplacement de l'actuel Sahara nord oriental.

En effet, des mouvements verticaux d'ensemble ont affecté le socle précambrien et le primaire et provoqué notamment l'effondrement progressif de sa partie centrale, suivant un axe passant sensiblement par le tronçon supérieur de la vallée de l'Oued M'ya.

Au Crétacé supérieur, la mer a envahi le Nord du Sahara dont le lent affaissement se poursuivait.

La base de la vallée est formée de dépôts marins du Primaire et le toit d'argiles marines du Cénomaniens.

Au Sénonien supérieur, Les dépôts sont constitués par des calcaires et des marnes, atteignent une épaisseur de 200 m. Cette puissante série avait été d'abord attribuée au Turonien, car on estimait à l'époque que la région de Ouargla, exhaussée à l'Oligocène post-lutécien, avait subi une érosion active faisant disparaître la couche des calcaires éocènes et que le Sénonien se réduisait à des bancs de calcaire épais de 160 à 200 m recouverts en discordance par les dépôts continentaux du Pontien.

C'est à cette même époque que le mouvement de la subsidence continue depuis le début de Secondaire marque un arrêt qui permet le comblement définitif de la cuvette. Sur les calcaires et les marnes du Sénonien supérieur ou de l'Éocène moyen, s'est déposée une formation continentale constituée principalement de sables qui se sont déposés et consolidés sous climat semi-aride chaud au Pontien ou au Paléocène inférieur. Les couches supérieures de la série tertiaire ont disparu du fossé soit par érosion fluviale ou par déflation éolienne. Le remblaiement quaternaire des sables éoliens vient reposer en discordance et irrégulièrement dans la cuvette sur les séries moyennes du continental terminal.



## **6. Paléogéographie :**

La géologie de la région se caractérise par des formations sédimentaires qui se sont accumulées dans la cuvette avec les temps, notamment le continental intercalaire qui est constitué d'une série gréseuse dont l'épaisseur atteint les 2000 m. Cette série détritique forme un important aquifère de 400 m d'épaisseur, reposant sur un substratum correspondant à la série imperméable du céno-manien anhydrique et argileux

Le crétacé moyen et supérieur se caractérise par la mise en place des marno-calcaires au céno-manien et des calcaires fissurés au turonien. Ce dernier constitue un aquifère très salé. Ces deux couches jouent un rôle fondamental dans le paysage morphologique de la région. La superposition des couches résistantes, calcaires du turonien, sur les assises tendres du céno-manien donne des formes plus rigoureuses aux extrémités du plateau. Au tertiaire, la mer se retirant définitivement a laissé des bras de mer, lagune et lacs.

Le Mio-Pliocène repose, quant à lui, en discordance sur le sénonien. Il est constitué d'une alternance d'argiles et de sables où l'on constate deux niveaux perméables séparés par une couche d'argiles. Le Quaternaire se caractérise par des affleurements d'alluvions récents et des dépôts sableux. (BUSSON XX ET J.FABRE 1976)



**Chapitre I I**  
**Matériels et méthodes**

## Chapitre II : Matériels et méthodes

Dans ce chapitre nous allons présenter la méthodologie suivie au cours de cette étude, nous avons utilisé deux types de méthodes d'étude, qui sont présentés en détail dans notre travail. La méthodologie comprend des approches sédimentologiques ainsi que des analyses chimiques et minéralogique.

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisé des prélèvements afin de contribuer à la caractérisation granulométrique, minéralogique et du paléoenvironnement de ces dépôts.

Les deux types de méthodes utilisées sont les suivantes :

**Étude de terrain** : Cette approche implique des observations et des mesures directement sur le terrain, permettant une analyse des caractéristiques des dépôts sur place, ainsi que prélèvement des échantillons

**Étude de laboratoire** : Cette approche consiste à effectuer des analyses plus détaillées sur les échantillons prélevés, en utilisant des techniques telles que la granulométrie, la microscopie, la spectrométrie, la diffractométrie, etc. Ces analyses en laboratoire fournissent des informations précises sur la composition, la structure et les propriétés des sédiments.

En combinant ces deux méthodes d'étude, nous pouvons obtenir une meilleure compréhension de l'évolution géologique et des processus environnementaux qui ont façonné la région étudiée

### **1) : L'étude in situ**

Sur le terrain, une attention particulière a été portée à la description macroscopique des niveaux stratigraphiques de la formation Plio-Quaternaire. Dans le but d'étudier en détail notre formation, un échantillonnage a été réalisé sur les différents niveaux observés afin d'établir l'évolution spatiale et verticale de notre dépôt.

### **2) L'étude de laboratoire :**

#### **1. L'essai Granulométrique**

##### **a) Définition et but**

L'analyse granulométrique représente une technique fondamentale dans l'étude des sédiments, permettant de caractériser la distribution des particules en fonction de leur taille.

Cette méthode nous offre la possibilité de déterminer la fréquence statistique des différentes tailles de particules présentes dans un échantillon, ainsi que leur répartition au

sein des fractions granulométriques.

Grâce à l'analyse granulométrique, nous sommes en mesure de comprendre les substances associées aux fractions granulométriques spécifiques présentes dans les sédiments étudiés. Cette analyse nous permet de déterminer si ces substances prédominent dans les fractions fines, moyennes ou grossières, apportant ainsi des informations précieuses sur les conditions de transport et de dépôt des particules.

Dans le cadre de notre étude, nous avons adopté une classification bien définie pour les fractions granulométriques, qui est présentée en détail dans le tableau ci-dessous.

Diamètre des éléments	Classe granulométrique	Fraction granulométrique
Au-dessus de 02 mm	Granules, graviers	Fraction grossière
De 2 mm à 0,2 mm	Sables grossiers	Fraction fine
De 0,2 mm à 40 : µm	Sables fins	
Au-dessous de 40 : µm	Limons et Argiles	

*Tableau 2: Répartition granulométrique des constituants d'un sédiment*

Cette classification nous permet de catégoriser les particules en fonction de leur taille et de mieux comprendre leur distribution et leur comportement dans les sédiments étudiés.

L'analyse granulométrique revêt une importance capitale dans notre étude, car elle nous permet d'explorer la composition et la répartition des particules dans les sédiments de la région de Ouargla. Grâce à cette méthode, nous pouvons approfondir notre compréhension des processus géologiques passés et des environnements sédimentaires qui ont façonné cette région.

Les différentes fractions granulométriques présentes dans les échantillons de sédiments de la région de Ouargla. Deux fractions en particulier ont été étudiées en détail :

**La fraction grossière**, constituée de particules dont le diamètre est supérieur à 2 mm, a été récupérée spécifiquement dans le but d'effectuer l'analyse granulométrique des granulats.

Quant à **la fraction fine**, elle englobe les particules de taille inférieure à 2 mm et a été soumise à une analyse granulométrique directe sur les sédiments bruts.

### **b) Appareillage et principe de mesure**

Historiquement, les analyses granulométriques étaient réalisées en utilisant une méthode traditionnelle de tamisage à sec. Cette approche consistait à utiliser une série de tamis avec des mailles de plus en plus fines, et les tamis étaient agités manuellement pour séparer les particules en fonction de leur taille. Cette méthode, largement employée dans les études granulométriques, permettait d'évaluer la répartition des particules dans un échantillon donné.

L'approche initiale consiste à procéder à une classification des grains constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis empilés les uns sur les autres. Ces tamis sont conçus avec des ouvertures de taille décroissante de la partie supérieure à la partie inférieure. L'échantillon à étudier est déposé sur le tamis supérieur, puis les grains sont triés en fonction de leur taille en passant à travers les ouvertures successives des tamis.

Pour les sables, nous utilisons une série de tamis comprenant des modules de 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm, 0,09 mm, 0,064 mm et 0,045 mm. En plaçant l'échantillon de sable sur le tamis supérieur et en appliquant des secousses ou des mouvements contrôlés, les grains de sable sont séparés et répartis sur les différents tamis en fonction de leur taille respective. Cette approche permet d'obtenir une analyse granulométrique précise et de déterminer la répartition des grains de sable selon leur dimension.

### **c) Analyse de courbe granulométrique**

La représentation des résultats de l'analyse granulométrique se fait à travers une courbe granulométrique.

Cette courbe illustre les pourcentages cumulés des refus ou des tamisages en fonction des ouvertures des tamis utilisés. L'échelle des ouvertures des tamis est généralement tracée sur l'axe horizontal, en utilisant une échelle logarithmique, tandis que les pourcentages

cumulés sont représentés sur l'axe vertical, à une échelle arithmétique.

Il est important de noter que la courbe est tracée de manière continue et qu'elle ne passe pas nécessairement par tous les points de données, mais elle permet de visualiser la répartition granulométrique de l'échantillon de manière globale

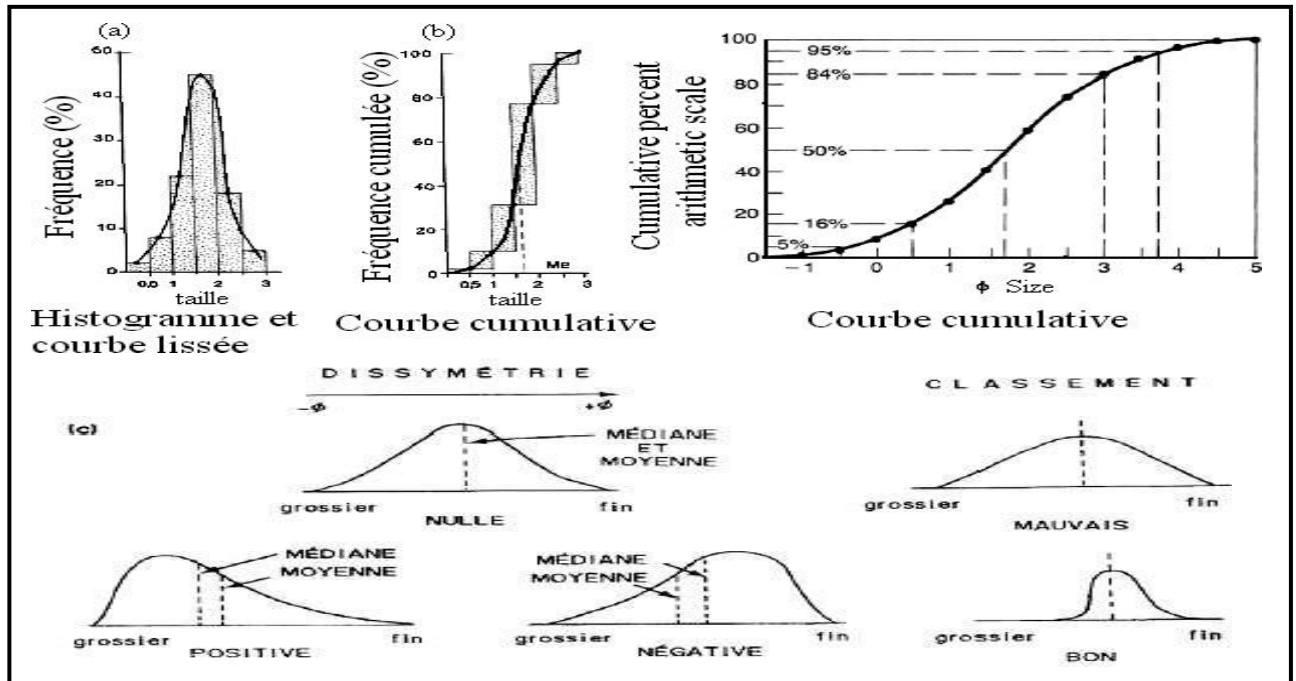


Figure 3: Différentes représentations d'une granulométrie ainsi leurs modes de distributions (MIASKOVSKY, 2002)

#### d) Les paramètres granulométriques

L'évaluation du degré de classement d'un sédiment peut être réalisée en utilisant différents paramètres. Parmi ces paramètres, nous pouvons citer **la moyenne**, qui donne une indication de la taille moyenne des grains du sédiment. L'indice de classement, également connu sous le nom de coefficient de **Trask**, permet d'évaluer la répartition des tailles de grains dans le sédiment. Le coefficient d'asymétrie, ou **skewness**, mesure la symétrie de la distribution des grains par rapport à la taille moyenne. Enfin, **le kurtosis** est un indicateur de la forme de la distribution des tailles de grains et fournit des informations sur la concentration des grains autour de la taille moyenne. L'utilisation de ces paramètres permet d'obtenir une meilleure caractérisation du degré de classement d'un sédiment et de comprendre ses propriétés granulométriques.

#### 1. La moyenne $M_z$

La moyenne revêt une importance cruciale dans l'évaluation du milieu de transport et de

la distance parcourue par les grains. Elle offre des indices pertinents quant aux processus de fragmentation, de transport et de dépôt des particules, ce qui permet d'obtenir une meilleure compréhension de l'histoire géologique et environnementale de notre zone d'étude. En analysant la taille moyenne des grains, nous sommes en mesure d'appréhender la dynamique des forces qui ont agi sur les particules, ainsi que les distances parcourues pendant le processus de transport. Cette information précieuse nous permet de reconstituer les processus géologiques passés et d'établir des liens entre les caractéristiques granulométriques et les conditions environnementales qui ont façonné la région. Ainsi, la moyenne en granulométrie se présente comme un outil indispensable dans les études géologiques et environnementales, nous permettant d'approfondir notre compréhension de l'évolution des systèmes géologiques et de mieux interpréter les archives sédimentaires, on peut obtenir la moyenne graphiquement en suivant les étapes suivantes :

- ✚ Tracer un graphique de distribution granulométrique en utilisant les classes de taille des grains sur l'axe horizontal et le pourcentage cumulé des grains sur l'axe vertical.
- ✚ Marquer les limites des classes de taille sur l'axe horizontal et les pourcentages cumulés correspondants sur l'axe vertical.
- ✚ Tracer une ligne de tendance ou une courbe lissée à travers les points représentant le pourcentage cumulé des grains.
- ✚ Identifier les valeurs correspondant aux percentiles 16, 50 et 84 de la distribution granulométrique.
- ✚ Mesurer les valeurs des classes de taille correspondant à ces percentiles sur l'axe horizontal.
- ✚ Calculer la moyenne en utilisant la formule :

$$Mz = \frac{\text{Ø16} + \text{Ø50} + \text{Ø84}}{3}$$

où Ø16, Ø50 et Ø84 sont les classes de taille correspondant respectivement aux percentiles 16, 50 et 84.

- ✚ Reporter la valeur de la moyenne sur le graphique en plaçant un marqueur à la position correspondante sur l'axe horizontal.

## 2. L'indice de classement (Sorting)

L'indice de classement, également connu sous le nom de Sorting, est une mesure utilisée en sédimentologie pour quantifier la dispersion des tailles de grains dans un échantillon de sédiment. Il est souvent utilisé pour évaluer la relation entre la taille des grains et le mode de transport et de dépôt des sédiments. Un indice de classement élevé indique une

distribution étroitement triée des grains, ce qui suggère un environnement de dépôt énergétique où les particules ont été sélectivement triées par leur taille lors du transport. En revanche, un indice de classement faible indique une distribution plus variée des tailles de grains, indiquant un environnement de dépôt moins énergétique où les particules de différentes tailles ont été déposées de manière plus aléatoire.

La relation de Trask, également connue sous le nom de courbe de Trask, est une relation empirique utilisée en sédimentologie pour estimer l'indice de classement (Sorting) d'un échantillon de sédiment en fonction de son écart-type granulométrique. La relation de Trask est donnée par l'équation suivante :

$$\log(\sigma) = \frac{\text{Sorting}(\delta I)}{5.15 - 3.25}$$

Où "Sorting" représente l'indice de classement et "sigma" représente l'écart-type granulométrique

Indic de classement	Classement
$\delta I < 2,5$	Sédiment très bien classé
$2,5 < \delta I < 3,5$	Sédiment normalement classé
$3,5 < \delta I < 4,5$	Sédiment assez bien classé
$\delta I > 4,5$	Sédiment mal classé

*Tableau 3: Classification des faciès sédimentaires en fonction de l'indice de classement (FOLK, 1966)*

### 3. Le coefficient d'asymétrie (Skewness)

Le coefficient d'asymétrie (Skewness) est un indicateur essentiel dans l'analyse granulométrique, permettant d'évaluer la symétrie de la distribution des grains. Ses valeurs négatives ou positives fournissent des informations cruciales sur le classement des grains fins ou grossiers, et elles sont étroitement liées aux processus de transport et aux caractéristiques du milieu de dépôt. Toutefois, pour une interprétation complète, il est nécessaire de prendre en compte d'autres paramètres granulométriques et géologiques, la formule alternative du coefficient d'asymétrie basée sur la moyenne :

$$\text{Skewness} = \frac{3 * (Mz - Q2)}{(Q3 - Q1)}$$



Dans cette formule, **Mz** représente la moyenne, Q1 représente le premier quartile (25e percentile) et Q3 représente le troisième quartile (75e percentile).

Skewness	Classement
$0,1 > Sk > 0,3$	Très asymétrique vers les fins
$0,3 > Sk > 0,1$	Asymétrique vers les fins
$0,1 > Sk > -0,1$	Presque symétrique
$-0,1 > Sk > -0,3$	Asymétrique vers les grossiers
$-0,3 > Sk > -1$	Très asymétrique vers les grossiers

**Tableau 4: Répartition des faciès sédimentaires en fonction de l'indice d'asymétrie (FOLK, 1966).**

#### 4. Le Kurtosis (K<sub>G</sub>) :

En granulométrie, le kurtosis est une mesure statistique qui caractérise la forme de la distribution des tailles de grains. Il permet d'évaluer l'aplatissement ou l'ampleur des queues de la distribution par rapport à une distribution normale.

Le kurtosis mesure la concentration des valeurs autour de la moyenne de la distribution et quantifie la présence de valeurs extrêmes ou de queues épaisses. Une valeur positive de kurtosis indique une distribution leptokurtique, où la distribution présente des queues plus épaisses et des valeurs extrêmes plus élevées que celles d'une distribution normale. Une valeur négative de kurtosis indique une distribution platykurtique, où la distribution présente des queues moins épaisses et des valeurs extrêmes plus faibles que celles d'une distribution normale.

En granulométrie, le kurtosis peut donner des informations sur les processus de fragmentation, de transport et de dépôt des particules. Une distribution leptokurtique peut indiquer une fragmentation intense et une concentration des particules de taille similaire, tandis qu'une distribution platykurtique peut indiquer un transport plus long et une plus grande variété de tailles de grains.

La formule du kurtosis est définie comme suit :

$$\mathbf{Kurtosis} = \left( \frac{(Q1 - \mathbf{Mean})}{(Q3 - Q1)} \right) + \left( \frac{(\mathbf{Mean} - Q3)}{(Q3 - Q1)} \right)$$

Les termes Q1, Q3 représentent en ordre le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>eme</sup> quartile.

Kurtosis	Classement
$K_G < 0.67$	Très platykurtique
$0.67 < K_G < 0.90$	Platykurtique
$0.90 < K_G < 1.11$	Mésokurtique
$1.11 < K_G < 1.50$	Leptokurtique
$K_G > 1.50$	très leptokurtique

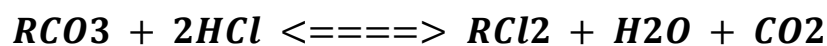
*Tableau 5: Répartition des faciès sédimentaires en fonction de l'indice Kurtosis (FOLK, 1966)*

## 2. Analyse chimique

### Le Calcimètre

Le Calcimètre est un instrument utilisé pour mesurer la quantité de carbonates ( $RCO_3$ ) présents dans les sédiments. Il repose sur la mesure du volume de dioxyde de carbone libéré lors de la réaction entre l'échantillon de sédiment et l'acide chlorhydrique (HCl) dans des conditions normales d'expérience (température  $\sim 20^\circ C$  et pression  $\sim 760$  mmHg).

Lors de la réaction, le dioxyde de carbone produit exerce une pression sur le liquide contenu dans la burette graduée, ce qui entraîne une variation de volume, passant du volume initial  $V_1$  au volume final  $V_2$ . L'équation chimique de la réaction qui se produit à l'intérieur de la burette est la suivante :



Où :

$$CaCO_3\% = [(\Delta v CO_2 (ml)) / M (g)]$$

$\Delta v$  : différence de volume ( $V_2 - V_1$ )

$M$  : masse de l'échantillon en grammes

En mesurant cette différence de volume et en connaissant la pression et la température, on peut déterminer la quantité de carbonates présents dans l'échantillon de sédiment. Cette méthode permet d'obtenir une estimation précise de la teneur en carbonates, ce qui est important pour comprendre la composition chimique et les caractéristiques des sédiments.

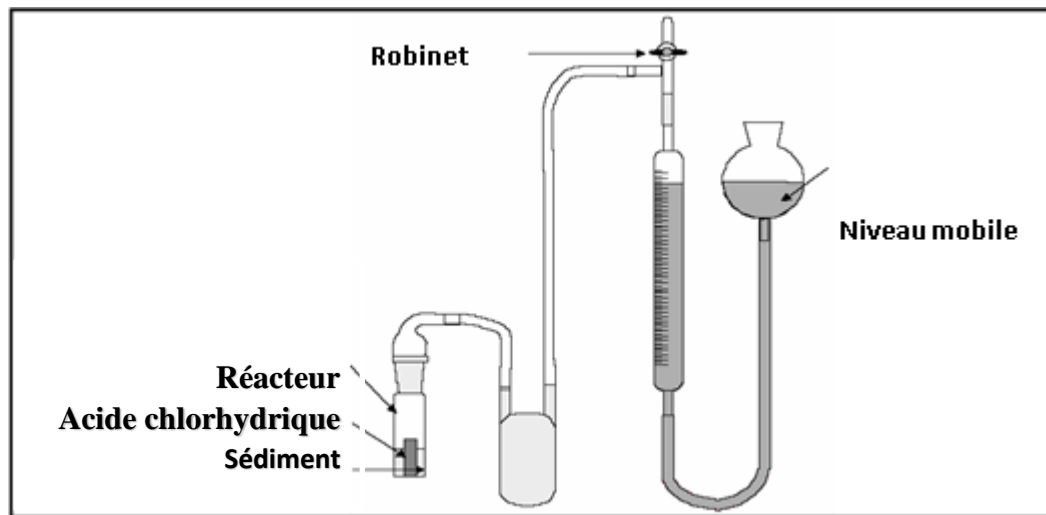


Figure 4: Schéma montrant le Calcimètre de Bernard

### 3. Analyse minéralogique

#### Diffractométrie des rayons X

La Diffraction des rayons X (DRX) permet de contrôler de manière qualitative la composition élémentaire et la structure cristalline du matériau. Elle est souvent utilisée pour le contrôle de la qualité de la composition des ciments, des céramiques, des poudres cristallines (verre, pigment, argile, métaux, carbonates, sels, substance organique cristallisée...). La Diffraction des rayons X ne peut être mise en œuvre que sur les matières cristallisées.

La diffractométrie par rayon X est une méthode d'analyse d'éléments dont le nombre atomique varie de  $Z = 11$  (on ne peut pas analyser les éléments légers comme B, C, H, O car les valeurs des longueurs d'ondes  $\lambda$  de ces éléments sont très grandes [Eberhart, 1989]) jusqu'à  $Z = 92$  dans la gamme de concentration 3 ppm à 100 % ( $10^6$  ppm). Elle étudie les processus de diffusion, d'absorption et d'émission des rayons X.

En effet, lorsqu'un échantillon est bombardé par des rayons X, ce rayonnement provoque l'émission de son spectre. Ce spectre est appelé diffraction par rayon X (DRX) car le mode d'excitation concerne les photons. Le spectre est formé de raies caractéristiques des

différents éléments présents dans l'échantillon.

### Le Principe de l'analyse

Pour effectuer une analyse de DRX, on procède de la manière suivante :

Les échantillons solides finement broyés, sont montés sur des portes échantillons adéquats. Puis soumis à un faisceau des rayons X pour être diffractés par les plans réticulaires des phases cristallines présentes. En effet il existe une relation entre l'angle du faisceau diffracté et la distance réticulaire séparant les plans d'atomes au sein d'un réseau cristallin ; Celle-ci est régie par la loi de Bragg  $n \lambda = 2d \sin \theta$  (où  $\lambda$  =longueur d'onde en angströms,  $d$ = distance réticulaire en angströms et  $\theta$  = angle de diffraction ou de réflexion en degrés

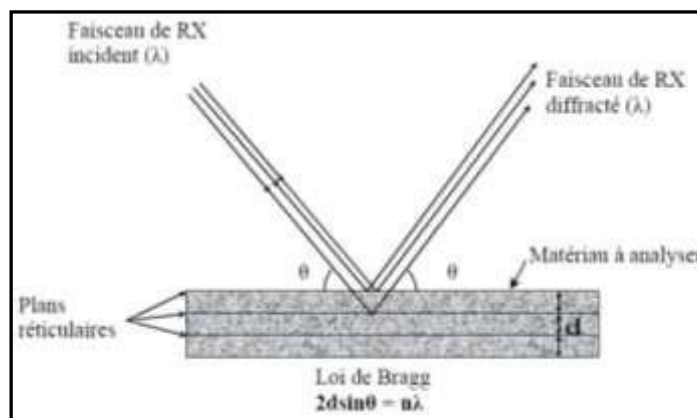


Figure 5: Principe de la diffraction et illustration de la Loi de Bragg (ESLINGER&PEAVER, 1988).

#### 4. Analyse morphoscopique

Les travaux du géologue anglais Sorby en 1880 ont marqué le début de la compréhension des grains de sable. L. Cayeux a ensuite contribué au développement de la pétrographie sédimentaire et, en 1929, il a proposé une classification des grains de sable en fonction de leur milieu de dépôt, basée sur le triage, la forme et les aspects de surface des particules.

Les sables marins présentent généralement une forme anguleuse, avec ou sans grains de forme arrondie prédominante. Les sables fluviatiles regroupent des grains de taille extrêmement variable, y compris des éléments de poussière. Les sables glaciaires sont caractérisés par des éléments anguleux et broyés. Quant aux sables éoliens, ils sont constitués d'un mélange hétérogène de deux types fondamentalement différents : l'un avec des grains très arrondis et polis, l'autre avec des éléments de forme anguleuse et une surface entièrement polie. Il a également été noté qu'il existe probablement une différence entre les sables de plage et les sables des dépôts littoraux, une confirmation apportée en 1971 grâce à l'utilisation du microscope électronique à balayage.

Les travaux d'A. Caillaux dans sa thèse en 1942 ont donné naissance à la morphoscopie, qui consiste en la détermination statistique des différents types de grains de quartz dans les dépôts sableux. Les principaux types de grains de quartz correspondent à des environnements différents. Les grains non usés (NU) sont des quartz aux contours anguleux, caractéristiques des arènes de désagrégation, des dépôts de glaciers, de rivières, de cavités, de petites plages et de petites dunes. Les grains émoussés-luisants (EL) sont des quartz aux contours émoussés ou arrondis qui ont subi une usure aquatique lors d'un long transport fluvial ou d'un brassage mécanique dans une plage à haute énergie. Les grains ronds-mats (RM) sont des quartz aux contours émoussés ou arrondis, avec une surface dépolie et de minuscules traces de choc, résultant d'une longue usure par chocs dans l'air sous l'effet du vent.

Pour l'observation, les grains sont préalablement lavés à l'eau ou éventuellement à l'acide chlorhydrique, puis séchés. Ils sont ensuite observés à la loupe binoculaire, isolés à sec, et sur fond noir.



**Chapitre III**  
**Résultats et discussions**

## Chapitre III : Résultats et discussions

### Introduction

Afin de mieux comprendre l'évolution sédimentologique des dépôts de la zone d'étude, il était crucial d'agréger et d'analyser un volume conséquent de données. Pour exploiter pleinement ces données acquises, nous avons utilisé des méthodes d'analyse visuelle qui nous ont permis de mettre en évidence les caractéristiques clés du sédiment.

Ces approches nous ont permis d'interpréter les données de manière rigoureuse et de révéler des informations significatives sur les propriétés et l'évolution des dépôts sédimentaires a Zouaouid (ZO), Rebbouh (RB) et Hassi Essayeh (HS).

Voici la description lithologique des trois coupes :

1	1.3 m	Sable beige moyennement grossie terminé par de niveau de sable a gravie
2	15cm	Argile rouge
3	60 cm	Sable verdâtre à jaunâtre.
4	3 m	Sable rose intercalée par des niveaux gravie petite taille
5	20cm	Argile rougeâtre
6	30cm	Sable argileux rougeâtre
7	20cm	Argile rouge
8	1m	Sable verdâtre
9	2 m	Sable gypseux verdâtre à jaunâtre.
10	20cm	Argile rouge
11	1.5m	Sable jaunâtre intercalée par des niveaux gravie petite taille

*Tableau 6: Description de la coupe de Zouaouid (ZO)*

1	50 cm	Sable jeune linier
2	100 cm	Argile jeune
3	100 cm	Sable rouge a niveau gravier
4	80 cm	Sable grossie argileux a gravier
5	100 cm	Sable rouge
6	15 cm	Gravier
7	50 cm	Sable rouge
8	150 cm	Sable jeune
9	150 cm	Calcaire a gastéropode et bivalve
10	30 cm	Argile jeune

*Tableau 7: Description de la coupe de Rebbouh (RB)*

1	120 cm	Sable passage de gravier petite taille rouge et stratification entrecroise
2	30 cm	Argile rouge
3	100 cm	Sable jeune fine
4	100 cm	Sable a gravier et stratification entrecroise
5	70 cm	Sable jeune moyenne
6	300 cm	Sable grossier et stratification oblique
7	250 cm	Sable a passage argile Sableuse
8	20 cm	Argile jeune

Tableau 8: Description de la coupe de Hassi Essayeh (HS)

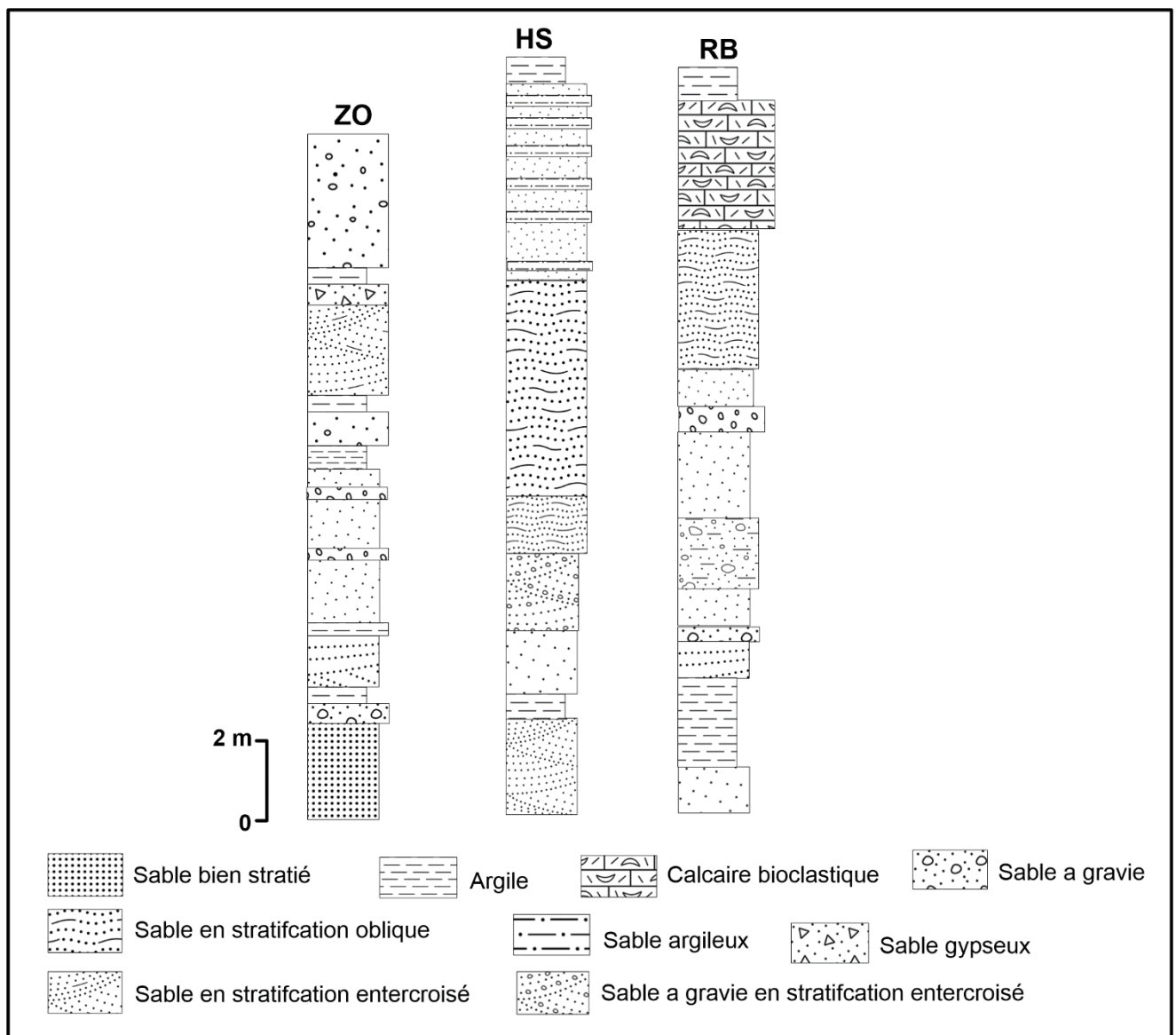


Figure 6 : Les coupes lithologiques des trois stations ZO, RB et HS de la région de Ouargla



## 1) Les paramètres granulométriques

### 1. La station ZO (Zouaouid)

#### 1. La moyenne

Les résultats obtenus révèlent une variation significative des valeurs de la moyenne granulométrique, se situant généralement entre -0,83 et 3,63. Cette variation met en évidence la présence de niveaux qui contiennent une proportion élevée d'éléments grossiers tels que les échantillons Z1, Z3, Z4, Z7, Z8 et Z10. Ces niveaux présentent des valeurs de moyenne supérieures à la moyenne générale. En revanche, les autres échantillons (Z5 et Z11) exhibent des valeurs de moyenne plus proches de la moyenne globale, ce qui indique une taille moyenne des particules. Ces observations confirment la nature sableuse de ces échantillons (voir tableau 09).

#### 2. Coefficient de classement (Sorting) ( $\delta I$ )

L'indice de Sorting, également appelé indice de classement, donne une estimation de la dispersion des tailles de particules par rapport à la moyenne de l'échantillon. Dans notre étude, les valeurs de  $\delta I$  se répartissent sur deux ensembles bien distincts : d'une part, les sédiments modérément classés (Z1, Z3, Z7, Z8 et Z10), et d'autre part, les sédiments modérément bien classés (Z4, Z5 et Z11). Cela indique une différence dans la distribution des tailles de particules entre ces deux ensembles de sédiments.

#### 3. Coefficient d'asymétrie (Skewness)

Aux niveaux supérieur et médian de la coupe, les sédiments se caractérisent par une asymétrie positive marquée. Cela signifie qu'il y a une prédominance de particules plus grosses dans ces zones. En revanche, à la base de la coupe, on observe principalement une asymétrie négative prononcée, témoignant d'un enrichissement en fraction grossière. Les résultats obtenus sont les suivants :

- Pour les valeurs de l'indice de skewness ( $S_{ki}$ ) comprises entre -1,00 et -0,30, on observe une asymétrie très marquée en faveur des particules grossières dans les échantillons Z1, Z4, Z7, Z8 et Z10.

- Pour les valeurs de  $S_{ki}$  comprises entre -0,30 et -0,10, on observe une asymétrie en faveur des particules grossières dans l'échantillon Z3.

- Pour les valeurs de Ski comprises entre +0,1 et +0,3, on observe une asymétrie en faveur des particules fines dans les échantillons Z5 et Z11.

#### **4. Le Kurtosis (KG)**

Les valeurs de l'indice de kurtosis (KG) pour l'ensemble des échantillons indiquent généralement une distribution platykurtique, ce qui signifie que la courbe de distribution est relativement aplatie par rapport à une distribution normale. Cependant, à la base de la coupe, on observe une valeur très platykurtique pour l'échantillon Z1 ( $KG = 0,664$ ). Cela suggère un mode de transport à puissance constante, où les particules sont transportées avec une énergie relativement constante, ce qui entraîne une distribution plus aplatie et moins prononcée en termes de variations de taille des particules

**Tableau 9: Les différentes paramètres granulométriques de station Zouaouid (ZO)**

Ech	M <sub>z</sub>	Observation	δ <sub>I</sub>	Observation	Ski	Observation	K <sub>G</sub> (μm)	Observation
<b>Z1</b>	600.7	Sable grossie	1.68	Modérément classé	0.434	Très asymétrique vers les grossiers	0.664	Très platykurtique
<b>Z2</b>	<b>Formation argileuse</b>							
<b>Z3</b>	534.9	Sable grossie	1.80	Modérément classé	-0.197	Asymétrique vers les grossiers	0.803	platykurtique
<b>Z4</b>	648.8	Sable grossie	1.57	Modérément bien classé	-0.484	Très asymétrique vers les grossiers	0.736	platykurtique
<b>Z5</b>	440.6	Sable moyen	1.57	Modérément bien classé	0.264	Asymétrique vers les fins	0.891	platykurtique
<b>Z6</b>	<b>Formation argileuse</b>							
<b>Z7</b>	632	Sable grossie	1.71	Modérément classé	-0.655	Très asymétrique vers les grossiers	0.781	platykurtique
<b>Z8</b>	706.6	Sable grossie	1.642	Modérément classé	-1	Très asymétrique vers les grossiers	0.889	platykurtique
<b>Z9</b>	<b>Formation argileuse</b>							
<b>Z10</b>	590.1	Sable grossie	1.71	Modérément classé	-0.395	Très asymétrique vers les grossiers	0.727	platykurtique
<b>Z11</b>	453.2	Sable moyen	1.57	Modérément bien classé	0.210	Asymétrique vers les fins	0.802	platykurtique

---

## **2. La station RB (Rebbouh)**

### **1. La moyenne**

Les résultats obtenus révèlent des variations significatives des valeurs de la moyenne granulométrique, qui se situent généralement entre 440,6 et 706,6. Ces variations mettent en évidence la présence de niveaux contenant une proportion élevée d'éléments grossiers, tels que les échantillons R3, R4, R5, R6 et R7. Ces niveaux se distinguent par des valeurs de moyenne supérieures à la moyenne globale. En revanche, l'échantillon R1 présente une valeur de moyenne plus proche de la moyenne générale, indiquant une taille moyenne des particules. De même, l'échantillon R8 présente une valeur de moyenne plus petite, indiquant une taille fine des particules. Ces observations confirment la nature sableuse de ces échantillons (voir Figure xx et Tableau xx)

### **2. Coefficient de classement (Sorting) ( $\delta I$ )**

Dans le cadre d'étude de station RB, les valeurs de  $\delta I$  se répartissent en deux ensembles distincts : d'une part, les sédiments modérément bien triés (R1, R3, R4, R5, R6 et R8), et d'autre part, un seul échantillon (R7) correspondant à des sédiments modérément triés. Ces résultats témoignent d'une différence dans la distribution des tailles de particules entre ces deux ensembles sédimentaires.

### **3. Coefficient d'asymétrie (Skewness)**

Dans la coupe étudiée, nous observons une symétrie des sédiments au sommet et à la base de la coupe. Cependant, les autres niveaux de la coupe présentent une asymétrie marquée en direction des particules grossières, ce qui indique un enrichissement en fraction grossière (voir Figure 32 et Tableau 24).

Plus précisément, les échantillons R3, R4, R5, R6 et R7 affichent des valeurs de  $S_{ki}$  comprises entre -1,00 et -0,30, ce qui témoigne d'une asymétrie très prononcée en direction des particules grossières.

En revanche, les échantillons R1 et R8 présentent des valeurs de  $S_{ki}$  comprises entre -0,10 et 0,10, indiquant une quasi-symétrie.

---

Ces observations nous permettent de caractériser la distribution granulométrique des sédiments dans la coupe et de mettre en évidence les variations d'asymétrie en fonction de la localisation des échantillons.

#### **4. Le Kurtosis ( $K_G$ )**

Les valeurs de l'indice de kurtosis ( $K_G$ ) indiquent la forme de la distribution granulométrique des échantillons. Les échantillons R4 et R5 présentent une distribution relativement aplatie (platykurtique), tandis que l'échantillon R3 présente une distribution plus proche de la normale (mésokurtique). Les échantillons R1, R7 et R8 ont une distribution plus étroite et pointue (leptokurtique), tandis que l'échantillon R6 présente une distribution très étroite et pointue (très leptokurtique). Ces variations dans la forme de la distribution peuvent être liées à des processus de transport et de dépôt différents.

*Tableau 10: Les différentes paramètres granulométriques de station Rebbouh (RB)*

Ech	M <sub>z</sub>	Observation	δ <sub>I</sub>	Observation	Ski	Observation	K <sub>G</sub>	Observation
<b>R1</b>	352.9	Sable moyen	1.510	Modérément bien classé	0.012	Presque symétrique	1.445	Leptokurtique
<b>R2</b>	<b>Formation argileuse</b>							
<b>R3</b>	723.4	Sable grossie	1.524	Modérément bien classé	-0.767	Très asymétrique vers les grossiers	0.967	Mesokurtique
<b>R4</b>	727.4	Sable grossie	1.426	Modérément bien classé	-0.397	Très asymétrique vers les grossiers	0.853	platykurtique
<b>R5</b>	717.2	Sable grossie	1.477	Modérément bien classé	-0.604	Très asymétrique vers les grossiers	0.862	platykurtique
<b>R6</b>	841.1	Sable grossie	1.393	Modérément bien classé	-1	Très asymétrique vers les grossiers	2.222	Très leptokurtique
<b>R7</b>	734.5	Sable grossie	1.639	Modérément classé	-1	Très asymétrique vers les grossiers	1.320	Leptokurtique
<b>R8</b>	178	Sable fin	1.396	Modérément bien classé	0.091	Presque symétrique	0.204	Leptokurtique
<b>R9</b>	<b>Calcaire bioclastique</b>							
<b>R10</b>	<b>Formation argileuse</b>							

### 3. Station Hassi Essayeh

#### 1. La moyenne

Les résultats obtenus révèlent des variations significatives des valeurs de la moyenne granulométrique, qui s'étendent de 406,6 à 806,9. Ces variations indiquent la présence de niveaux avec une proportion élevée d'éléments grossiers, notamment les échantillons H1, H3 et H4, qui ont des valeurs de moyenne supérieures à la moyenne globale. Les échantillons H2, H5 et H6 présentent des valeurs de moyenne similaires à la moyenne globale, ce qui suggère une taille moyenne des particules. En revanche, l'échantillon H7 a une valeur de moyenne plus petite, ce qui indique une taille plus fine des particules. Ces observations confirment la nature sableuse de ces échantillons, comme le montre la Figure xx et le Tableau xx.

#### 2. Coefficient de classement (Sorting) ( $\delta I$ )

Dans le cadre de l'étude de la station HS, les valeurs de  $\delta I$  se répartissent en deux ensembles distincts. D'une part, nous avons les sédiments modérément bien triés, représentés par les échantillons H2, H4 et H7. Ces échantillons montrent une plus grande uniformité dans la distribution des tailles de particules. D'autre part, nous avons les échantillons H1, H3, H5 et H6, qui correspondent à des sédiments modérément triés. Ces échantillons présentent une plus grande variation dans la distribution des tailles de particules. Ces résultats indiquent une différence notable dans la répartition granulométrique entre ces deux ensembles sédimentaires au sein de la même coupe.

#### 3. Coefficient d'asymétrie (Skewness)

Les observations des échantillons de la coupe, révèlent des variations significatives de l'asymétrie des tailles de particules. Les échantillons de la base et le sommet (H1, H2 et H6, H7) présentent une asymétrie vers les particules fines, indiquant une prédominance de particules plus petites.

Au niveau de la transition entre la base et le sommet de la coupe, on observe un changement dans la direction de l'asymétrie. Les échantillons (H3 et H5) montrent une asymétrie vers les particules grossières et particulièrement H4 (Très asymétrique vers les grossiers), suggérant une plus grande proportion de particules plus grandes. Ce changement peut indiquer un changement dans les processus de transport et de dépôt des sédiments dans cette zone.

#### **4. Le Kurtosis ( $K_G$ )**

L'analyse des valeurs de l'indice de kurtosis ( $K_G$ ) dans les échantillons de la coupe nous donne des informations importantes sur la forme de leur distribution granulométrique, nous avons observé différentes distributions granulométriques :

- Les échantillons H1 et H3 présentent un kurtosis inférieur à 0.67, ce qui indique une distribution très platykurtique. Cela signifie que ces échantillons ont une distribution granulométrique très étendue et que les tailles de particules sont relativement dispersées.
- L'échantillon H5 montre un kurtosis compris entre 0.67 et 0.90, ce qui correspond à une distribution platykurtique. Cela suggère que les tailles de particules dans cet échantillon sont relativement uniformes, avec une dispersion modérée par rapport à la moyenne.
- Les échantillons H4 et H7 ont un kurtosis compris entre 0.90 et 1.11, ce qui indique une distribution mésokurtique. Cela signifie que les tailles de particules sont assez concentrées autour de la moyenne de l'échantillon, avec une dispersion modérée
- Enfin, les échantillons H2 et H6 présentent un kurtosis supérieur à 1.11, ce qui correspond à une distribution leptokurtique. Cela suggère que ces échantillons ont une concentration élevée de tailles de particules autour de la moyenne, avec une dispersion relativement faible.



*Tableau 11: Les différentes paramètres granulométriques de station Hassi Essayeh (HS)*

Ech	M <sub>z</sub>	Observation	δ <sub>I</sub>	Observation	Ski	Observation	K <sub>G</sub>	Observation
H1	517.9	Sable grossie	1.666	Modérément classé	0.179	Asymétrique vers les fins	0.632	Très platykurtique
H2	<b>Formation argileuse</b>							
H3	408.6	Sable moyen	1.584	Modérément bien classé	0.227	Asymétrique vers les fins	1.332	Leptokurtique
H4	584.5	Sable grossie	1.637	Modérément classé	-0.24	Asymétrique vers les grossiers	0.581	Très platykurtique
H5	806.9	Sable grossie	1.411	Modérément bien classé	-1	Très asymétrique vers les grossiers	1.082	Mesokurtique
H6	496.5	Sable moyen	1.815	Modérément classé	-0.13	Asymétrique vers les grossiers	0.819	platykurtique
H7	406.6	Sable moyen	1.735	Modérément classé	0.147	Asymétrique vers les fins	1.355	Leptokurtique
H8	217.8	Sable fin	1.538	Modérément bien classé	0.262	Asymétrique vers les fins	0.909	Mesokurtique
H9	<b>Formation argileuse</b>							

---

## 2) Analyse Morphoscopique

Suite à l'analyse des échantillons à l'aide d'une loupe binoculaire, en comptant et en effectuant des déterminations morphoscopiques sur 100 grains de chaque échantillon, plusieurs observations ont été faites dans la coupe. Les résultats montrent la présence des types suivants de grains de quartz dans tous les échantillons :

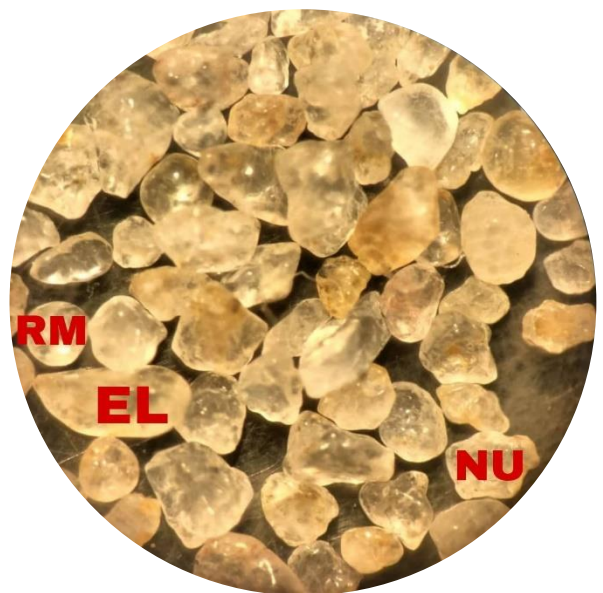
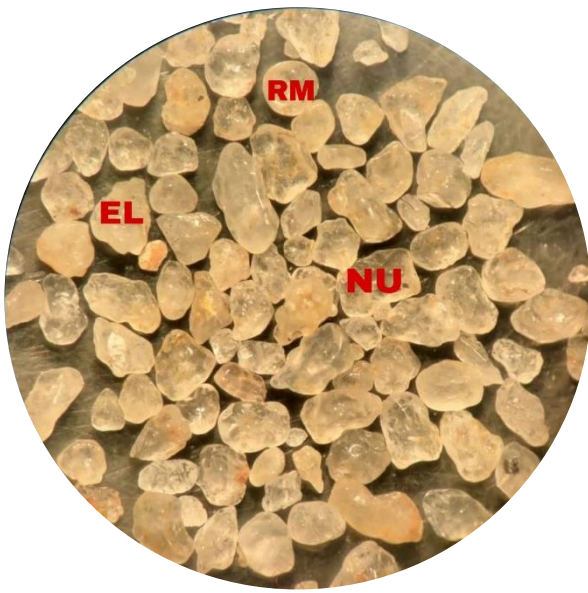
- Les non-usés (NU) : Il s'agit de grains de quartz ayant des contours anguleux. Ils représentent environ 5% de l'échantillon.
- Les émoussés-luisants (EL) : Ces grains de quartz ont des contours arrondis et une surface lisse et brillante. Ils constituent environ 40% de l'échantillon.
- Les ronds-mats (RM) : Ces grains de quartz ont des contours arrondis et une surface mate. Ils représentent environ 55% de l'échantillon.

### Interprétation morphoscopique

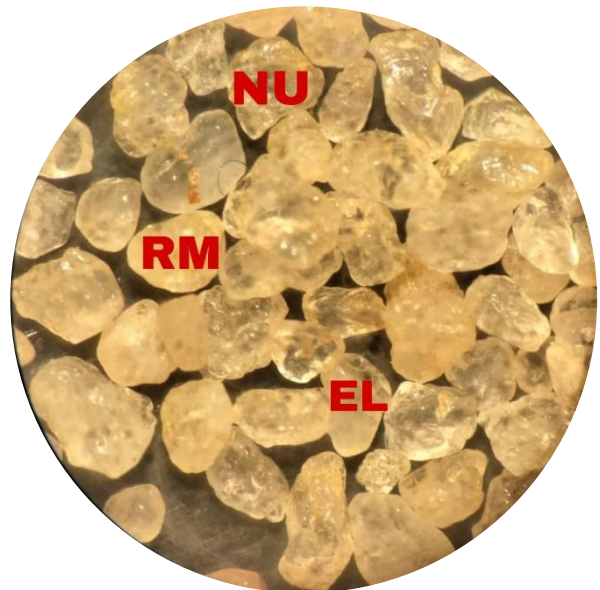
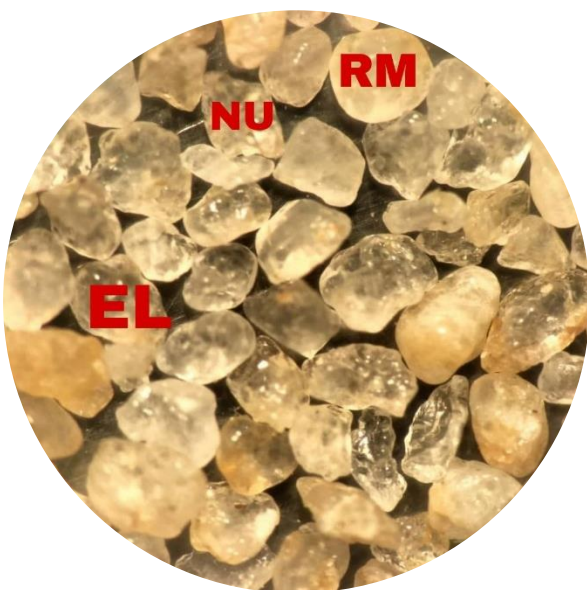
L'analyse morphoscopique des échantillons des coupes a révélé trois types principaux de grains : les non-usés (NU) ce qui indique qu'ils proviennent probablement d'une source proche et ont été transportés par la gravité, le vent ou des courants faibles.

Les émoussés-luisants (EL) suggère qu'ils ont été soumis à une certaine abrasion et à un transport plus prolongé. Ils ont probablement été transportés par des processus énergétiques aquatique (fluvial), les ronds-mats (RM), Ils ont probablement été transportés par des processus de transport plus violents, tels que des courants forts, des glaciers ou des processus éoliens intenses.

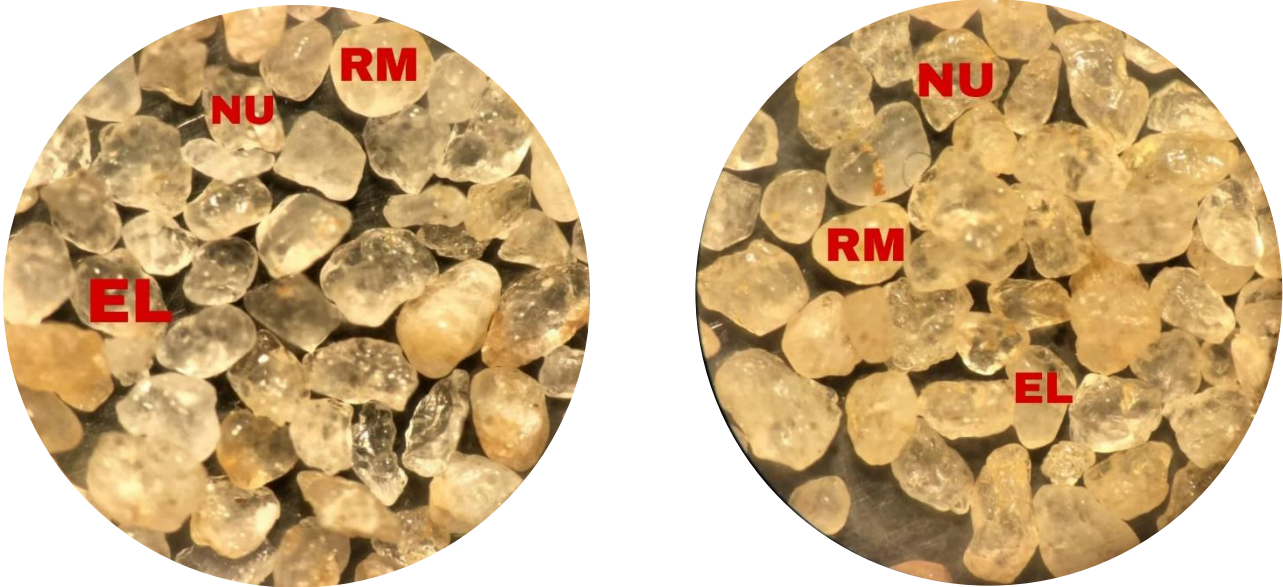
Les résultats morphoscopiques montre que la dominance des grains RM (55 %) et EL (45 %) au niveau tous les échantillons c'est-à-dire l'influence du transport par le vent est dominante (régime éolien) avec le transport aquatique (fluviale) d'un long transport fluvial de haute moyenne énergie. Ce résultat suggère d'un environnement Fluvio-désartique pendant le Plio-Quaternaire de cette région.



*Figure 7: Observation microscopique de deux échantillons de station Zouaouid (ZO)*



*Figure 8: Observation microscopique de deux échantillons de station Rebbouh (RB)*



*Figure 9: Observation microscopique de deux échantillons de station Hassi Essayeh (HS)*

### 3) Analyse du Calcimètre

Les résultats obtenus à partir du calcimètre pour les échantillons de sable ont montré des valeurs négatives, ce qui indique l'absence de  $\text{CaCO}_3$  à l'exception des formations argileuses où une faible pourcentage de  $\text{CaCO}_3$ . De plus, les sédiments de calcaire ont également montré des valeurs  $>50\%$

### 4) Résultats de diffractométrie des rayons X

Les résultats de l'analyse par diffraction des rayons X (DRX) des échantillons d'argile prélevés aux trois stations sont présentés dans le tableau N°12 obtenu du Laboratoire de géologie de Sahara à université Kasdi Merbah Ouargla 2023.

Cortège minéralogique	Minéraux	Pourcentage		
		HS	ZO	RB
Non argileux	Quartz	16 %	20 %	19 %
	Calcite	01.00%	02.00%	02.00%
	Min-Fer ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	06.00%	09.00%	06.00%
Argileux	Lllite	35 %	37 %	40 %

	Kaolinite	22 %	16 %	19 %
	(Probablement) Montmorillonite	20%	16%	14%

*Tableau 12: Résultats de l'analyse par diffraction des rayons X (Centre des recherches Université Kasdi Merbah Ouargla 2023)*

Nous observons la présence de minéraux argileux tels que l'illite, la kaolinite et la montmorillonite, avec des variations plus ou moins importantes. En plus de ces minéraux argileux, nous constatons également la présence de minéraux non argileux tels que le quartz, la calcite et les minéraux de fer ( $Fe_2O_3$ ).

La diffraction aux rayons X nous permet d'identifier et de quantifier les minéraux présents dans les échantillons d'argile. Dans notre étude, nous avons constaté que l'illite, la kaolinite et probablement la montmorillonite étaient présents en pourcentages significatifs. Ces minéraux argileux sont couramment trouvés dans les dépôts sédimentaires et sont importants pour comprendre les propriétés et les processus géologiques des formations argileuses.

En outre, nous avons observé la présence importante de quartz, qui est un minéral non argileux.

---

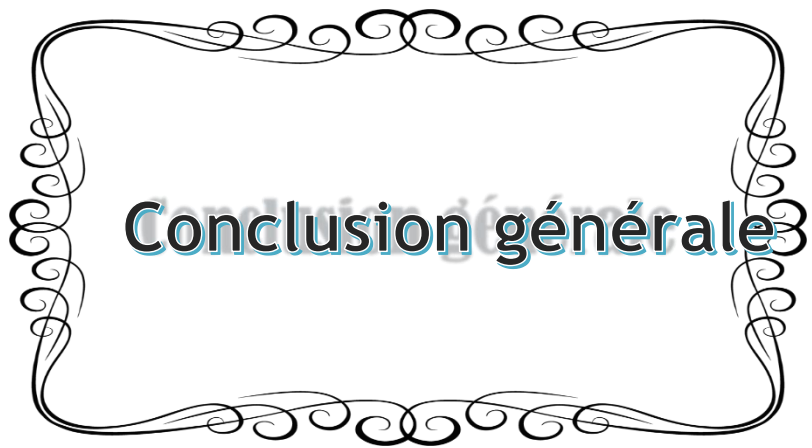
## Conclusion :

Les résultats de l'étude sédimentologique et paléo-environnementale des formations Plio-Quaternaires de la région de Ouargla permettent de tirer les conclusions suivantes :

Les caractéristiques granulométriques varient significativement, avec la présence de niveaux contenant une proportion élevée d'éléments grossiers et modérément classés dans la plupart des échantillons dans les trois coupes, et d'autres échantillons avec une taille moyenne et modérément bien classés, Une asymétrie marquée en faveur des particules grossières est observée dans la plupart des échantillons, tandis que certains échantillons présentent une asymétrie en faveur des particules fines. La distribution granulométrique est généralement platykurtique.

Les analyses au calcimètre révèlent une teneur en calcium moyenne de 8.2% pour la plupart des échantillons, tandis que les autres échantillons présentent une teneur en carbonate plus faible. Les analyses DRX montrent que les minéraux dominants dans la plupart des échantillons sont l'illite, Kaolinite et Montmorillonite, tandis que les échantillons.

Les résultats morphoscopiques indiquent une prédominance de particules RM et EL dans la plupart des échantillons indiquant un transport éolien (aquatique et vente) suggèrent d'environnement fluvio/désartique.

A decorative rectangular frame with intricate, symmetrical scrollwork and floral patterns. The frame is centered on the page and contains the text "Conclusion générale" in a bold, black, sans-serif font. The text is slightly shadowed, giving it a three-dimensional appearance as if it is floating within the frame.

**Conclusion générale**

## Conclusion générale

La caractérisation granulométrique des formations Plio-Quaternaire de la région d'Ouargla, combinée à une étude sédimentologique et paléo-environnementale, permet de mieux comprendre les conditions de transport des particules et les processus de dépôt dans cette région.

L'abaissement des niveaux d'eau fluviale à la fin du Miocène, après la régression de la mer, a donné lieu à la formation de ces dépôts dans la région. Au cours du Quaternaire, la vallée a subi une forte altération, ce qui a contribué à la formation de sa configuration actuelle.

Les matériaux transportés par les rivières se déposent dans les lacs selon une zonation dépendant de l'hydrodynamisme. Les sables, en raison de leur taille plus importante, se déposent préférentiellement dans les zones périphériques du lac. De plus, lorsque la vitesse du vent diminue, il dépose également sa charge de particules transportées.

La présence d'obstacles sur le chemin des courants peut entraîner une sédimentation dans les zones protégées qu'ils délimitent. Ces obstacles peuvent être des formations géologiques, des débris végétaux ou d'autres caractéristiques topographiques qui influencent la distribution des particules sédimentaires.

Pendant les périodes sèches, une partie ou la totalité de l'eau du lac s'évapore, laissant derrière elle des particules détritiques ainsi que des ions dissous. Ces ions peuvent se précipiter sous forme de sels et de carbonates, contribuant à la formation de dépôts chimiques dans les sédiments lacustres.

L'analyse sédimentologique des échantillons prélevés dans les formations Plio-Quaternaire de la région d'Ouargla et du contexte paléo-environnemental, permet de reconstituer les conditions de transport des particules, les processus de dépôt et les changements environnementaux qui ont affecté cette région au fil du temps. A la lumière de toutes des données susmentionnées, nous proposons une un environnement de fluvio- désertique.





**Références  
bibliographiques**

**Références bibliographiques**

BENHAMIDA, S., (2008) : Contribution à la caractérisation biométrique et anatomique de la végétation halophile dans les dépressions salées de la cuvette de Ouargla (cas du chott Ain El-Beida et de la sebkha de Bamendil).

**BEL F. & CUCHE D. (1969)** : Mise au point des connaissances sur la nappe du Complexe Terminal, ERESS, Ouargla, Algérie. Mésozoïque saharien. Thèse Paris.

DUBIEF, A., (1953) : document scientifique retrait de ANRH sur hydrogéologie du Ouargla.

**BUSSON G. (1972)** : Principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du

**CAILLEUX A. (1961)** : Application à la géographie des méthodes d'étude des sables et des galets. *Universidade do Brasil, Rio de Janeiro, 151 p.*

**CAILLEUX & TRICART. (1959)** : Initiation à l'étude des sables et des galets. Centre de Documentation Universitaire, Paris, 369 p.

**FABRE. J. (1976)** : Introduction à la géologie du Sahara d'Algérie et des régions voisines. SNED, Alger, 421p.

**FOLK R.L. & WARD W.C. (1957)**: Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, 3-26.

**FOLK, R.L. (1966)**: A review of grain-size parameters. *Sedimentology* 6: 73–93

**JHONS E.C & ROBERSON H.E. (1960)**: Particle size as a factor influencing expansion of the three-layer clay minerals. *Amer. Min.*, 45, pp. 828-838.

ESLINGER, C & PEAVER, L., (1989) : Principe de la diffraction et illustration la Loi de Bragg.

RIVIÈRE, A. (1977) : Méthodes granulométriques, techniques et interprétation, Paris, Masson, 170 p. A. Caillaux 1942

FABRE, J., (1976) : Introduction à la géologie du Sahara d'Algérie et des régions voisines. SNED, Alger, 421p

GOUSCOV, N., (1952) : Le problème hydrogéologique du bassin artésien de l'Oued Rhir. In « La géologie et les problèmes de l'eau en Algérie ». XIXème congrès géologique international T.II, 16p.

MISKOVSKY, J.C., (2002) : Préhistoire et Paléoenvironnements quaternaires dans Le bassin méditerranéen et Laboratoire de préhistoire de l'université de Perpignan, Paris 2002. P 495- 498.

O.N.M., (2021) : Données climatologiques. Office national de la météorologie Ouargla.

**STOLL J.M., LUCAS J., MILLOT G.& WEY R. (1964) :** Contribution à l'étude des méthodes pratiques d'examen aux rayons X des minéraux phylliteux. Influence du mode de séchage et de la saturation par des ions potassium. Bull. Ser. Carte géol. Als. Lorr., 17, 4, p. 235-246

TOUTAIN, G., (1979) : Une approche globale : l'écosystème saharien, mise en valeur des oasis à palmeraies dattiers. In : Maîtrise de l'espace agraire et développement en Afrique tropicale : logique paysanne et rationalité technique. Paris : ORSTOM, p. 419-425

**TRASK P.D. (1930):** Mechanical analysis of sediment by centrifuge. *Economic Geology* 25, 581-599.

## ملخص:

الدراسات الرسوبية والبيئية لتكوينات البليوسين-الرباعي لمنطقة ورقلة تمحورت حول ثلاث معالم تابعة لكل من بلدية الرويسات، سيدي خويلد وحاسي بن عبد الله، وذلك بتطبيق تقنيات تحليل حبيبات التربة ودراسة وتحليل شكل وخصائص الحبيبات والجسيمات الصغيرة والتحليل المعدني على عينات مأخوذة من الثلاث معالم. أظهر تحليل حبيبات التربة أن توزيع حجم حبيبات الترسبات هو خشن ومرتب بشكل معتدل، غير متماثلة ومساحة الذروة في معظم العينات، هذا وأظهرت النتائج هيمنة الحبيبات RM و EL على مستوى العينات المدروسة مما يدل أن الحبيبات نقلت عن طريق قوة الرياح والمياه. التحليل المعدني أظهر هيمنة كل من الإيليت والكاولينايت و احتمالاً المونتموريلونيت على أغلب العينات. بناءً على هذه النتائج، استخلصنا أن البيئة في المنطقة هي بيئة نهريّة-صحراوية تتميز بوجود نمط مختلط لنقل المواد الرملية (مائي وهوائي).

**الكلمات الرئيسية:** علم الرسوبيات، البيئة القديمة ، البليوسين-الرباعي ، ورقلة، بيئة نهريّة صحراوية.

## Résumé

Les études sédimentologiques et paléo-environnementale des formation Plio-Quaternaire du la région de Ouargla rivée sur une zone qui fait partie de 03 sites (Rouissat, Ain Baida et Hassi Ben Abdellah), par approche granulométrie et morphoscopique et minéralogiques appliqué aux échantillons extraits de trois coupes.

L'analyse granulométrie nous a montré que la distribution des tailles de grains des sédiments est grossière et modérément classée, asymétrique et généralement platykurtique dans la plupart des échantillons, Les résultats morphoscopiques indiquent une prédominance de particules RM et EL dans la plupart des échantillons indiquant un transport éolien et aquatique.

Minéralogiquement, les minéraux dominants dans la plupart des échantillons sont l'illite, Kaolinite et Montmorillonite,

En lumière de ces résultats, Nous avons conclu que l'environnement fluviaux-désertique d'un mode de transport mixte (éolien et aquatique).

**Mots clés :** Sédimentologie, Paléoenvironnement, Plio-Quaternaire, Ourgla, fluviaux-désertique.

## Abstract

The sedimentological and paleoenvironmental studies of the Plio-Quaternary formations in the Ouargla region focused on an area that includes three sites (Rouissat, Ain Baida, and Hassi Ben Abdellah), using a granulometric and morphoscopic methods, as well as mineralogical analysis applied to samples extracted from three sections.

The granulometric analysis showed that the sediment grain size distribution is coarse and moderately sorted, asymmetric, and generally platykurtic in most samples. The morphoscopic results indicate a predominance of RM and EL particles in most samples, indicating aeolian (aquatic and wind) transport. Mineralogically, the dominant minerals in most samples are Illite, Kaolinite, and Montmorillonite.

Based on these results, we concluded that the environment is fluvio-desertic with a mixed mode of transport (aeolian and aquatic).

**Keywords:** Sedimentology, Paleoenvironement, Plio-Quaternary, Ouargla, fluvio-desertic.