République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi - Tébessa
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Sciences de la Terre et d'Univers

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : **Sciences de la Terre et d'Univers**

Filière : **Géologie**

Option : **Géologie des bassins sédimentaires**

Thème :

Aspects sédimentologiques et stratigraphiques des faluns de l'Oued Righ « El M'Ghair, Sud de l'Algérie »

Présenté par :

Takoua BOUCHIHA

Devant le jury :

Djamel BOUBAYA	PROF.	Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi - Tébessa	Président
Amor DEGAICHIA	M.C.B	Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi - Tébessa	Encadrant
Riyad HADJAM	M.A.A	Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi - Tébessa	Examinateur

Date de soutenance : **09/06/2025**

Note : ……Mention : ……

ملخص

كشفت الدراسة الرسوبية لرواسب وادي ريغ عن هيمنة الرمال الكوارتزية (70–90%) ذات نضج رسوبي متغير. أظهرت التحاليل الحجمية توزيعاً غير متجانس لحبيبات الرمال مع منحنيات ثنائية الطور، بينما كشف الفحص المجهري عن ثلاث أنواع رئيسية من الميكرو تضاريس: أسطح ملساء بحزوز نهرية(70%<) ، تأثيرات ناتجة عن النقل الريحي، وطلاءات جبسية تشير إلى مراحل تبخرية. يغلب على الحبيبات الشكل المستدير إلى شبه مستدير (30–50%) مع وجود نسبة من الحبيبات الممتدة (حتى 48% في بعض العينات). تعكس هذه الخصائص تفاعل ثلاث عمليات رئيسية: النقل النهري (المسؤول عن التصنيف الهيدروليكي)، إعادة التشكيل بالرياح، والترسيب الكيميائي الموسمي. يشير تواجد هذه العلامات معاً إلى تناوب مناخي بين فترات رطبة (فيضانات) وجافة (نحت ريحي). تؤكد النتائج أهمية إعادة تدوير الرواسب في بناء السهل الفيضي وحساسية السجل الرسوبي للتغيرات المناخية القديمة، مما يوفر أدلة قيمة لإعادة بناء البيئات القديمة في المناطق

الكلمات المفتاحية: الديناميكية الرسوبية – المورفوسكوبيا – البيئات القديمة الجافة – النقل متعدد المراحل – إعادة تدوير الرواسب – البصمات الحجمية – وادي ريغ

ABSTRACT

This in-depth sedimentological study of the Oued Righ deposits reveals a composition dominated by quartz sands (70-90%) displaying variable sedimentary maturity. Granulometric analyses using the Folk & Ward (1957) method show a heterogeneous grain size distribution, with bimodal curves indicating mixed sediment populations. Morphoscopic examination details three main types of microtextures: (1) polished surfaces with fluvial striations (>70% of grains), (2) impact features characteristic of aeolian abrasion, and (3) gypsum coatings evidencing evaporative phases.

The distribution of grain shapes shows a predominance of rounded to subrounded grains (30-50%), accompanied by a subelongated fraction (20-35%) and locally abundant elongated grains (up to 48% in sample 12). These characteristics reflect a complex sedimentary dynamic involving three major processes: fluvial transport responsible for hydraulic sorting and flow striations, aeolian reworking marked by characteristic impacts and smoothed surfaces, and seasonal chemical precipitation forming evaporitic cements.

The simultaneous presence of these signatures in the deposits suggests alternating wet (flood periods and fluvial deposition) and arid (aeolian deflation and evaporation) climatic phases. The study particularly highlights the importance of sedimentary recycling processes in the construction of the alluvial plain, with successive inputs modified by environmental changes. These results provide valuable insights for reconstructing Quaternary paleoenvironments in arid zones and underscore the sensitivity of sedimentary archives to past climate variations. The combined methodology of granulometric and morphoscopic analyses proves particularly effective for deciphering the complex history of such sedimentary systems.

Keywords: Sedimentary dynamics - Morphoscopy - Arid paleoenvironments - Polyphasic transport - Sedimentary recycling - Grain-size signatures - Oued Righ

RESUMÉ

Cette étude sédimentologique approfondie des dépôts de l'Oued Righ révèle une composition dominée par des sables quartzeux (70-90%) présentant une maturité sédimentaire variable. Les analyses granulométriques selon la méthode Folk & Ward (1957) montrent une distribution hétérogène des tailles de grains, avec des courbes bimodales traduisant des mélanges de populations sédimentaires. L'examen morphoscopique détaille trois types principaux de microtextures : (1) des surfaces luisantesfluviatiles à stries (>70% des grains), (2) des impacts caractéristiques de l'usure éolienne, et (3) des encroûtements gypseux témoignant de phases évaporitiques. La répartition des formes granulaires indique une prédominance des grains arrondis à subarrondis (30-50%), accompagnés d'une fraction suballongée (20-35%) et de quelques grains allongés localement abondants (jusqu'à 48% dans l'échantillon 12). Ces caractéristiques reflètent une dynamique sédimentaire complexe où interagissent trois processus majeurs : un transport fluviatile responsable du tri hydraulique et des stries d'écoulement, un remaniement éolien marqué par des impacts caractéristiques et des surfaces émoussées, et des précipitations chimiques saisonnières formant des ciments évaporitiques. La présence simultanée de ces signatures dans les dépôts suggère une alternance de phases climatiques humides (périodes de crue et dépôt fluviatile) et arides (déflation éolienne et évaporation). L'étude met particulièrement en évidence l'importance des processus de recyclage sédimentaire dans la construction de la plaine alluviale, avec des apports successifs modifiés par les changements environnementaux. Ces résultats offrent des perspectives intéressantes pour la reconstitution des paléoenvironnements quaternaires en zone aride et soulignent la sensibilité des archives sédimentaires aux variations climatiques passées. La méthodologie combinant analyses granulométriques et morphoscopiques s'avère particulièrement adaptée pour décrypter l'histoire complexe de tels systèmes sédimentaires.

Motsclés : Dynamique sédimentaire - Morphoscopie - Paléoenvironnements arides - Transport polyphasé - Recyclage sédimentaire - Signatures granulométriques - Oued Righ

DÉDICACES

À l'aube de ce chapitre qui s'achève, je tiens à poser quelques mots sur cette page, non pas pour la remplir, mais pour la rendre vivante- empreinte de gratitude, de souvenirs et de sincérité.

Je dédie ce projet de fin d'études à ma famille, pilier inébranlable de mon parcours.

À mes parents, dont les sacrifices silencieux, l'amour inconditionnel et les encouragements constants ont été la lumière qui m'a guidé dans les moments les plus sombres. Merci d'avoir cru en moi, même lorsque moi-même je doutais. À mon frère et sœur, entre deux coups de stress, que l'humour est parfois le meilleur des remèdes.

À mes amis ces étoiles parfois discrètes, mais toujours présentes, qui ont coloré ce chemin de leur présence, de leurs conseils, de leur écoute et de leur énergie. Merci pour les cafés partagés, les discussions interminables, les fous rires incontrôlables et le soutien indéfectible dans les moments de doute. Vous êtes la preuve que l'amitié est un moteur puissant, même quand le carburant vient à manquer.

À mes enseignant, mon encadrant Dr. Amor DEGAICHIA, et à toutes les personnes croisées au fil de mon parcours académique, qui mon transmis bien plus que des connaissances : une rigueur, une curiosité, une passion. Merci pour votre disponibilité, vos critiques constructives et vos précieux conseils. Vous avez planté les graines, libre à moi désormais d'en faire éclore les fruits.

Je dédie aussi ce travail à toutes ces nuits blanches ou l'écran semblait clignoter comme un point d'interrogation. À ces moments de solitude, de doutes, de découragements…mais aussi à ces instants de déclics, d'élan créatif et de petites victoires personnelles. Ce PFE, c'est un peu un miroir de tout cela : un mélange d'incertitude, de réflexion, de travail acharné et de passion

Enfin, je me le dédie à moi-même – non par vanité, mais par reconnaissance. Pour avoir tenu bon, pour ne pas avoir abandonné, pur avoir transformé les échecs en apprentissages et les doutes en tremplins.

Ce projet, au-delà de sa portée académique, est aussi une preuve que les rêves sont faits pour être poursuivis, même lorsque la route est sinueuse.

Que cette dédicace soit une roche témoin dans le grand affleurement de ma vie, marquant l'empreinte d'un temps qui passe mais ne s'efface pas. Et puisque la géologie noue enseigne la patience, la persévérance et la beauté des choses enfouies… je terminerai avec cette citation inspirante :

« La géologie nous apprend que même la plus forte des pressions peut transformer le simple carbone en diamant. »

REMERCIEMENTS

Loué soit Dieu, le Tout-Puissant, le Miséricordieux, pour m'avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail. C'est avec une profonde gratitude que je souhaite exprimer mais remerciements à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet.

Mes remerciements vont également à mon encadrant, Mr. Amor DEGAICHIA, pour sa disponibilité, ses conseils avisés, son accompagnement rigoureux et sa confiance. Votre encadrement a grandement contribué à la qualité de ce travail, et je vous en suis profondément reconnaissant.

Je remercie sincèrement les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer et de juger ce travail. Mr. Djamel BOUBAYA en qualité de président et Mr. Riyad HADJAM en qualité d'examinateur.

Je remercie chaleureusement tous mes enseignants pour leur professionnalisme, leur engagement et leur soutient durant ces cinq ans d'étude.

Un merci a mon père NOUAR et ma mère DALILA pour leur amour et leur soutien constant, un grand merci aussi à mon frère IDRISS et ma sœur HIBA pour leur présence et leur encouragement.

Un merci tout particulier à mes camarades de promotion Donia, Nihed, Aya et à mes amis Khadidja, Douaa, pour leur solidarité, leur écoute, leurs encouragements et les bons moments partagés durant ces années d'études.

Enfin, à toutes les personnes qui, par un mot, un geste ou une pensée, ont contribué de quelque manière que ce soit à l'accomplissement de ce travail : recevez ici l'expression de ma reconnaissance la plus sincère.

TABLE DES MATIERES

ملخص……..……...…..2
ABSTRACT.……..…….....3
RESUMÉ……....……..…….....…....…4
DÉDICACES...…….....5
REMERCIEMENTS……...……..……...…..…...…...6
LISTE DES FIGURES……...……..…….....10
LISTE DES TABLEAUX…….....……...…….……11
CHAPITRE I.....12
INTRODUCTION GÉNÉRALE 12
CHAPITRE I : INTRODUCTION GÉNÉRALE I 13
I. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE 13
II. CADRE GÉOGRAPHIQUE 13
A. CADRE GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE 13
III. ORO-HYDROGRAPHIE ET CLIMAT.....15
A. LE CLIMAT.....15
B. LE VENT 17
CHAPITRE II 19
GÉOLOGIE RÉGIONALE ET LOCALE 19
CHAPITRE II : GÉOLOGIE RÉGIONALE ET LOCALE.....20
I. INTRODUCTION 20
A. PALEOZOÏQUE : 20
B. TRIAS : 20
C. JURASSIQUE : 21
D. CRETACE : 21
1. Néocomien : 21
2. Barrémien : 21
3. Aptien (repère stratigraphique majeur) : 22
4. Albien : 22
5. Cénomanien :.....22
6. Turonien : 22
7. Sénonien : 23
E. EOCENE :.....23
F. MIO-PLIOCENE- QUATERNAIRE : 23
G. CADRE GEOLOGIQUE LOCALE :.....24
.1 Cénomanien :.....26
2. Turonien : 26

3. Sénonien : 26
4. Sénonien et Eocène : 26
5. Mio-Pliocène : 27
6. Quaternaire : 27

CHAPITRE III 28

DESCRIPTION DES TECHNIQUES UTILISÉES 28

CHAPITRE III : DESCRIPTION DES TECHNIQUES UTILISEES 29

.I INTRODUCTION 29

.II GRANULOMETRIE 29

A. HISTORIQUE DE RECHERCHES SEDIMENTOLOGIQUES ANTERIEURES : 29
B. DEFINITIONS DES PARAMETRES GRANULOMETRIQUES UTILISES : 30
1. Le mode (Mi) 32
2. La médiane (Md) 32
3. Le graphic mean (Grain moyen) (MZ) 33
4. Le classement (Inclusive Graphic ou Standard Déviation) (δi) 33
5. L'Asymétrie (Inclusive Graphic Skewness) (Ski) 33
6. Le kurtosis ou coefficient d'acuité (KG) 34
C. DETERMINATION MORPHOSCOPIQUE 34
D. ANALYSE CHIMICO-PONDERALE 35
.E LA CALCIMETRIE 36
1. Principe 36
2. Mode opératoire 36

CHAPITRE IV 38

PÉTROGRAPHIE 38

CHAPITRE IV : PÉTROGRAPHIE 39

I. INTRODUCTION 39

.A ANALYSE CHIMICO-PONDERALE DES SEDIMENTSDE LA REGION DE L'OUED RIGH, EL MEGHAIR 39
.B CALCIMETRIE : 41

CHAPITRE V 43

SÉDIMENTOLOGIE 43

CHAPITRE V : SÉDIMENTOLOGIE 44

I. ANALYSE GRANULOMETRIQUE : 44

II. TECHNIQUES D'ECHANTILLONNAGE ET UNITES MORPHOLOGIQUES DE L'OUED RIGH : 44

III. MODE D'ANALYSE ET DE TRAITEMENT DES ECHANTILLONS : 45

V. LITHOLOGIE, FAUNE ET MORPHOSCOPIE DES SEDIMENTS ETUDIES : 47

VI. ÉVOLUTION DES INDICES MORPHOSCOPIQUES DES SEDIMENTS DE L'OUED RIGH : 48

A. DEGRE D'USURE :....48
A. DEGRE D'ARRONDISSEMENT :....49
B. ÉTAT DE LA SURFACE :....50
C. IDENTIFICATION DES PARAMETRES GRANULOMETRIQUES DES SABLEDE L'OUED RIGH....52
1. Le mode....53
2. Classement....57
3. Indice d'asymétrie (Skewness)....58
4. Indice d'acuité ou d'aplatissement (KG)....59
VII. RELATION ENTRE LES PARAMETRES SEDIMENTOLOGIQUES ET L'ENVIRONNEMENT DE DEPOTS DES SEDIMENTS DE L'OUED RIGH :....62
A. RELATION ENTRE (SKI/MZ)....62
B. RELATION ENTRE (SKI/ΔI)....63
C. RELATION ENTRE (MZ/ΔI)....63
VIII. ANALYSE TEXTURALE....64
CONCLUSION....66
BIBLIOGRAPHIE....67
WEBOGRAPHIE....68

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation géographique de la zone d'étude (A : Google earth, 2025 ; A1 : Google maps, 2025 ; A2 : Région d'étude zoomée, Google earth, 2025)....14
IV. Figure 2: Classification climatique de Koppen (Peel, 2020). 15
Figure 3 : Histogramme présente la température et la précipitation moyenne d'El Meghaier (meteoblue, climat d'El Meghair)....17
Figure 4 : Rosace des directions des vents de la zone d'étude (meteoblue, climat d'El Meghair)....17
Figure 5:Diagramme de vitesse du vent pour El Meghaier (meteoblue, climat d'El Meghaier). 18
Figure 6 : Extrait de la carte géologique de l'Algérie. (1952) au 1/500000....24
Figure 7 : Carte géomorphologique de l'Oued Righ (Ballais, 2007/https://doi.org/10.4000/physio-geo.1173)....25
Figure 8 : Classification dimensionnelle des sédiments détritiques en mm et en µm et leurs équivalents à l'échelle phi (d'après C.K. Wentworth, 1922, in A. Degaichia, 2014). 31
Figure 9 : Courbe de fréquence (classement et asymétrie) (in A. Degaichia, 2014) 32
Figure 10: Calcimètre de Bernard et son support 36
Figure 11 : Évolution des taux des carbonates de calcium dans les sédiments de l'Oued Righ....40
Figure 12 : Évolution des taux des carbonates de calcium dans les sédiments de l'Oued Righ 42
Figure 13 : Morphoscopie des échantillons 45
Figure 14 : Log lithostratigraphique des sédiments de la zone étudiée. 46
Figure 15 : Évolution morphoscopie de Degré D'usure des grains des sables de l'Oued Righ....48
Figure 16 : Evolution morphoscopie de Degré D'arrondi des grains des sables de l'Oued Righ 49
Figure 17 : Évolution morphoscopie d'Aspect de la surface des grains des sables de l'Oued Righ 50
Figure 18 : Morphoscopie des sables de l'Oued Righ....51
Figure 19 : Classification dimensionnelle des sédiments détritiques en mm et en µm et leurs équivalents à l'échelle phi (d'après C.K. Wentworth, 1922) 53
Figure 20 : courbes représentatives les modes des sables de l'Oued Righ....55
Figure 21 : courbes granulométriques les sédiments de l'Oued Righ 56
Figure 22 : Évolution du grain moyen dans les sédiments de l'Oued Righ 56
Figure 23 : Évolution de l'indice de classement des sédiments de l'Oued Righ....58
Figure 24 : Évolution de l'indice d'asymétrie des sédiments de l'Oued Righ 59
Figure 25 : Évolution de l'indice d'acuité des sédimentsde l'Oued Righ 60
Figure 26 : Courbe de fréquence (classement et asymétrie, in Degaichia. A, 2014) 61
Figure 27: Relation entre (Ski/Mz) 62
Figure 28 : Relation entre (Ski/δi) 63
Figure 29 : Relation entre (Mz/δi) 63
Figure 30 : Analyse texturale des sédiments de l'Oued Righ....64
Figure 31 : Analyse texturale des sédiments d'Oued Righ....65

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Données climatiques à El Meghair (Climate-Data.org, Algérie, El Meghair) 16
Tableau 2 : Représentation des analyses chimico-pondérale 39
Tableau 3 : Représentation des taux des carbonates de calcium 41
Tableau 4 : Description globale des échantillons 47
Tableau 5 : Moyennes des pourcentages des indices de l'évolution morphoscopique des grains de sables d'Oued Righ 52
Tableau 6 : Moyennes des pourcentages des indices de l'évolution morphoscopique des grains de sables de l'Oued Righ 54
Tableau 7 : Tableau récapitulatif des paramètres sédimentologique 61
Tableau 8 : Analyse texturale des sédiments de l'Oued Righ 64

CHAPITRE I

INTRODUCTION GÉNÉRALE

CHAPITRE I : INTRODUCTION GÉNÉRALE I

I. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Ce travail a pour but d'étudier les (in A. degaichia,2014) propriétés granulométriques, morphoscopiques, calcimétriques et l'évolution sédimentaire des dépôts quaternaires de la partie Sud de l'Algérie « Les Faluns de Oued Righ, El Meghair »

La caractérisation granulométrique des sédiments sableux de la zone d'étude s'est établie grâce aux analyses effectuées au laboratoire de l'université Larbi Tébessi-Tébessa.

Les analyses granulométriques ont été effectuer pour caractériser les conditions de mise en place des sédiments du Quaternaire et pour déterminer leurs modalités de transport et de dépôt :

- Analyses chimico-pondérale et calcimétrique ;
- Analyses granulométrique et morphoscopique ;
- Analyse séquentielle.

II. CADRE GÉOGRAPHIQUE

A. Cadre géographique de la zone d'étude

La vallée de l'Oued Righ est un ensemble d'oasis important situé dans le Sahara algérien nord-oriental. Elle s'étend sur environ 150 km, du nord (Oum El Thiour) au sud (la palmeraie d'El Goug), entre les latitudes 32°54' et 34°9' nord, et couvre près de 15 000 hectares de palmeraies.

Géographiquement, elle est bordée au :

- Nord par la wilaya de Biskra et la commune de Tolga, au sud-ouest par les oasis de Ouargla ;
- Est par la vallée de l'Oued Souf.

Sur le plan administratif, elle dépend principalement de la wilaya d'Ouargla et comprend quatre daïras majeures : Témacine, Touggourt, Sidi Slimane et Mégarine. La région de Touggourt englobe plusieurs communes, dont Baladet Amor, Témacine, El Nezla et Zaouia El Abidia. Cependant, certaines limites administratives peuvent avoir évolué récemment, notamment en ce qui concerne le rattachement de certaines zones aux wilayas voisines comme Biskra.

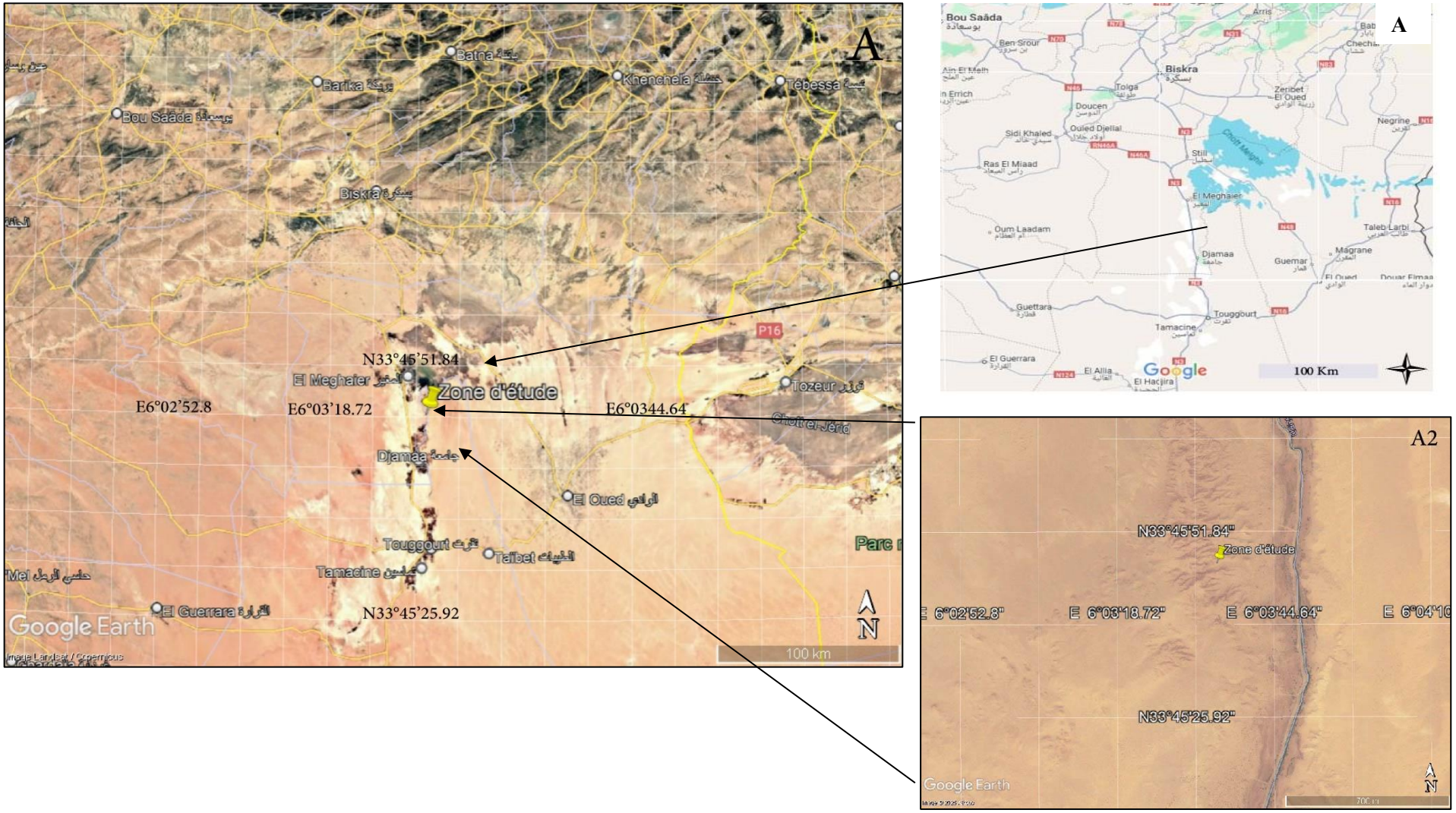
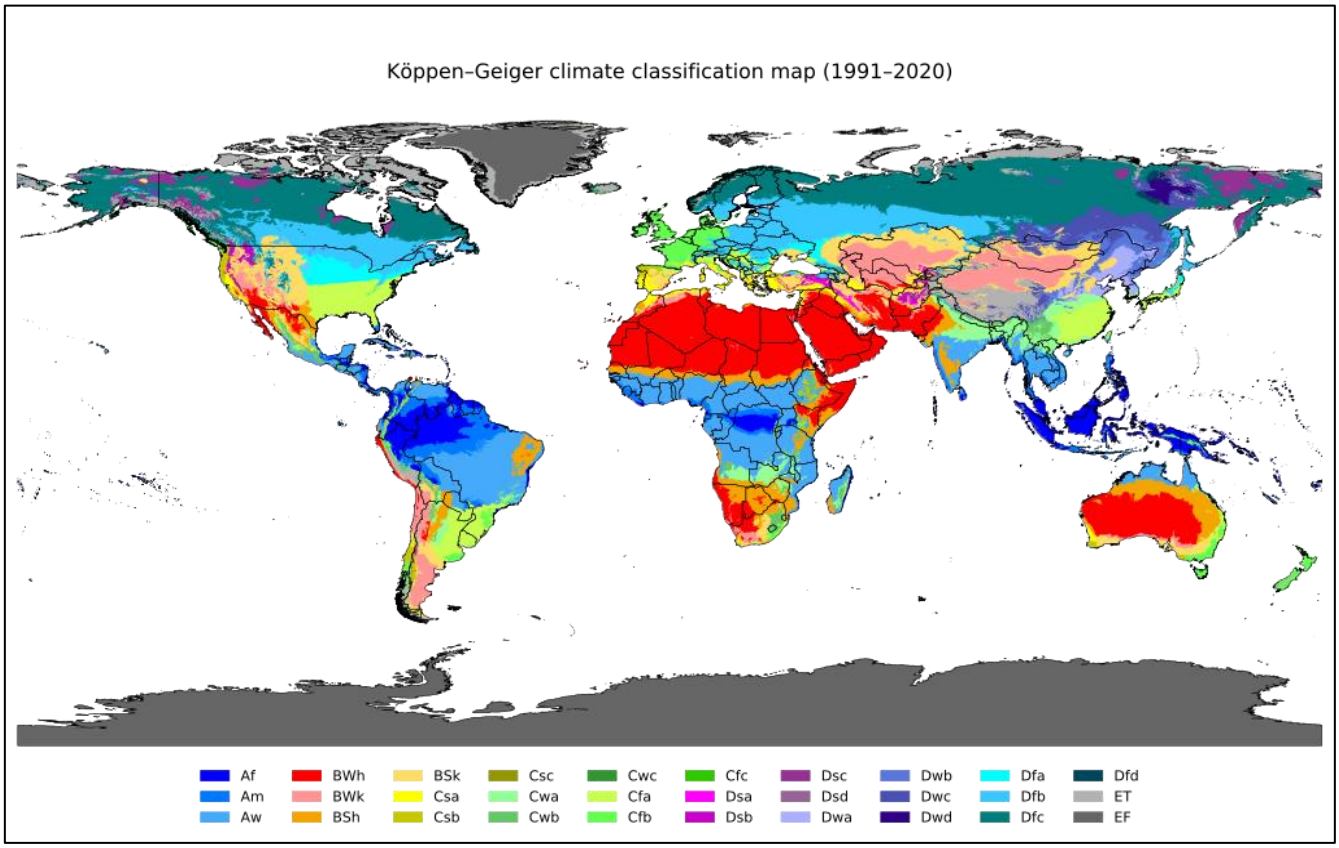


Figure 1: Localisation géographique de la zone d'étude (A : Google earth, 2025 ; A1 : Google maps, 2025 ; A2 : Région d'étude zoomée, Google earth, 2025)

III. ORO-HYDROGRAPHIE ET CLIMAT



IV. Figure 2: Classification climatique de Koppen (Peel, 2020).

A. Le climat

Le climat est chaud et désertique dans El Meghair, les précipitations très faibles en hiver (< 100 mm/an) Températures estivales extrêmes (dépassant souvent 40°C en juillet-août), selon la classification climatique de Köppen-Geiger l'Hivers relativement doux (mais avec des nuits fraîches, parfois proches de 5°C en décembre-janvier), fortes amplitudes thermiques jour/nuit (typique des déserts), évolutions récentes (dans le contexte du changement climatique).

Tableau 1: Données climatiques à El Meghair (Climate-Data.org, Algérie, El Meghair)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	10	11.9	16.5	21.1	25.8	30.4	33.5	32.9	28.7	23.2	15.6	10.9
Température minimale moyenne (°C)	5	6.3	10.2	14.3	18.7	23	26	25.9	22.5	17.4	10.5	6.3
Température maximale (°C)	15.6	17.7	22.7	27.5	32.3	37	40.2	39.2	34.5	28.9	21	16.2
Précipitations (mm)	14	5	10	9	4	2	0	1	8	6	10	8
Humidité (%)	61%	47%	39%	32%	28%	25%	23%	26%	36%	43%	53%	63%
Jours de pluie	2	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	2
Heures de soleil (h)	8.7	9.6	10.5	11.5	12.4	12.9	12.7	12.0	11.1	10.1	9.2	8.5

D'après les données du tableau, la région de l'Oued Righ présente un climat désertique marqué. Les températures varient considérablement, avec des maximales atteignant 40,2°C en juillet et des minimales hivernales autour de 5°C. Les précipitations annuelles sont faibles (77 mm), principalement en hiver, tandis que les étés sont totalement secs (0 mm en juillet). L'humidité relative, minimale en été (23%), et l'ensoleillement maximal (12,9 h/jour en juin) confirment l'aridité du climat. Ces conditions extrêmes caractérisent un environnement saharien typique.

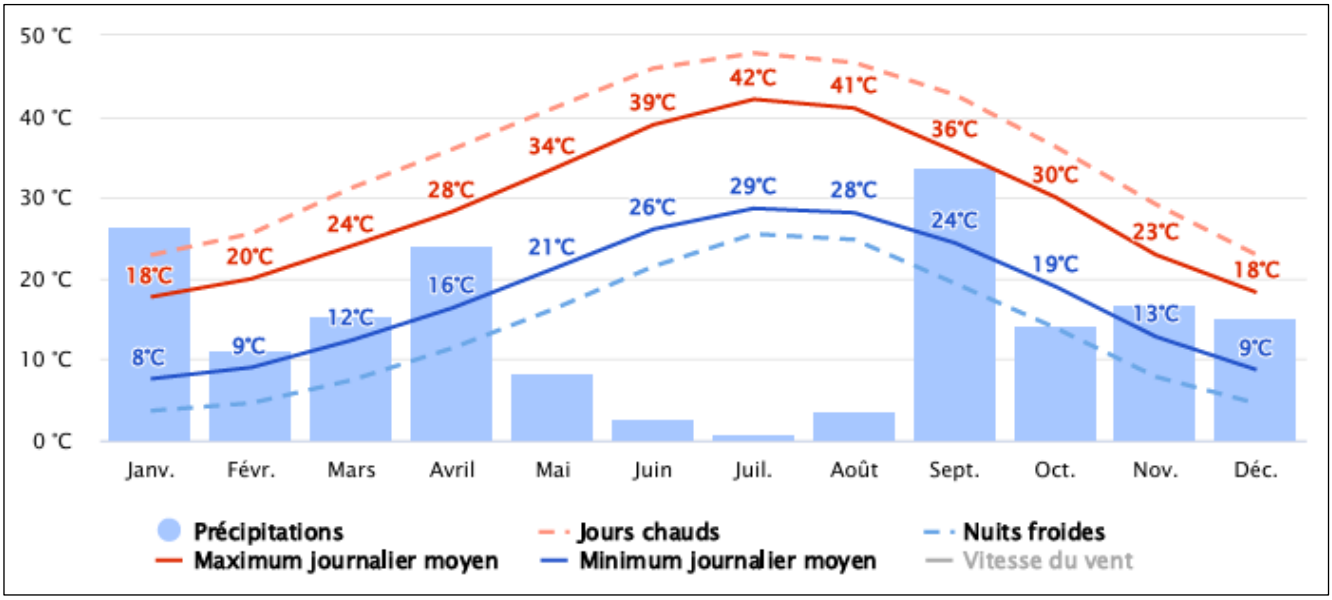


Figure 3 : Histogramme présente la température et la précipitation moyenne d'El Meghaier (meteoblue, climat d'El Meghair)

Oued Righ présente un climat désertique typique (BWh) avec des étés brûlants (>50°C) et des hivers frais (~10°C). Les précipitations sont rares (<100 mm/an) et absentes en été. L'humidité est très faible (<25% l'été) et l'ensoleillement abondant (>12h/jour). Ces conditions extrêmes limitent la végétation aux oasis mais favorisent l'énergie solaire. Les données, bien que partiellement illisibles, confirment cette aridité saharienne marquée.

B. Le vent

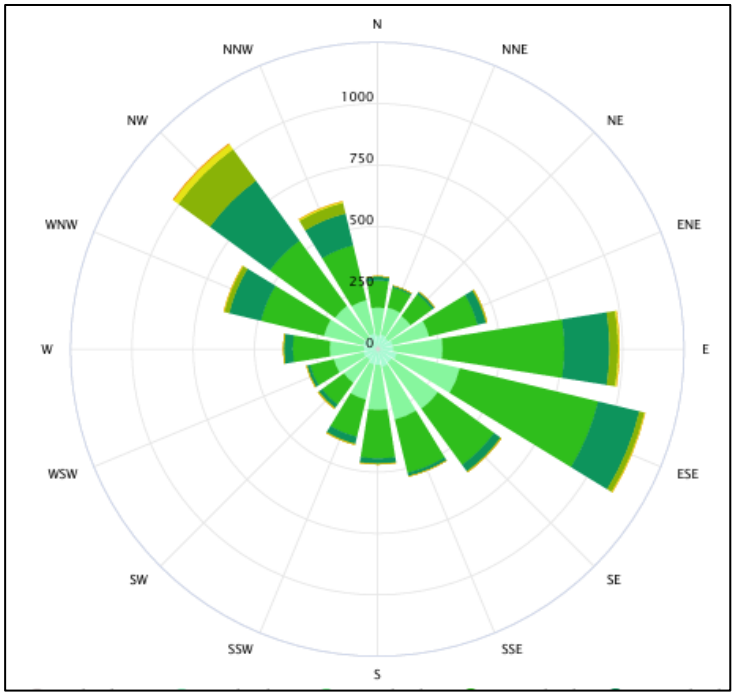


Figure 4 : Rosace des directions des vents de la zone d'étude (meteoblue, climat d'El Meghair)

La rosace montre que les vents dominants à Oued Righ proviennent principalement du **Nord (N)** et du **Nord-Ouest (NW)**, avec des vitesses variantes généralement entre **3-20 km/h**. Quelques vents plus forts (>30 km/h) apparaissent occasionnellement, notamment depuis l'**Ouest (W)** et le **Sud-Est (SE)**, Les vents calmes (<2.5 km/h) sont rares.

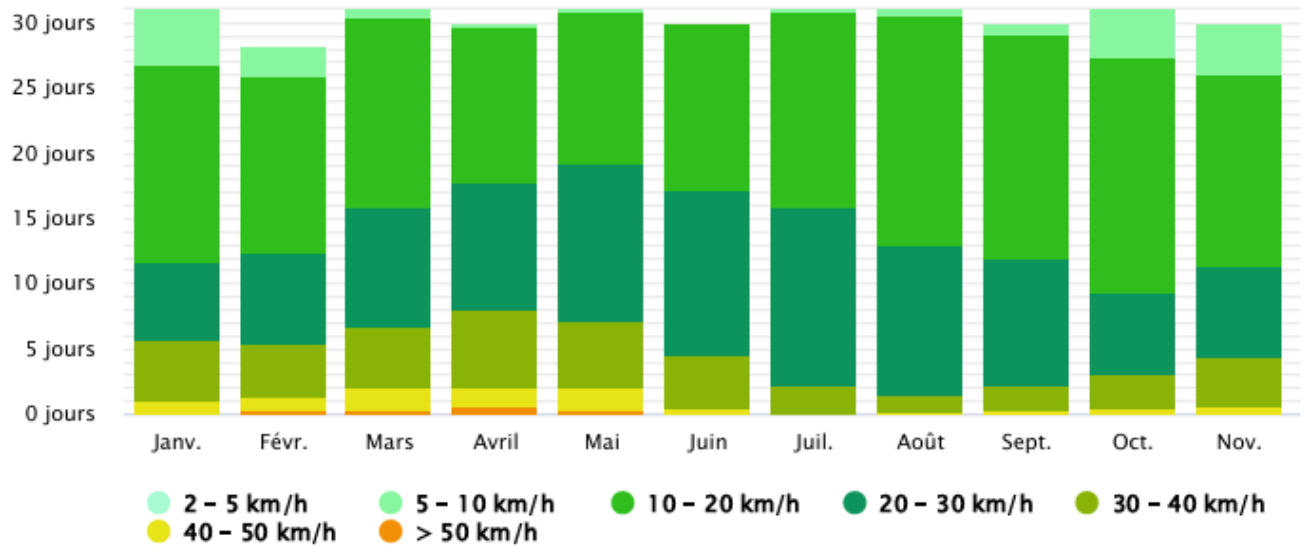


Figure 5:Diagramme de vitesse du vent pour El Meghaier (meteoblue, climat d'El Meghaier).

CHAPITRE II

GÉOLOGIE RÉGIONALE ET LOCALE

CHAPITRE II : GÉOLOGIE RÉGIONALE ET LOCALE

I. INTRODUCTION

La zone étudiée est près de la région de Tendla, qu'elle située dans le nord-est du Sahara algérien, à environ 24 km au sud de la wilaya d'El M'Ghair, et à 159 km du Chott Jerid au nord-est. Elle se trouve également à 270 km de la frontière algéro-tunisienne, ce qui la place dans une région stratégique près des étendues salines du Chott Jerid. Au sud, elle est bordée par les wilayas d'El Oued (86 km) et d'Ouargla (207 km), tandis qu'au sud-ouest, elle est reliée à Ghardaïa (259 km) et à l'ouest à Laghouat (291 km).

La géologie du bassin sédimentaire du Sahara septentrional a fait l'objet de nombreuses études scientifiques, tant dans le domaine de la géologie pétrolière que dans le cadre de recherches universitaires. Parmi les contributions les plus marquantes, on peut citer les travaux de Cornet (1964), Busson (1967-1970), Conrad (1970), Fabre (1976), Bel et Cuche (1969, 1970) ainsi que Bougrinat (2013).

L'analyse synthétique de ces recherches permet de dégager les principales caractéristiques géologiques du bassin sédimentaire du Nord-Est saharien, qui peuvent être schématisées comme suit :

A. Paléozoïque :

Le bassin sédimentaire correspond à des dépôts caractéristiques d'un environnement désertique périglaciaire Bougrinat (2013). Les affleurements du socle sont bordés par une succession stratigraphique de formations gréseuses et schisteuses attribuables aux Tassilis.

Les déformations tectoniques hercyniennes survenues au Permo-Carbonifère ont engendré une phase d'érosion intense du bouclier précambrien. Cette période a été suivie par :

- Une longue phase continentale au Trias-Jurassique marquée par une pénéplanation post-orogénique
- Le dépôt d'une série détritique composée de grès, sables et argiles
- La mise en place de l'importante formation du "Continental Intercalaire".

B. Trias :

La présence d'évaporites dans la zone correspondant à l'actuel Grand Erg Occidental, associée à la faible puissance des dépôts gréseux, témoigne de conditions paléoclimatiques arides lors de la sédimentation.

C. Jurassique :

Séquence lithostratigraphique du Jurassique inférieur à moyen (Lias-Dogger) :
La série stratigraphique est dominée par des formations évaporitiques (halite, anhydrite) interstratifiées avec des niveaux argileux, surmontées par une succession marine composée de calcaires et d'argiles à passages anhydritiques. Évolution paléogéographie au jurassique moyen :
Une transgression majeure a affecté l'ensemble du bassin du Grand Erg Oriental, comme en témoignent les dépôts carbonatés d'épaisseur notable (mesurant jusqu'à X m selon Busson, 1970). Cette phase est suivie par :

- Un épisode régressif régional ;
- Une réduction des influences marines ;
- Une augmentation des apports détritiques.

Transition Jurassique supérieur-Crétacé inférieur, Le système sédimentaire évolue vers un régime dominé par :

- Des apports terrigènes majeurs ;
- Une provenance méridionale (massif du Hoggar) ;
- Des faciès continentaux à deltaïques.

D. Crétacé :

L'interprétation des données de forage (Busson, 1970) a permis de reconstituer l'évolution paléogéographique du Crétacé inférieur. Cette période se caractérise par une succession de dépôts terrigènes fluvio-deltaïques, marquant une nette discontinuité sédimentologique avec les formations marines sous-jacentes du Jurassique supérieur.
La séquence stratigraphique comprend, de la base au sommet :

1. Néocomien :

- Faciès dominants : argilites vertes à rouges avec intercalations d'anhydrite massive (fréquence décroissante vers le haut) ;
- Sommet : alternances dolomitiques et argileuses ;
- Épaisseur moyenne.

2. Barrémien :

- Extension régionale des systèmes détritiques ;
- Lithologie : grès (fine à grossière granulométrie) et argilites ;
- Provenance : secteur méridional (Massif du Hoggar) ;
- Particularité : rares intercalations carbonatées (localisées au NE du bassin).

3. **Aptien (repère stratigraphique majeur) :**

- Épaisseur caractéristique : 20-30 m
- Faciès typiques :
  - ✓ Dolomies alternantes ;
  - ✓ Niveaux anhydritiques ;
  - ✓ Lits argileux et lentilles ligniteuses.
- Environnement interprété : système lagunaire

4. **Albien :**

- Changement sédimentologique marqué :
  - ✓ Retour des dépôts terrigènes ;
  - ✓ Méga séquence sable-argileuse ;
  - ✓ Position stratigraphique : entre la barre aptienne et les argiles cénomanienne.

On remarque que le changement du régime sédimentaire et l'arrive en masse de sédiments détritiques s'est produite entre le Néocomien et le Barrémien et au cours de l'Albien (Fabre, 1976).

5. **Cénomanien :**

L'unité cénomanienne présente une lithologie composite constituée d'une alternance rythmique de : bancs dolomitiques, calcaires dolomitiques, intercalations argileuses, niveaux évaporitiques (anhydrite/halite).

Variations latérales de faciès :

- Secteur méridional :
  - ✓ Dominance argilo-évaporitique ;
  - ✓ Épaisseur réduite (≈50 m dans le Tademaït).
- Secteur septentrional :
  - ✓ Prépondérance des carbonates (calcaro-dolomitiques) ;
  - ✓ Épaisseur accrue (jusqu'à 350 m en Bas-Sahara).

6. **Turonien :**

Il se présente sous trois faciès différents, du Sud au Nord

- Au Sud du parallèle d'El Goléa, il est calcaro-marneux ;
- Entre El Goléa et Djamaa, il est essentiellement calcaire ;
- Au Nord de Djamaa, il est à nouveau calcaro-marneux

Son épaisseur moyenne varie entre 50 et 100m. Elle augmente cependant dans la région des chottes ou elle dépasse 300 m (Bel et Cuche, 1969).

7. Sénonien :

Il s'individualise en deux faciès :

- Le *Sénonien inférieur* à sédimentation lagunaire caractérisé par des formations argileuses et salifères à anhydrite, il est très peu perméable (Busson, 1970) ;
- Le *Sénonien supérieur* (Sénonien carbonaté) : formation carbonaté perméable.

E. Eocène :

L'Éocène présente une différenciation lithologique bipolaire marquée, se subdivisant en deux unités distinctes :

Éocène inférieur carbonaté :

- Composition lithologique dominante :
  - ✓ Dolomies massives ;
  - ✓ Calcaires dolomitiques ;
  - ✓ Inter stratifications mineures : Marnes, Argilites, Lentilles anhydritiques.

Éocène moyen évaporitique :

- Séquence rythmique caractéristique : Bancs calcaires, Couches anhydritiques, Niveaux marneux.

Dans le système de l'Oued Righ, l'aquifère carbonaté principal se situe dans les niveaux supérieurs de cette unité.

F. Mio-Pliocène- Quaternaire :

Le Tertiaire continental du Sahara présente une série sédimentaire caractéristique des environnements arides. D'une épaisseur pouvant atteindre 150 m, cet ensemble se compose principalement de dépôts sablo-argileux avec des intercalations gypseuses. Dans le Bas-Sahara, la sédimentation lacustre du Mio-Pliocène (Continental Terminal) forme des alternances sableuses et argileuses dont l'épaisseur dépasse localement plusieurs centaines de mètres dans la région des Chotts algéro-tunisiens. La région d'Oued Righ présente une particularité hydrogéologique marquée avec deux niveaux aquifères sableux distincts, séparés par un horizon argileux continu. Cet ensemble est recouvert par des dépôts plio-quaternaires argilo-sableux à tendance gypseuse, témoins de la sédimentation en milieu lacustre lors de l'assèchement progressif des lagunes des chotts (Busson, 1970).

G. Cadre géologique locale :

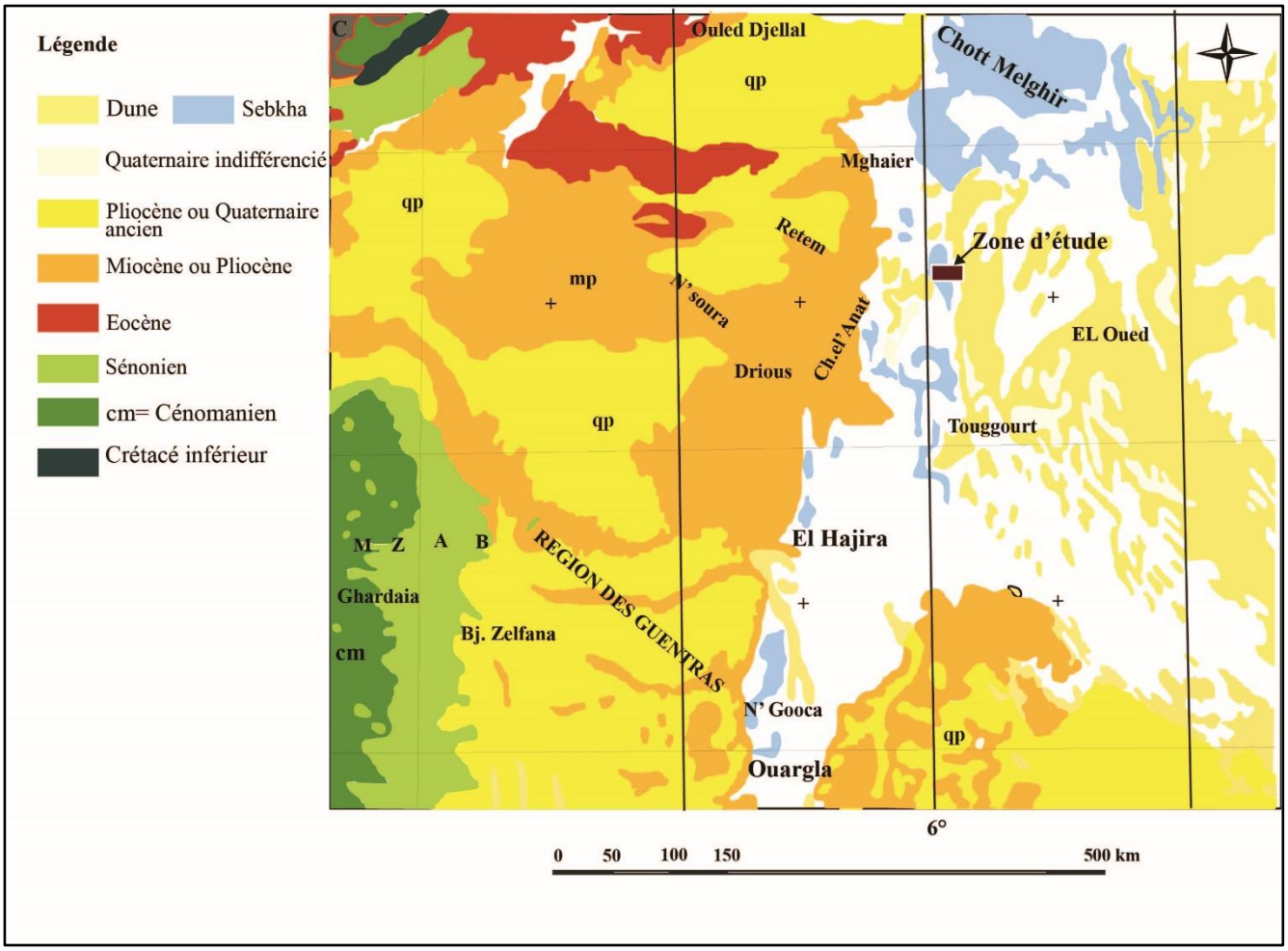


Figure 6 : Extrait de la carte géologique de l'Algérie. (1952) au 1/500000

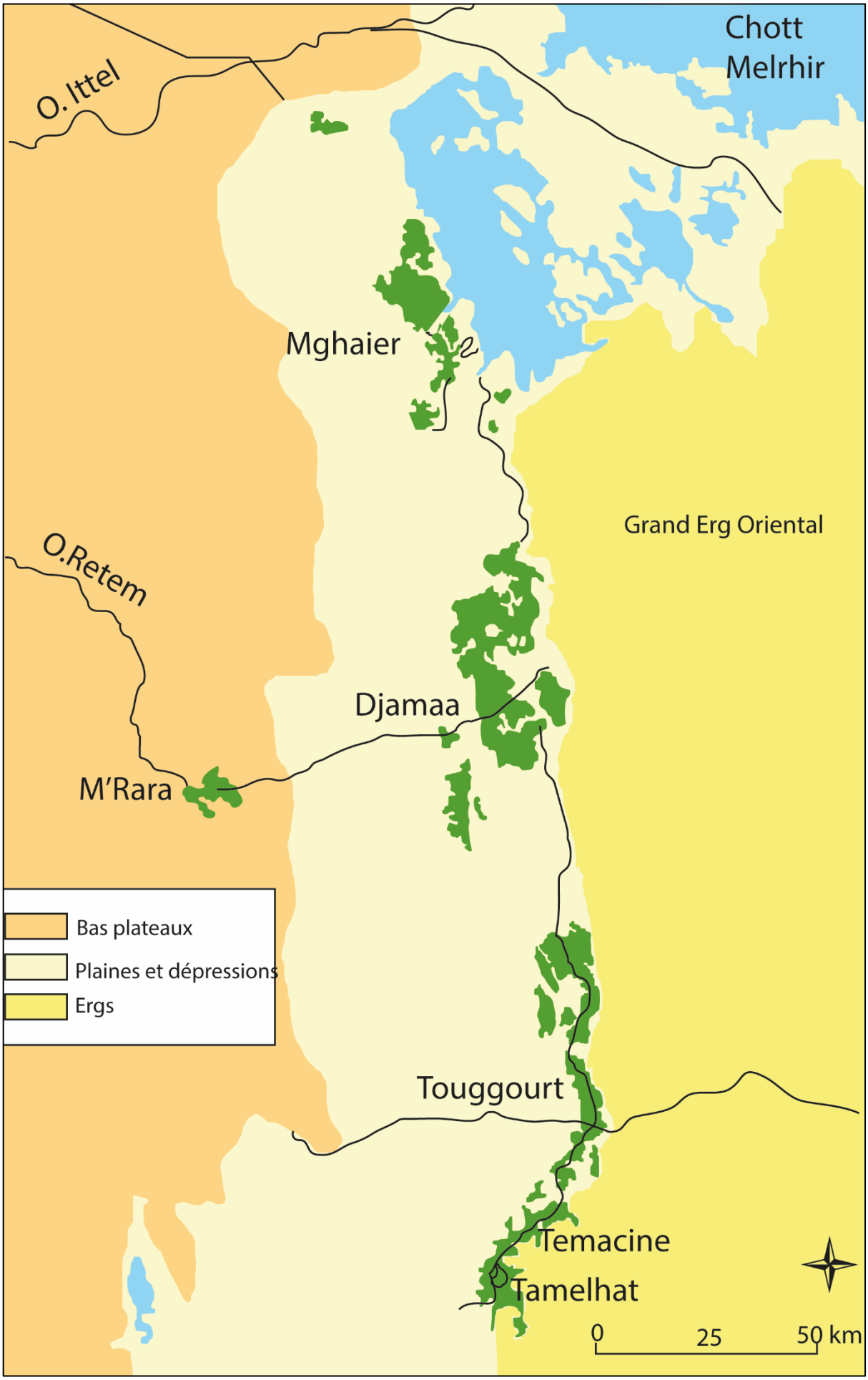


Figure 7 : Carte géomorphologique de l'Oued Righ (Ballais, 2007/https://doi.org/10.4000/physio-geo.1173)

1. **Cénomanien :**

La formation étudiée présente une bipartition marquée, composée de deux séries superposées :

- Série inférieure : Dominée par des faciès argileux dolomitiques et des marnes grises, avec des variations latérales incluant des argiles à teintes brune-rougeâtre à gris-verdâtre (attestant d'oxydo-réduction différentielle), d'épaisseur de 60 à 80 m, particulièrement on note une présence localisée de passées carbonatées (calcaires dolomitiques), dans l'intervalle médian, suggérant des épisodes de haut énergie sédimentaire en milieu de dépôt ;
- Série supérieure : Alternance rythmique d'argiles et de marnes dolomitiques grises et d'épaisseur environ 70 m, montrant une régularité stratigraphique, avec :

✓ Des intercalations d'argiles salifères (indiquant des conditions évaporitiques) ;
✓ Des bancs discontinus d'anhydrite (faciès évaporitique majeur) ;
✓ Des lentilles dolomitiques secondaires.

2. **Turonien :**

Il se présente sous forme d'une dalle continue « La barre turonienne » de 70 m d'épaisseur constante, composée principalement de calcaires blancs à grisâtres, parfois pulvérulents. Des faciès dolomitiques localisés (calcaires beiges ou fins légèrement dolomitiques) indiquent une dolomitisation partielle. Cette homogénéité lithologique et d'épaisseur reflète un environnement de plateforme carbonatée stable.

3. **Sénonien :**

La séquence étudiée présente deux unités lithologiques distinctes :

- **Sénonien inférieur (lagunaire)** : Alternance hétérogène d'anhydrite (bancs jusqu'à 250 m), dolomie (barres ≈60 m), argiles et marnes (<120 m), avec intercalations salifères. Déposer en milieu lagunaire évaporitique à salinité variable.
- **Sénonien supérieur (carbonaté)** : Calcaire blanc tendre à ferme (≈200 m), présentant des structures vacuolaires et des inter lits marneux gris dolomitiques, caractériser par une Plateforme carbonatée à influence continentale modérée.

4. **Sénonien et Eocène :**

Le Sénonien-Éocène forme une série carbonatée de 150-200 m d'épaisseur, composée principalement de calcaires dolomitiques cristallins à microcristallins, avec des faciès secondaires vacuolaires, crayeux et localement argileux. Ces dépôts indiquent un environnement de plateforme carbonatée peu profonde soumise à des variations de salinité et d'apports détritiques.

5. **Mio-Pliocène :**

Correspondant à la définition de Kilian (1931), le Continental Terminal forme une épaisse série détritique discordante sur le Séno-Éocène, couvrant l'ensemble du Sahara. Dans la région d'Oued Righ, la séquence Mio-Pliocène présente quatre unités stratigraphiques :

- **Niveau basal** : Argiles minces (<10 m), localisées dans l'axe central de la cuvette selon une orientation N-S.
- **Niveau principal** : Formation gréso-sableuse (épaisseur >30 m), à passer argileuse sommitale, montrant la meilleure continuité régionale.
- **Niveau intermédiaire** : Lentilles argilo-sableuses discontinues, aux limites mal définies.
- **Niveau supérieur** : Dépôts épais (≈30 m) dans la zone des chotts, caractérisés par une croûte calcaro-gréseuse en surface (croûte Hamadienne).

6. **Quaternaire :**

La séquence étudiée présente deux unités principales : À la base, un niveau argilo-gréseux formant une paléocroûte d'altération. En surface, un dépôt éolien sableux à composante gypseuse occasionnelle, incluant des éléments remaniés du Mio-Pliocène

Résultats des sondages superficiels :

Sur les plateaux : Matériau détritique meuble issu de l'altération des grès sableux rouges du Mio-Pliocène, 0-70 cm : sol sableux à graviers et Jusqu'à 10 m de profondeur : absence d'encroûtement, Teneur en gypse la plus faible de la région

Dans les chotts et zones intermédiaires : Croûte gypseuse épaisse blanchâtre, partiellement recouverte de : Sables éoliens gypso-siliceux, Formations de nebkas et de Végétation gypso-halophile.

CHAPITRE III

DESCRIPTION DES TECHNIQUES UTILISÉES

CHAPITRE III : DESCRIPTION DES TECHNIQUES UTILISEES

I. INTRODUCTION

Afin de connaître les conditions de dépôt du Quaternaire de la zone étudiée et son évolution faciologique et texturale latéralement et verticalement, plusieurs méthodes appropriées granulométriques, morphoscopiques et pétrographiques ont été associées. Les techniques utilisées sur terrain et dans le laboratoire sont multiples et complémentaires (in A. Degaichia, 2014) :

Sur le terrain : Des observations lithologiques et des délimitations séquentielles ont été effectuées. Des échantillons ont été pris dans les fronts de taille des carrières, en prenant en considération les changements visibles dans les couches : faciès, structure, texture et composition minéralogique. Le nombre des échantillons devrait satisfaire à une lecture fidèle de l'agencement séquentiel du dépôt et son évolution spatiale ;

En laboratoire : Granulométrie, analyses chimico-pondérales et calcimétriques, morphoscopie des grains de quartz

II. GRANULOMETRIE

Les analyses granulométriques ont pour objectifs de déterminer les tailles des particules des différents stocks composant le dépôt (sables, silts, …) et de définir leur distribution fréquentielle dans le sédiment. Les protocoles de l'analyse granulométrique dépendent de la nature des sédiments et de la taille des grains. Le tamisage à sec est souvent utilisé pour les sables propres et désagrégés. (A degaichia, 2014)

La surface des grains de sables sauvegarde les archives des différents processus sédimentaires comme la nature des agents porteurs et les mécanismes qui contribuent à leur mise en place ainsi que les processus de leur transport et altération. L'analyse morphoscopique nous apporte des réponses sur ces différents processus sédimentaires et les milieux de dépôt.

A. Historique de recherches sédimentologiques antérieures :

L'utilisation des paramètres statistiques dans l'analyse sédimentologiques était suggérée et adoptée par plusieurs sédimentologues ; sommairement on peut citer :

- C. K. WENTWORTH (1926) a proposé surtout sa méthode des moments ;
- D. TRASK (1930) a lancé sa méthode des quartiles, qui s'intéressent de la partie centrale du sédiment ;
- W. C. KRUMBEIN (1936) a utilisé les quartiles mesurés dans la description et comparaison des sédiments ;

- BIETLOT (1941) a évalué les indices granulométriques d'une façon purement graphique ;
- RIVIERE (1952) a représenté graphiquement l'évolution granulométrique des sédiments meubles ;
- R. L. FOLK ET W. C. WARD (1957) ont contribué d'une façon incontestable dans la quantification des phénomènes sédimentologiques ;
- R. PASSEGA (1964) a tracé un célèbre diagramme pour déterminer les milieux sédimentaires ;
- G. M. FRIDMAN (1967) a combiné entre plusieurs coefficients sédimentologiques afin de connaître les conditions de dépôt sédimentaire ;
- G. S. VISHER (1969) a utilisé l'échelle de probabilité dans le but de bien individualiser les stocks granulométriques et les modes de transport ;
- L. BERTHOIS (1970) a essayé d'améliorer les techniques d'analyse granulométrique ;
- W. B. BULL (1977) a tracé son diagramme de détermination des milieux des dépôts fluviatiles et de cônes alluviaux dans son ouvrage the alluvial fan environnement.

B. Définitions des paramètres granulométriques utilisés :

L'analyse granulométrique fait appel à une échelle des tailles suivant une progression géométrique décroissante et subdivisée en classes granulométriques. L'intérêt de cette échelle logarithmique des tailles adoptée en abscisse est de permettre la présentation d'une fourchette dimensionnelle élargie sur un graphique de dimension normale. La progression la plus utilisée est celle d'Udden Wentworth, pour laquelle chaque classe principale correspond à un diamètre du double ou de la moitié de la classe voisine, la classe de base correspondant à 1 mm (Fig.9). Les sédimentologues anglo-saxons ont généralisé l'usage d'une échelle logarithmique, dite échelle des phi (Φ) de Krumbein, telle que :

$$\Phi = -\log 2 (d), \text{ (d : Diamètre des grains en mm)}$$

La courbe granulométrique cumulative se trace sur papier semi-log où, en abscisse (échelle logarithmique) sont portés les diamètres (D) des particules et en ordonnée (échelle arithmétique), le refus partiel en pourcentage pondéral. Cette courbe permet de mesurer les percentiles ; (5%, 16%, 25%, 50%, 75%,84%, 95%, et 99%), ainsi que de calculer graphiquement les divers coefficients de n'importe quelle distribution granulométrique.

Phi	Grade		mm	µm
-8	Bloc	GRAVIER	256	256000
-5	Galet		64	64000
-2	Caillou		4	4000
-1	Granule		2	2000
0	Très grossier	SABLE	1	1000
1	Grossier		0.5	500
2	Moyen		0.25	250
3	Fin		0.125	125
4	Très fin		0.0625	62.5
5	Grossier	VASE	0.0313	31.3
6	Moyen		0.0156	15.6
7	Fin		0.0078	7.8
8	Très fin		0.0039	3.9
	Argile			

Figure 8 : Classification dimensionnelle des sédiments détritiques en mm et en µm et leurs équivalents à l'échelle phi (d'après C.K. Wentworth, 1922, in A. Degaichia, 2014).

La courbe cumulative en abscisses logarithmique et ordonnées suivant une échelle de probabilité, dite de Visher (1969), permet d'identifier les différents stocks granulométriques ainsi que les modalités de transport.

Pour traduire graphiquement les résultats de l'analyse granulométrique, on utilise aussi la courbe de fréquence. Elle est établie en combinant les deux variables suivantes :

- En abscisse, les diamètres équivalents en Φ ;
- En ordonnées, les pourcentages des refus partiels.

Elle permet de déduire le classement et même l'asymétrie de l'échantillon.

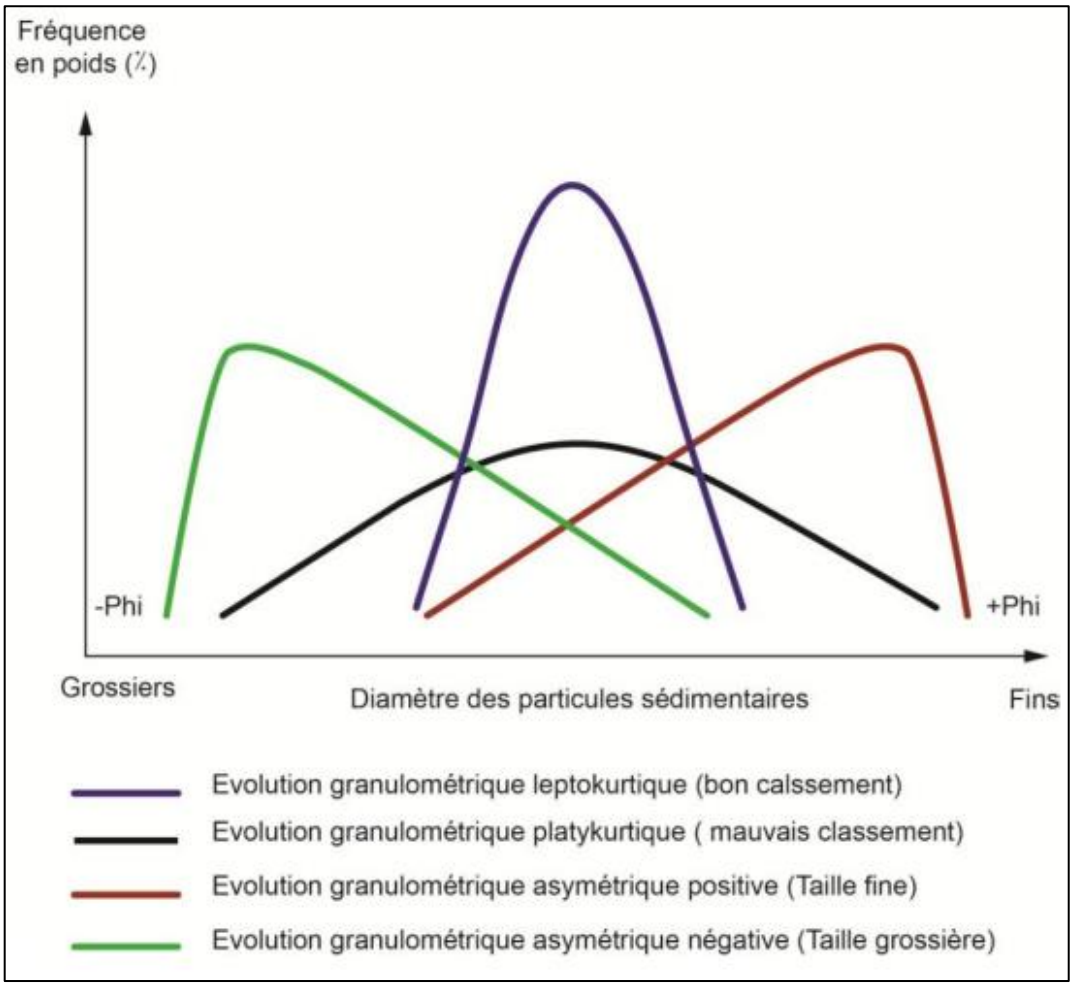


Figure 9 : Courbe de fréquence (classement et asymétrie) (in A. Degaichia, 2014)

Nombreux sont les auteurs qui ont proposé des indices qui permettent d'exprimer numériquement les caractères de distribution granulométrique (Trask, 1930 ; Inman, 1952 ; Folk et Ward, 1957). La médiane (Md), le mode (m), la moyenne (Mz), le sorting ou classement (δi), le skewness (SKI) et le 32 kurtosis (KG) sont les indices sédimentologiques les plus couramment utilisés. Dans ce présent travail les paramètres et indices choisis sont ceux définis par Folk et Ward (1957).

1. **Le mode (Mi)**

Le mode d'une distribution granulométrique correspond aux sommets de "cloches" des histogrammes, et il est lu directement à partir des courbes de fréquences. Il faut signaler que le mode peut être trouvé aussi par l'étude des points d'inflexion de la courbe cumulative.

2. **La médiane (Md)**

Ils'agit d'un coefficient qui a été proposé par Trask (1930). Cette dimension est la valeur lue en abscisse pour le point dont l'ordonnée correspond au percentile 50. C'est un coefficient très utilisé surtout dans le cas des sédiments homogènes car il renseigne fidèlement sur les distributions centrales.

3. Le graphic mean (Grain moyen) (MZ)

Otto (1939) propose ainsi qu'Inman (1952), la formule suivante pour le calcul de la moyenne :

$$\mathbf{M= (\Phi 16 +\Phi 84) / 2}$$

Mais cette relation, qui néglige la partie centrale des distributions dans la courbe granulométrique, n'est pas appréciée pour les courbes plurimodales. Pour remédier à cela, Folk et Ward (1957) ont proposé :

$$\mathbf{MZ = (\Phi 16 +\Phi 50+ \Phi 84) / 3}$$

Dans leur formule, Folk et Ward ont choisi trois quartiles (Φ 16, Φ 50 et Φ50) dans le but de prendre en considération tout l'éventail granulométrique de l'échantillon (distributions centrales et proximales).

4. Le classement (Inclusive Graphic ou Standard Déviation) (δi)

Ce paramètre est connu sous le nom de « indice de classement, So », (Trask, 1930),$\boldsymbol{S_0 = \sqrt{Q_{25} / Q_{75}}}$,et « Graphic Standard Déviation δG », δG = (Φ84- Φ16) / 2 (Otto, 1939). Inclusive Graphic Standard Déviation est le terme utilisé par Folk et Ward (1957), d'où :

$$\mathbf{\delta i= (\Phi\ 84-\Phi 16) /4+ (\Phi\ 95-\Phi 5) /6,6}$$

Avec ces quatre quartiles, 90 % de la distribution est utilisé dans le calcul de ce paramètre. Le Sorting index ou indice de tri et de classement présente une estimation de la dispersion des tailles des particules par rapport à la moyenne de l'échantillon.

δ_I	Classement
< 0,35	Très bien classé
0,35-0,50	Bien classé
0,50-0,71	Moyennement bien classé
0,71- 1,00	Moyennement classé
1,00-2,00	Très mal classé
> 4	Extrêmement mal classé

5. L'Asymétrie (Inclusive Graphic Skewness) (Ski)

Pour rendre compte de la normalité d'une distribution, il est nécessaire de calculer, à la fois l'asymétrie et l'angulosité de la courbe. Le terme utilisé par Inman pour cet indice est « Graphic Skewness », selon cet auteur ce paramètre est donné par la formule suivante :

$$\mathbf{Ski = \Phi\ 84+\Phi\ 16-2\Phi\ 50\ /\ 84\Phi -\Phi 16}$$

Folk et Ward (1957) ont proposé, en s'inspirant de la formule d'Inman, une nouvelle relation pour calculer l'asymétrie d'une courbe:

$$Ski = ((\Phi16+\Phi84 - 2\Phi50) / 2 (\Phi84 - \Phi16)) + ((\Phi5+ \Phi95 - 2 \Phi50) /2 (\Phi95-\Phi5))$$

Avec cette formule, 90% de la distribution est pris en considération. Ce paramètre informe sur l'enrichissement en particules grossières (asymétrie négative), l'enrichissement en particules fines (asymétrie positive), ou s'il y'a symétrie de la distribution granulométrique.

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

6. Le kurtosis ou coefficient d'acuité (KG)

Folk et Ward (1957) ont défini ce paramètre par la relation suivante :

$$K G = (\Phi95-\Phi5) / (2,44*(\Phi75-\Phi25))$$

Le kurtosis est l'indice d'acuité du mode, il mesure l'angulosité de la courbe de fréquence. Si le mode est concentré dans des classes granulométriques restreinte, on a une distribution leptokurtique ; s'il est dispersé, on a une distribution platykurtique.

K_G	Classement
$K_G < 0,67$	Courbe très platykurtique
0,67-0,90	Courbe platykurtique
0,90-1,11	Courbe mésokurtique
1,11-1,50	Courbe leptokurtique
1,50-3,00	Courbe très leptokurtique
$3,00< K_G$	Courbe extrêmement leptokurtique

C. Détermination morphoscopique

En se référant à l'échelle d'A. Cailleux (1969) pour l'appréciation du degré d'usure des particules sédimentaires, les échantillons étudiés se comparent facilement aux figures géométriques standards. Au cours de l'analyse granulométrique, chaque résidu de tamisage est placé indépendamment des autres, et chaque classe granulométrique est représentée par un résidu. Ce dernier est observé à la loupe binoculaire

sur un fond contrasté noir ou blanc, qui fait ressortir le contour des grains. Les sables traités à l'acide chlorhydrique puis à l'eau oxygénée, pour éliminer les carbonates et la matière organique, sont séparés en quatre fractions granulométriques :

- FS : de 2 à 0.5 mm ;
- F I : 0.5 à 0.315 mm ;
- F II : 0.315 à 0.16 mm ;
- FIII : 0.16 à 0.04 mm.

Le protocole d'étude morphoscopique, mis au point par Cailleux et Tricart (1959), est appliqué aux grains de quartz de la fraction FI. Les déterminations morphoscopiques (Forme et aspect des grains) sont réalisées à l'aide d'une loupe binoculaire sur 100 grains de chaque échantillon. La morphoscopie apporte des renseignements sur le mode de transport de l'échantillon. On peut distinguer plusieurs types de grains de quartz :

- Les non usés transparents : quartz à contours anguleux et d'aspect limpide. Leurs faces sont planes, lisses et présentent souvent des cassures ;
- Les non usés opaques : quartz de même forme que précédemment mais d'aspect terne. Ces deux types de grains n'ont pas subi de transport, ou ont subi un transport rapide qui n'a pas eu le temps de laisser son empreinte (éboulis, torrents) ;
- Les émoussés transparents : quartz à angles émoussés, arrondis. Ils sont limpides ;
- Les émoussés opaques : quartz de même forme que précédemment mais d'aspect terne. Les grains de quartz émoussés luisants ou opaques caractérisent un transport par l'eau, de longue durée. Ceux qui sont parfaitement ovoïdes ont été façonnés en milieu karstique.
- Les rond-mats : quartz de forme circulaire présentant des traces de chocs qui précisent un transport par le vent.

D. Analyse chimico-pondérale

L'analyse chimico-pondérale est exposée par J. Bourcart (1941) et L. Berthois (1975). Le principe consiste à peser quelques grammes de l'échantillon complet et de l'attaquer dans un bécher (préalablement taré) avec de l'HCL dilué au 1/10 en quantité indéterminée. On fait chauffer quelques minutes de façon à favoriser l'attaque et la destruction des carbonates y compris les dolomites, puis on lave avec de l'eau distillée. On laisse décanter et après dessèchement dans l'étuve, on pèse le bécher avec le résidu sec. Après la déduction du poids des carbonates, on procède à un tamisage humide sous un filet d'eau abondant, en utilisant des tamis à mailles décroissantes afin d'estimer les pourcentages des argiles et des sables.

La position systématique des échantillons étudiés est présentée sur le diagramme triangulaire d'A. Vatan qui se propose pour établir une classification descriptive afin de déterminer la nomenclature exacte des roches sédimentaires. D'autres classifications descriptives ont été adoptées par : J. Czerminski (1955), F. J. Pettijohn et al., (1972), etc.

E. La calcimétrie

1. Principe

Cette méthode gazométrique réalisée par le calcimètre de Bernad (Fig.9) consiste à estimer le pourcentage de $CaCO_3$ contenu dans une roche en fonction du volume de CO_2 dégagé dans un tube manométrique, après l'attaque de la roche à l'acide chlorhydrique. Il est recommandé de remplir la burette graduée par de l'eau saturée en NaCl qui dissout peu le dioxyde de carbonate.

2. Mode opératoire

Estimer par un essai préalable d'effervescence la teneur en carbonates :

- ✓ Si le dégagement de CO_2est fort, on pèse 0.2- 0.5g de l'échantillon ;
- ✓ Si dégagement de CO_2 est moyen, on pèse 0.5-0.9g de l'échantillon ;
- ✓ Si dégagement de CO_2 est faible, on pèse 1 g de l'échantillon.

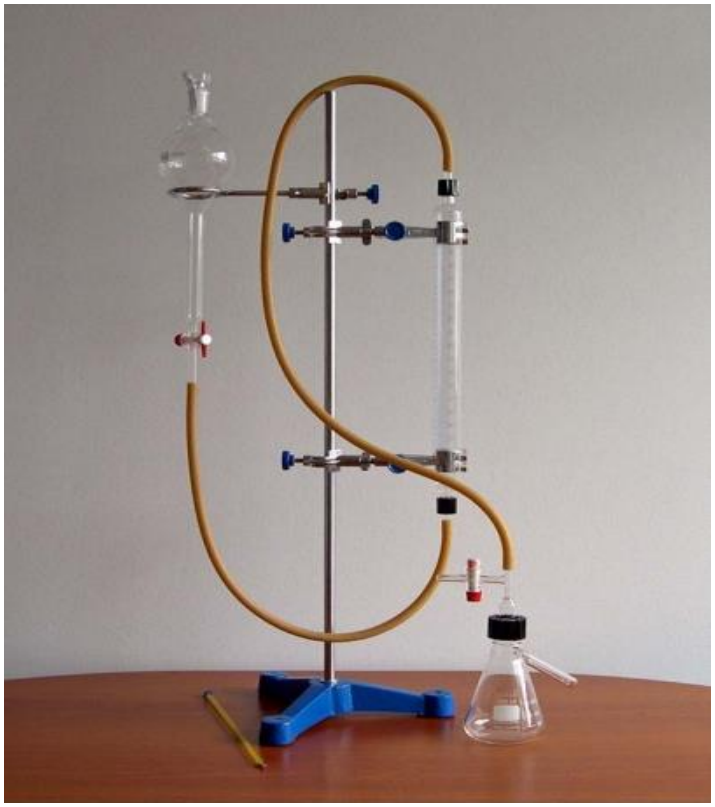


Figure 10: Calcimètre de Bernard et son support

•



- Préparer une solution saturée de NaCl (environ 3/4 de litre) et la verser jusqu'à mi-hauteur de l'ampoule ;
- Introduire la pesée dans l'erlenmeyer ;



- Remplir de petit tube de verre avec de l'HCL à 30 % ;
- Introduire le petit tube dans l'erlenmeyer avec la pince. Amener au même niveau le liquide du tube gradué et de l'ampoule, en abaissant plus ou celle-ci, et notre la graduation G1.



- Basculer l'erlenmeyer en le tenant par le bouchon pour renverser le tube à hémolyse ;
- Agiter et après poser l'erlenmeyer et laisser la réaction se poursuive :

$CaCO3 + 2\ HCl \text{ ---> } CaCl2 + H2O + CO2$



- Pendant ce temps, le gaz a refoulé l'eau du tube vers l'ampoule ;

Quand la réaction est terminée, lire sur la burette graduée à quelledivision s'est arrêtée le liquide, et note le volume, soit G2. Le volume du gaz dégagé est : G2-G1.

- Le CO2 dégagé est maintenant à la pression atmosphérique : on peut faire la mesure.

CHAPITRE IV

PÉTROGRAPHIE

CHAPITRE IV : PÉTROGRAPHIE

I. INTRODUCTION

Pour connaître les propriétés des roches, plusieurs méthodes d'analyses peuvent être utilisées. L'analyse chimico-pondérale est l'une des méthodes, qui consiste à déterminer la composition chimique des roches et des minéraux en mesurant précisément la masse des éléments ou des composés extraits.

A. Analyse chimico-pondérale des sédimentsde la région de l'Oued Righ, El Meghair

Les analyses chimico-pondérales et calcimétriques sont des outils essentiels en pétrographie et science des matériaux. Elles permettent de déterminer respectivement la composition chimique quantitative des échantillons et leur teneur en carbonates, notamment en $CaCO_3$. Ces méthodes visent à : établir un profil chimique précis des matériaux, évaluer leur teneur carbonatée pour des applications agricoles ou industrielles, caractériser leurs propriétés physico-chimiques, et contrôler la qualité des matières premières. Dans la région de Tendla, ces analyses sont particulièrement utiles pour étudier les sols désertiques et gérer durablement ces milieux sensibles.

Tableau 2 : Représentation des analyses chimico-pondérale

N° d'échanti-llons	Poids de Bêcher (g)	Poids d'échanti-Llon (g)	Poids d'échantillon +bêcher (g)	Poids d'échantillon +bêcher après séchage	Résidu sec Après Hcl (g)	Poids de Carbonate (g)	Poids de sable (g)	Poids d'argile (g)
1	195,8	10	205,8	205,4	9,6	0,4	9,6	0
3	96,6	10	106,6	106,4	9,8	0,2	9,8	0
4	146,9	10	156,9	156,9	10	0	10	0
5	143,2	10	153,2	153	9,8	0,2	9,8	0
6	203,3	10	213,3	212,2	8,9	1,1	8 ,9	0
7	196,7	10	206,7	206,6	9,9	0,1	9,8	0,1
8	139,4	10	149,4	149,2	9,8	0,2	9,7	0,1
9	193,5	10	203,5	203,3	9,8	0,2	9,8	0
10	193,5	10	203,5	203,2	9,7	0,3	9,7	0
11	193,5	10	203,5	203,3	9,8	0,2	9,1	0,7
12	203,3	10	213,3	212,6	9,3	0,7	6,9	2,4

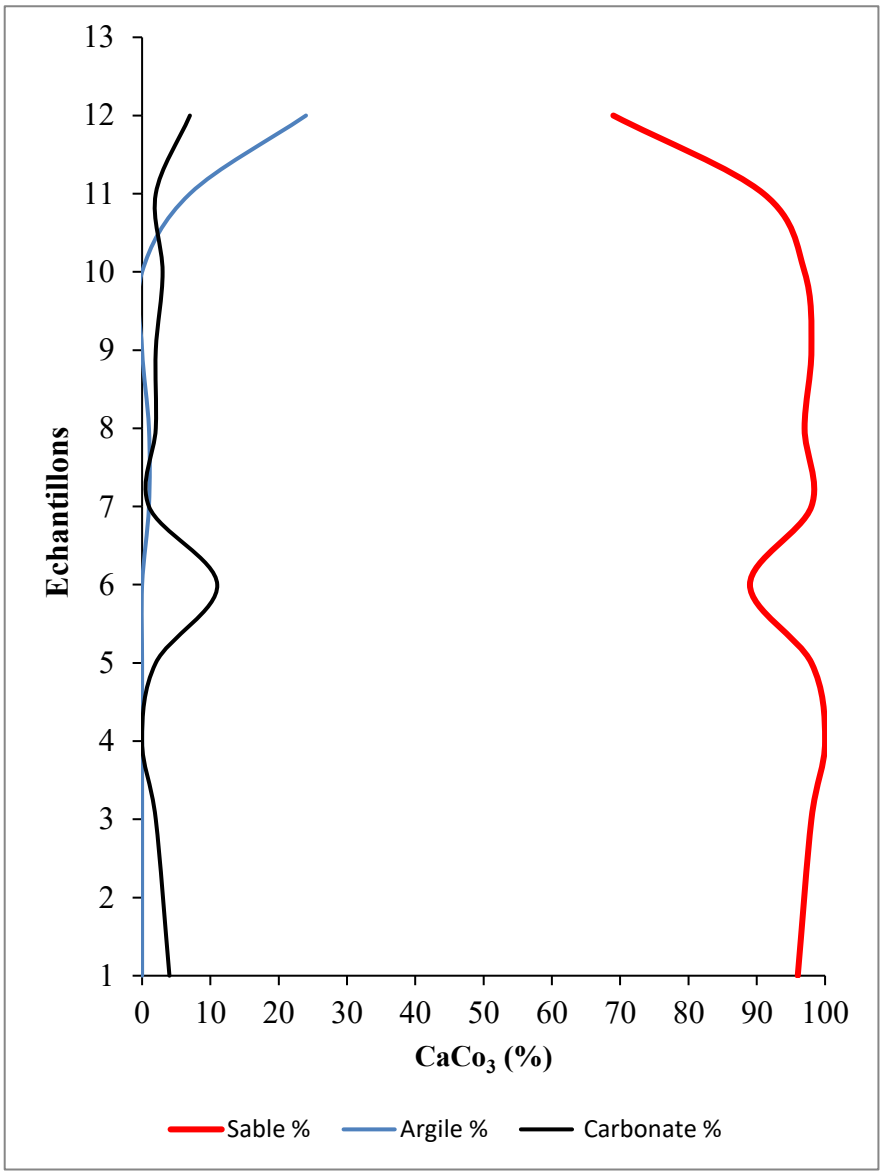


Figure 11 : Évolution des taux des carbonates de calcium dans les sédiments de l'Oued Righ

On observe que les sables sont largement majoritaires dans l'ensemble des échantillons. Les pourcentages de sable dépassent souvent les 80 %, ce qui indique une dominance nette de fraction sableuse. A l'inverse, les taux de carbonates varient entre 5% et 10% ce qui traduit une présence secondaire mais non négligeable de la fraction carbonatée, sans toutefois être dominante. Les argiles sont en très faible proportion, inférieure à 10%, ce qui indique une pauvreté en particules fines.

B. Calcimétrie :

Tableau 3 : Représentation des taux des carbonates de calcium

Echantillons	Masse de l'éch (g)	Niveau initial (mm)	Niveau finale (mm)	Volume de CO_2	Masse de $CaCO_3$	Le taux de carbonate de Calcium (%)
	M éch	Ni	Nf	V CO_2 = Nf-Ni	M $CaCO_3$= (V CO_2*100)/22400	T $CaCO_3$ = (M $CaCO_3$*100)/M éch
1	1	2	8	6	0,03	2,68
3	1	3	4	1	0,00	0,45
4	1	1,5	5,5	4	0,02	1,79
5	1	2,5	6	3,5	0,02	1,56
6	1	3	13	10	0,04	4,46
7	1	2	15,5	13,5	0,06	6,03
8	1	2,5	5	2,5	0,01	1,12
9	1	2	5,5	3,5	0,02	1,56
10	1	2,5	3,5	1	0,00	0,45
11	1	2	18,5	16,5	0,07	7,37
12	1	1	4	3	0,01	1,34

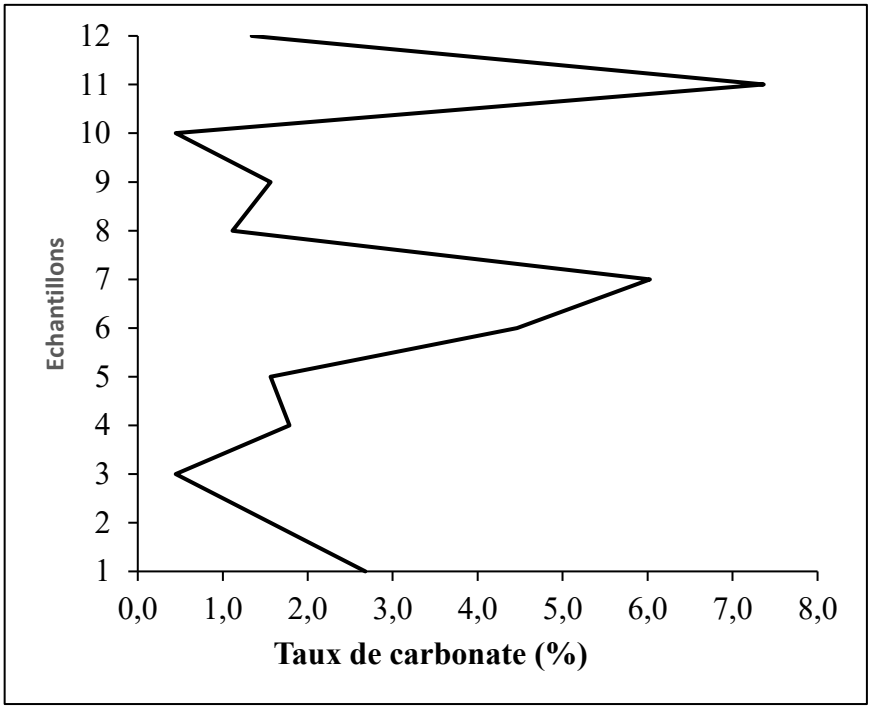


Figure 12 : Évolution des taux des carbonates de calcium dans les sédiments de l'Oued Righ

On observe que la majorité des échantillons ont des pourcentages faibles de $CaCO_3$ entre 0,45 – 4,46%, sauf les échantillons 7 et 11 qui ont des pourcentages assez palpables de 6,03% et 7,37%.

CHAPITRE V

SÉDIMENTOLOGIE

CHAPITRE V : SÉDIMENTOLOGIE

I. ANALYSE GRANULOMETRIQUE :

Cette étude a permis de caractériser les propriétés texturales des dépôts sédimentaires de la zone de l'Oued Righ à travers :

Analyses granulométriques :

- Quantification des fractions granulométriques (sables, silts, etc.) ;
- Détermination des distributions dimensionnelles par classe granulométrique ;
- Évaluation de la calcimétrie des dépôts.

Études morphoscopiques :

- Identification des signatures micro texturales des grains ;
- Reconstitution des processus génétiques (transport, altération) ;
- Interprétation des paléo-agents dynamiques (éoliens, fluviatiles, marins).

II. TECHNIQUES D'ECHANTILLONNAGE ET UNITES MORPHOLOGIQUES DE L'OUED RIGH :

Dans cette étude en va faire une coupe verticale de la zone de l'Oued Righ, donc on doit respecter les conditions d'un bon échantillonnage qu'ils sont :

- Échantillon frais et complet : Éliminer la couche superficielle altérée par les processus d'altération et prélever le matériau sur une profondeur minimale de 20 cm pour garantir son intégrité ;
- Représentativité : L'échantillon doit refléter les variations de faciès (caractéristiques lithologiques, géochimiques et paléontologiques), y compris les changements de faciès chronologiques (chrono facies) ou paléontologiques (biofaciès)
- Quantité suffisante : Un échantillon d'au moins 1 kg est nécessaire pour permettre la réalisation de l'ensemble des analyses prévues ;
- Bien déterminé : Chaque échantillon doit être placé dans un sachet étanche et imperméable, puis étiqueté avec un numéro d'identification inscrit à l'encre indélébile afin d'éviter toute perte ou confusion des données.

III. MODE D'ANALYSE ET DE TRAITEMENT DES ECHANTILLONS :

Les analyses granulométriques et morphoscopiques des sédiments de l'Oued Righ ont permis de caractériser la dynamique sédimentaire de cet environnement aride. Les échantillons prélevés, représentatifs des dépôts fluviatiles, éoliens et de sebkha, ont fait l'objet d'un protocole analytique standardisé comprenant un tamisage à sec et un seul échantillon comprenant un tamisage humide une pesée précise (±0.1 g) et un examen morphoscopique des grains. Les résultats granulométriques, exprimés en échelle phi (Ø) selon Folk & Ward (1957), révèlent une distribution hétérogène des tailles de particules, avec une prédominance des fractions sableuses. L'analyse morphoscopique a mis en évidence des microtextures de surface caractéristique, notamment des grains à usure éolienne associés à des figures d'écoulement fluviatile, ainsi que des encroûtements gypseux témoignant des phases d'évaporation. Cette double approche a permis de discriminer les différents apports sédimentaires (fluviatiles, éoliens et évaporitiques) et de reconstituer leur répartition spatiale dans le système de l'Oued Righ, tout en quantifiant leur importance relative dans la construction de la plaine sédimentaire.

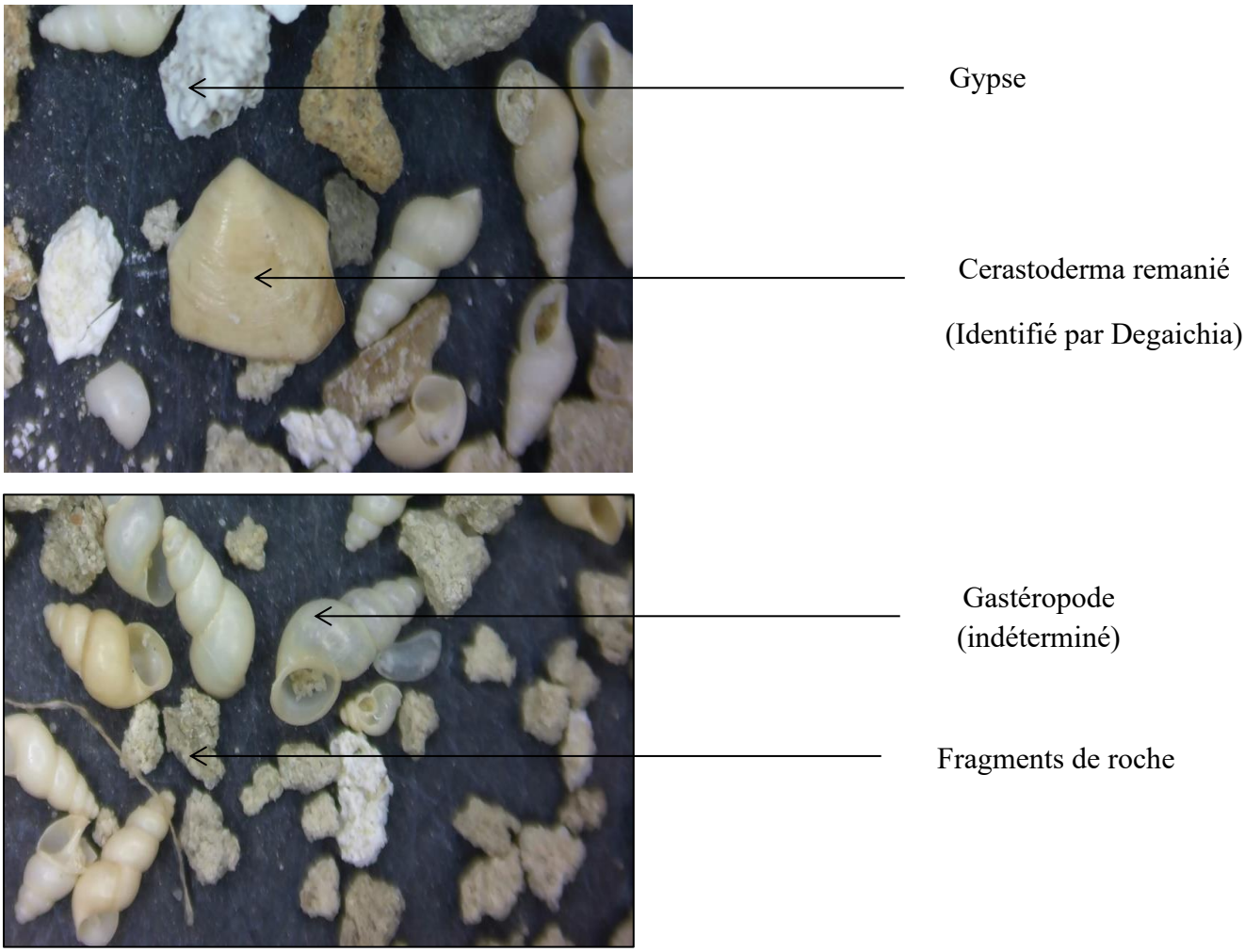


Figure 13 : Morphoscopie des échantillons

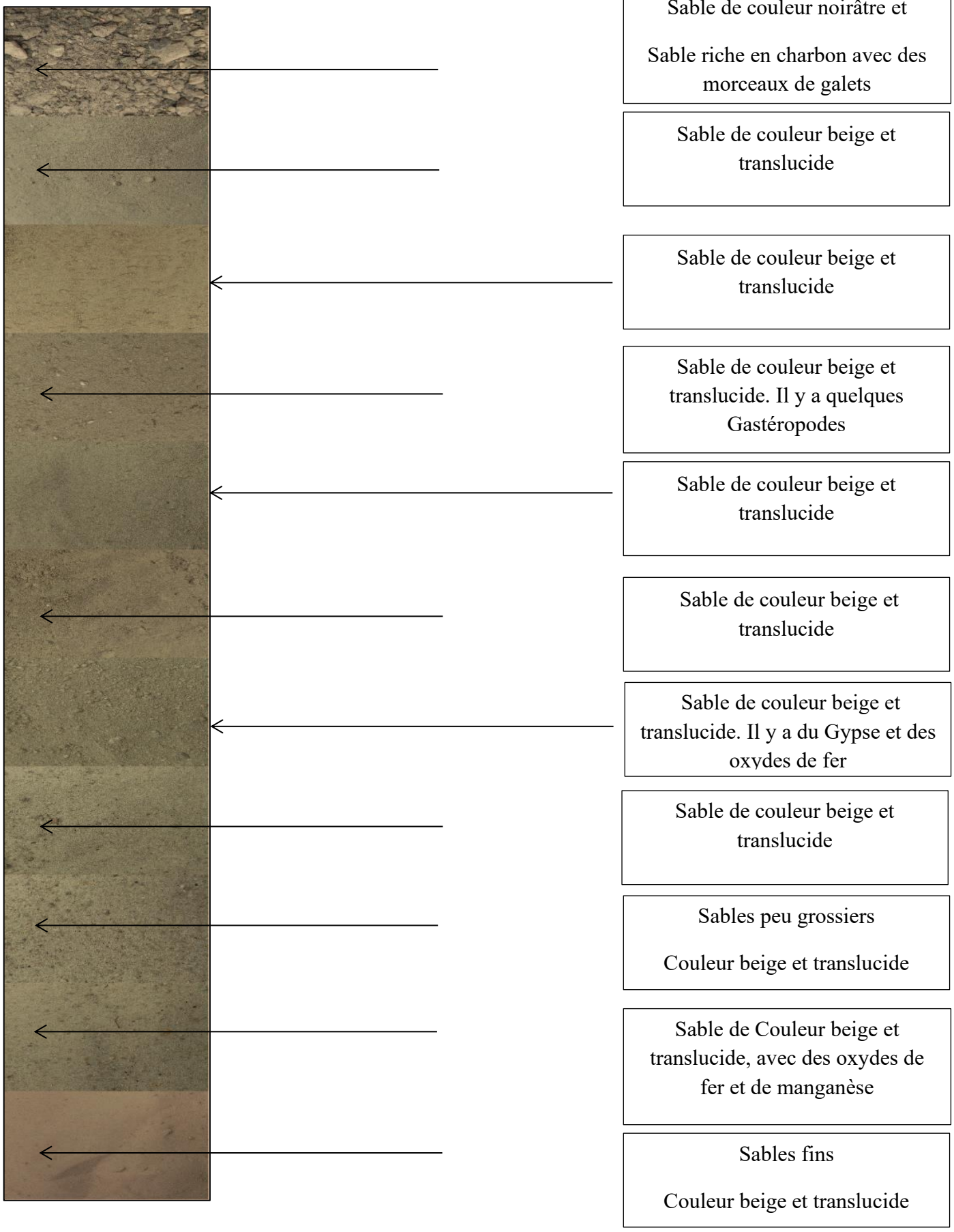


Figure 14 : Log lithostratigraphique des sédiments de la zone étudiée.

V. LITHOLOGIE, FAUNE ET MORPHOSCOPIE DES SEDIMENTS ETUDIES :

La lithologie des échantillons a été déterminée à l'aide d'une loupe binoculaire. Ces échantillons présentent une composition hétérogène, comprenant principalement du quartz, des fragments de roches et des oxydations de fer et manganèse et de charbon. Des niveaux riches en mollusques (gastéropodes et lamellibranches) ont détectés par analyse morphoscopique.

L'échelle de Cailleux (1969) a été utilisée pour évaluer le degré d'usure des particules sédimentaires, permettant une comparaison avec des figures géométriques standardisées. Lors de l'analyse granulométrique, chaque fraction tamisée a été examinée séparément à la loupe binoculaire sur un fond contrasté (noir/blanc) pour améliorer la visibilité des contours des grains.

Une analyse morphoscopique portant sur 50 grains par échantillon a révélé une prédominance de grains subémoussés luisants (Degaichia, 2001 ; Degaichia & Salhi, 2013). Les sables ont été traités à l'acide chlorhydrique (HCl) et à l'eau oxygénée (H_2O_2) pour éliminer les carbonates et la matière organique, puis séparés en quatre fractions granulométriques :

- FS : 2,0 – 0,5 mm
- FI : 0,5 – 0,315 mm
- FII : 0,315 – 0,16 mm
- FIII : 0,16 – 0,04 mm

La morphoscopie des grains de quartz (fraction FI) a été réalisée selon le protocole de Cailleux & Tricart (1959), permettant d'étudier leur forme et leur surface afin de déduire leur mode de transport. Les résultats indiquent une nette dominance de grains peu émoussés luisants et émoussés luisants tandis que les grains non usés sont minoritaires. La quasi-totalité des grains sont propres et présentent une surface luisante.

Tableau 4 : Description globale des échantillons

Echantillons	Couleurs	Fraction terrigène					Fraction biogénique
		Quartz	Fragments de Roches	Oxyde de fer et de Manganèse	Gypse	Charbon	Mollusque (Lamellibranche, Gastéropode)
01	Beige et translucide	+++	+	++	+	–	–
03	Beige et translucide	+++	+	++	+	–	–
04	Beige et translucide	+++	+	++	+	–	–
05	Beige et translucide	+++	+	++	+	–	–
06	Beige et translucide	+++	+	++	+	–	–

07	Beige et translucide	+++	+	++	+	_	_
08	Beige et translucide	+++	+	++	+	_	_
09	Beige et translucide	+++	+	++	+	_	+
10	Beige et translucide	+++	+	++	+	_	_
11	Beige et translucide	+++	+	++	+	_	+++
12	Noirâtre	+++	+	++	++	+++	_

VI. ÉVOLUTION DES INDICES MORPHOSCOPIQUES DES SEDIMENTS DE L'OUED RIGH :

A. Degré d'usure :

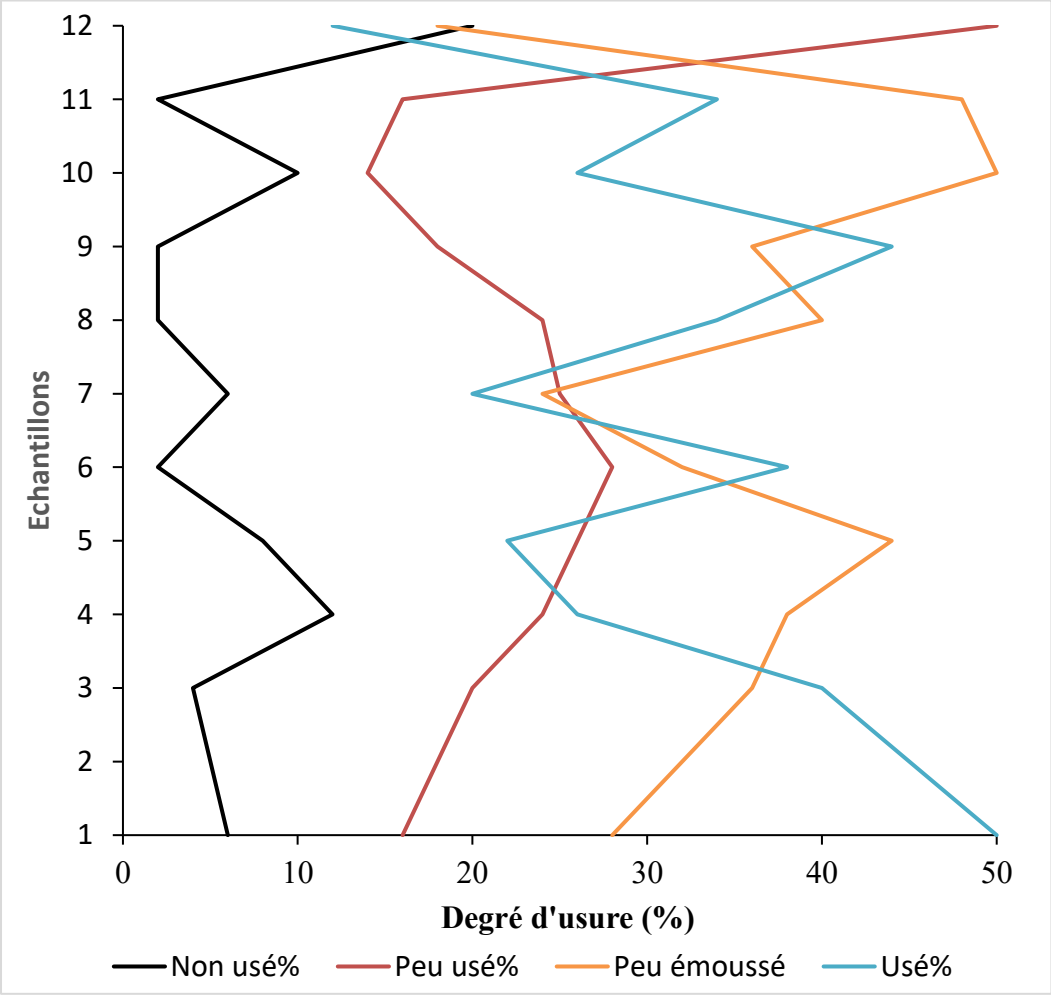


Figure 15 : Évolution morphoscopie de Degré D'usure des grains des sables de l'Oued Righ

Les grains peu émoussés et peu usés sont les plus abondants, avec des pourcentages qui varient entre 15 % et 50 %. En revanche, les grains usés montrent aussi une variation de 15-50%, par contre les grains non usés sont les plus faibles de pourcentage de 5-12 %. Cela indique que les grains ont subi une usure modérée, suggérant un transport relativement court ou des conditions d'érosion limitées.

A. Degré d'arrondissement :

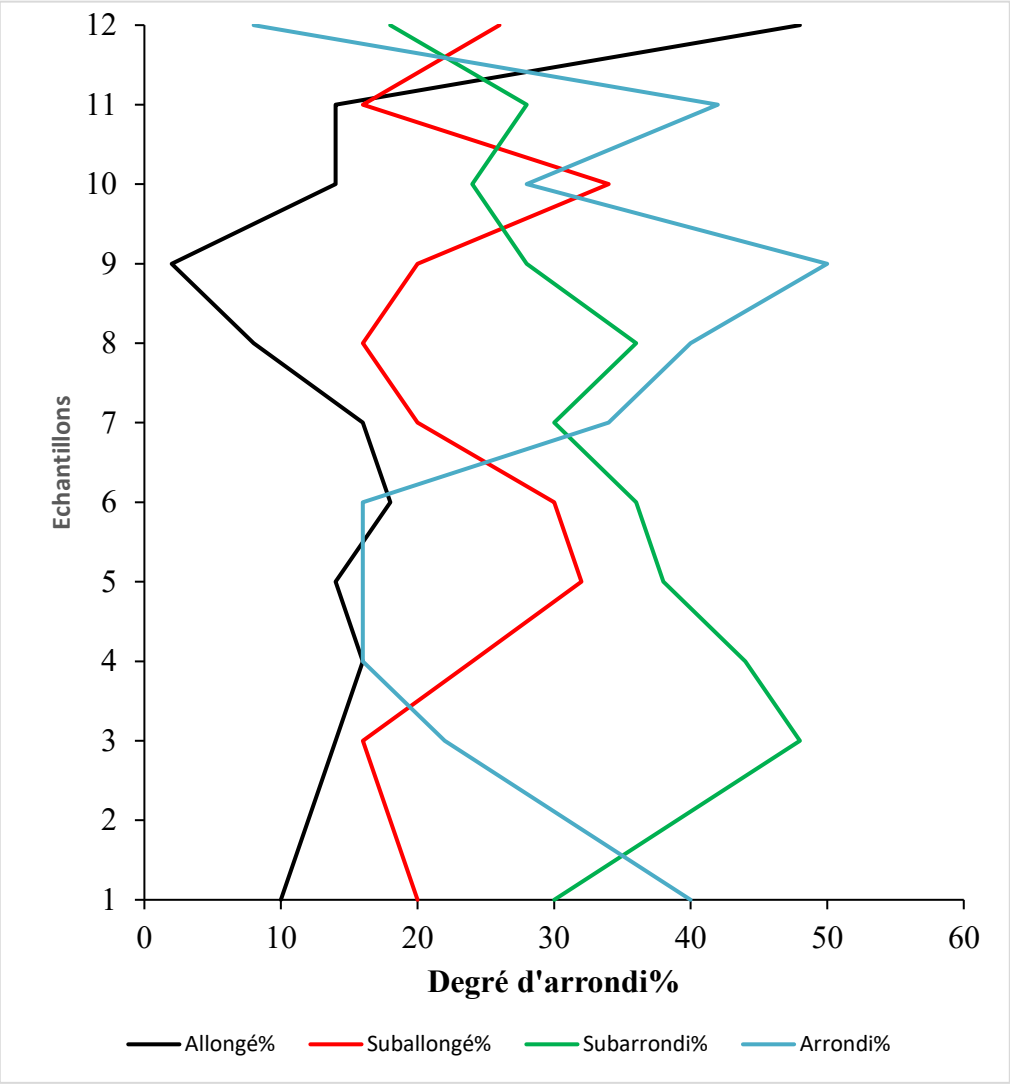


Figure 16 : Evolution morphoscopie de Degré D'arrondi des grains des sables de l'Oued Righ

Ce graphique montre l'évolution de la forme des grains dans 12 échantillons. On observe que les grains arrondis er subarrondis sont les plus dominante de pourcentage élevée de 30-50%, aussi les grains suballongés marquants un pourcentage de 20-35%, par contre les grains les plus faibles sont les grains allongés on noter un seul échantillon (12) marquer un pourcentage de 48%.

B. État de la surface :

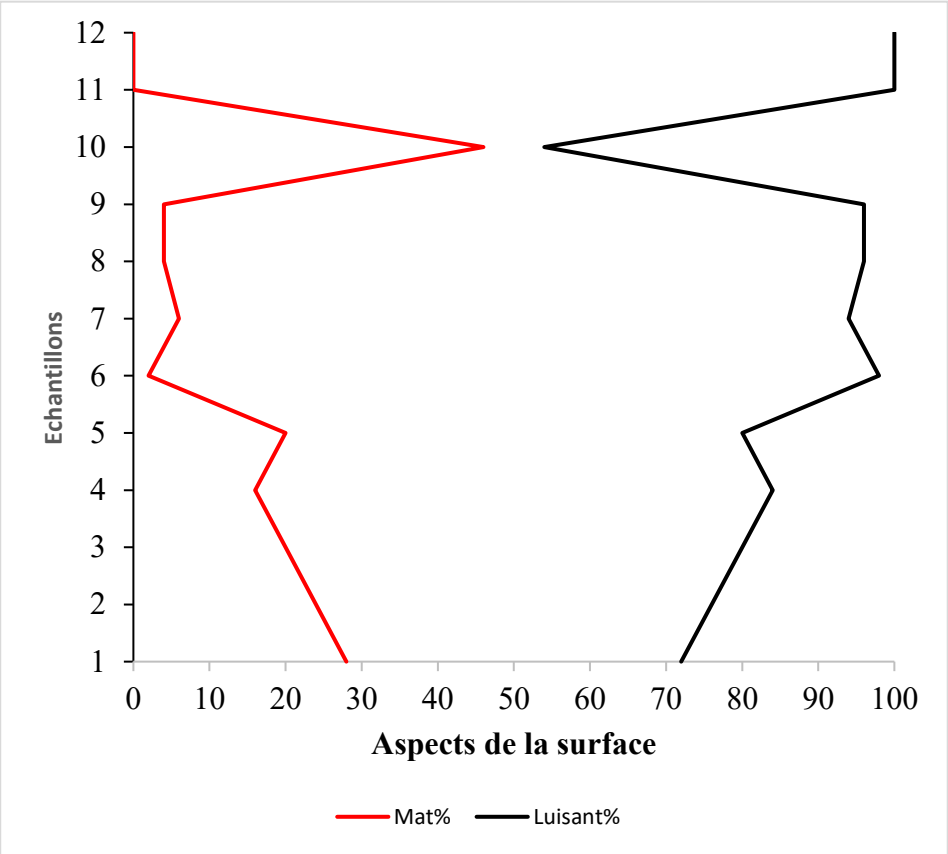


Figure 17 : Évolution morphoscopie d'Aspect de la surface des grains des sables de l'Oued Righ

On observe une nette dominance des grains à surfaces luisante sur l'ensemble des échantillons étudiés (0 à 12), avec des valeurs supérieures à 70 %, tandis que les grains mats apparaissent comme minoritaires avec moins de 30%.

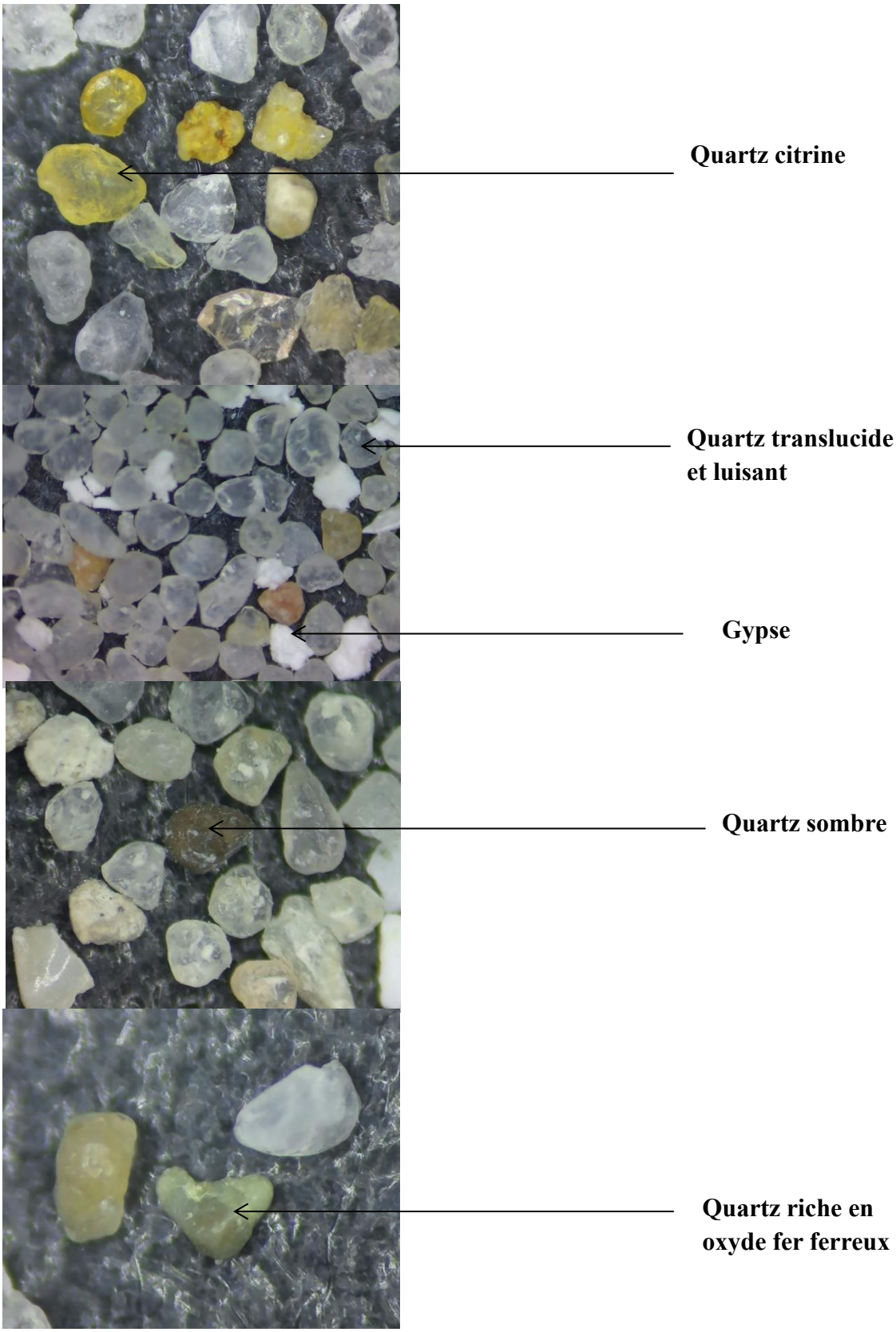


Figure 18 : Morphoscopie des sables de l'Oued Righ

Tableau 5 : Moyennes des pourcentages des indices de l'évolution morphoscopique des grains de sables d'Oued Righ

Echantill-on	Usure				Arrondissement				Etat de la surface	
	Non usé (%)	Peu usé (%)	Peu émoussé (%)	Usé (%)	Allongé (%)	Sub-allongé (%)	Sub-arrondi (%)	Arrondi (%)	Mat (%)	Luisant (%)
1	6	16	28	50	10	20	30	40	28	72
3	4	20	36	40	14	16	48	22	20	80
4	12	24	38	26	16	24	44	16	16	84
5	8	26	44	22	14	32	38	16	20	80
6	2	28	32	38	18	30	36	16	2	98
7	6	25	24	20	16	20	30	34	6	94
8	2	24	40	34	8	16	36	40	4	96
9	2	18	36	44	2	20	28	50	4	96
10	10	14	50	26	14	34	24	28	46	54
11	2	16	48	34	14	16	28	42	0	100
12	20	50	18	12	48	26	18	8	0	100

C. Identification des paramètres granulométriques des sablede l'Oued Righ

Pour retracer l'évolution sédimentologique des dépôts de la zone étudiée, une analyse granulométrique détaillée a été réalisée. Les méthodes graphiques ont permis d'interpréter les données collectées et de mettre en évidence les principales caractéristiques des sédiments. Les paramètres sédimentologiques ont été calculés, analysés et croisés à l'aide d'Excel.

Phi	Grade		mm	µm
-8	Bloc	GRAVIER	256	256000
-5	Galet		64	64000
-2	Caillou		4	4000
-1	Granule		2	2000
0	Très grossier	SABLE	1	1000
1	Grossier		0.5	500
2	Moyen		0.25	250
3	Fin		0.125	125
4	Très fin		0.0625	62.5
5	Grossier	VASE	0.0313	31.3
6	Moyen		0.0156	15.6
7	Fin		0.0078	7.8
8	Très fin		0.0039	3.9
	Argile			

Figure 19 : Classification dimensionnelle des sédiments détritiques en mm et en µm et leurs équivalents à l'échelle phi (d'après C.K. Wentworth, 1922)

1. **<u>Le mode</u>**

Les histogrammes permettent de déterminer directement le mode d'une distribution granulométrique, correspondant aux sommets des "cloches" observées. Dans cette étude, toutes les courbes présentent un seul pic, indiquant une distribution unimodale, ce qui suggère la présence d'une seule source sédimentaire dominante.

.

Tableau 6 : Moyennes des pourcentages des indices de l'évolution morphoscopique des grains de sables de l'Oued Righ

Echantillons	M1 (ϕ)	M1 (mm)	P1 (%)	M2 (ϕ)	M2 (mm)	P2 (%)	M3 (ϕ)	M3 (mm)	P3 (%)
1	2,5	0,18	37	_	_	_	_	_	_
3	_	_	_	1,49	0,36	29	_	_	_
4	_	_	_	_	_	_	1,6	0,33	12,4
5	_	_	_	1,68	0,31	25,45	_	_	_
6	2,32	0,20	34,35	_	_	_	_	_	_
7	2,64	0,16	27,88	_	_	_	_	_	_
8	_	_	_	1,68	_	_	_	_	_
9	_	_	_	_	_	_	2,02	0,25	18,27
10	3	0,13	38,56	_	_	_	_	_	_
11	3,23	0,11	20,3	_	_	_	_	_	_

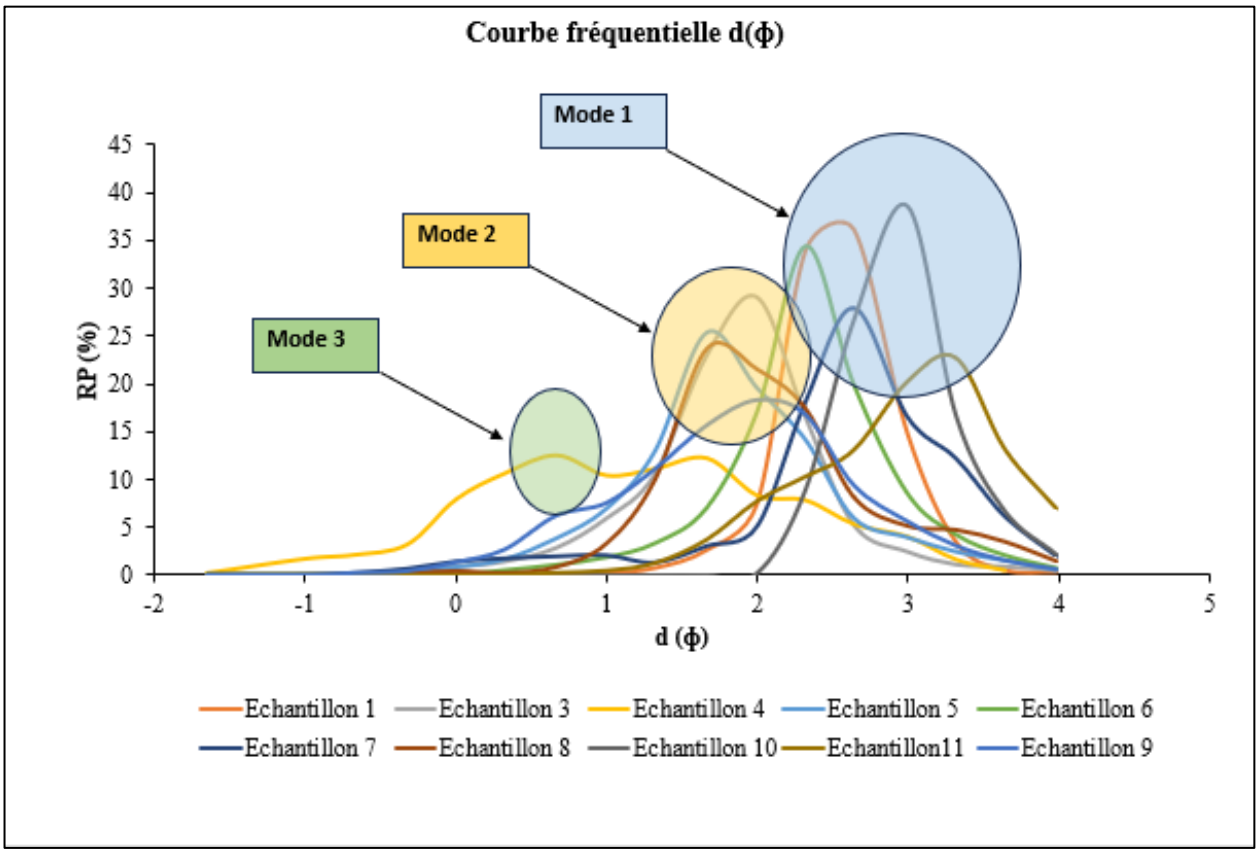


Figure 20 : courbes représentatives les modes des sables de l'Oued Righ.

Le Tableau 6 et la Figure 20 synthétisent l'évolution modale des sédiments de l'Oued Righ, mettant en évidence trois modes distincts. La distribution granulométrique des échantillons analysés est majoritairement unimodale. Le Mode 1 est dominant, avec des proportions variantes entre 20,3 % et 38,5 %. Le Mode 2 présente des valeurs comprises entre 24 % et 29 %. Le Mode 3 n'apparaît que dans les échantillons 4 (12,4 %) et 9 (18,27 %), témoignant d'une contribution secondaire

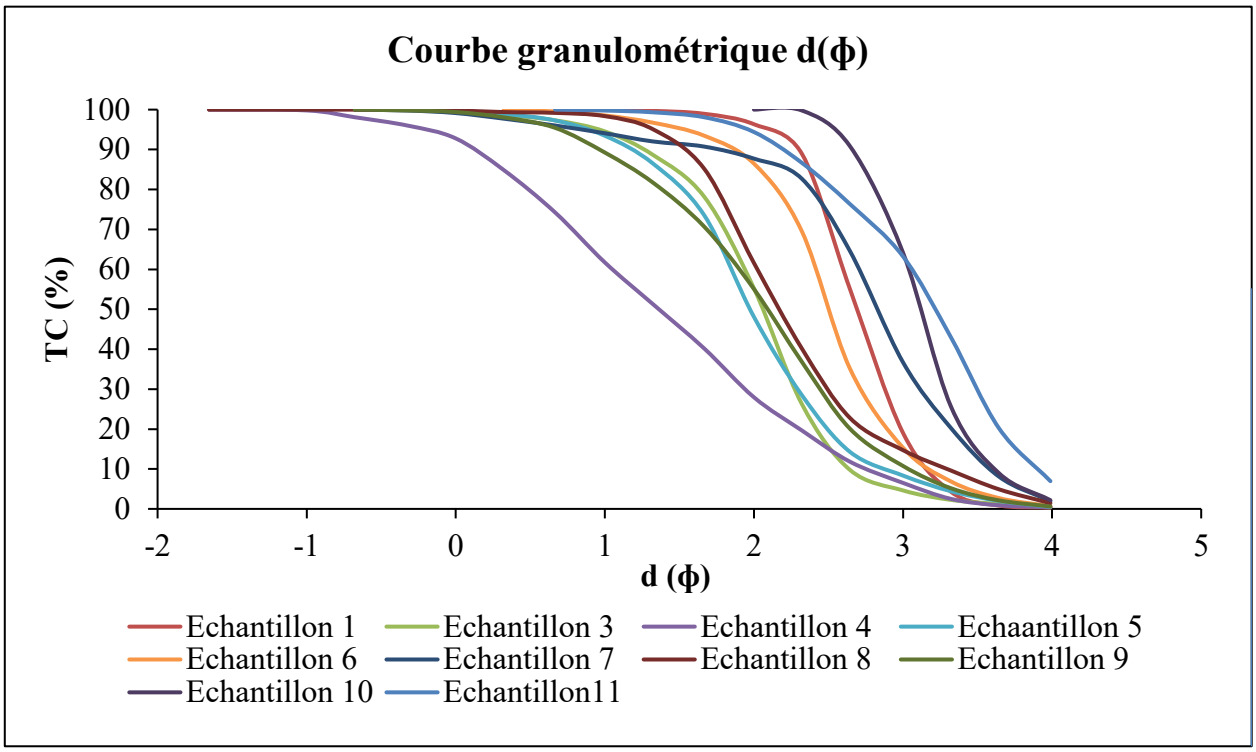


Figure 21 : courbes granulométriques les sédiments de l'Oued Righ

En générale les sables de l'Oued Righ sont grains étalés et mal classé

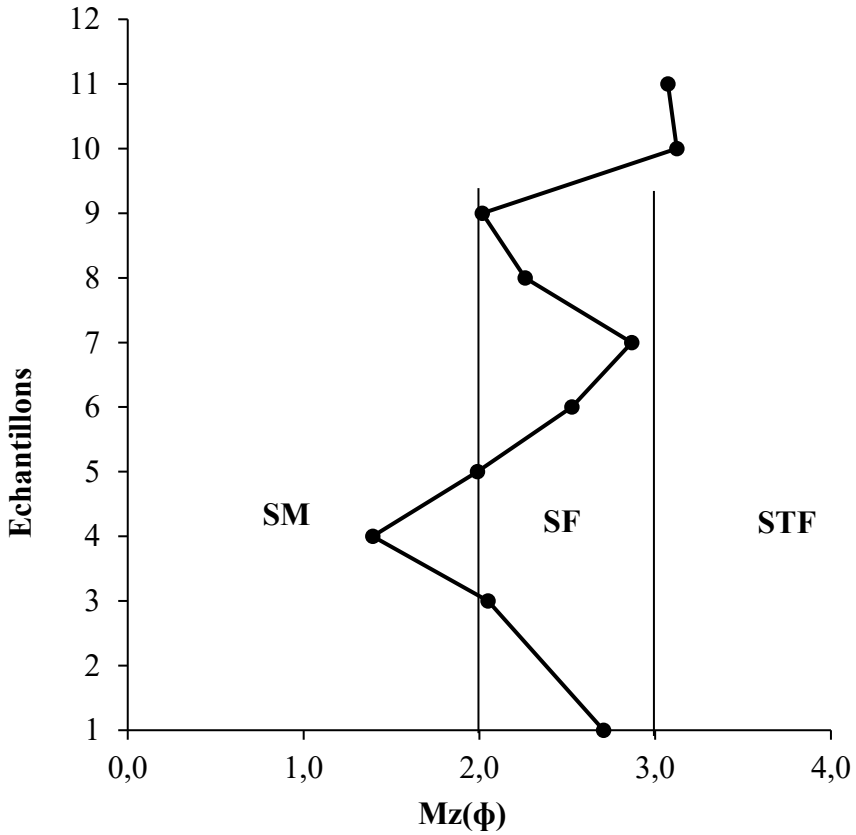
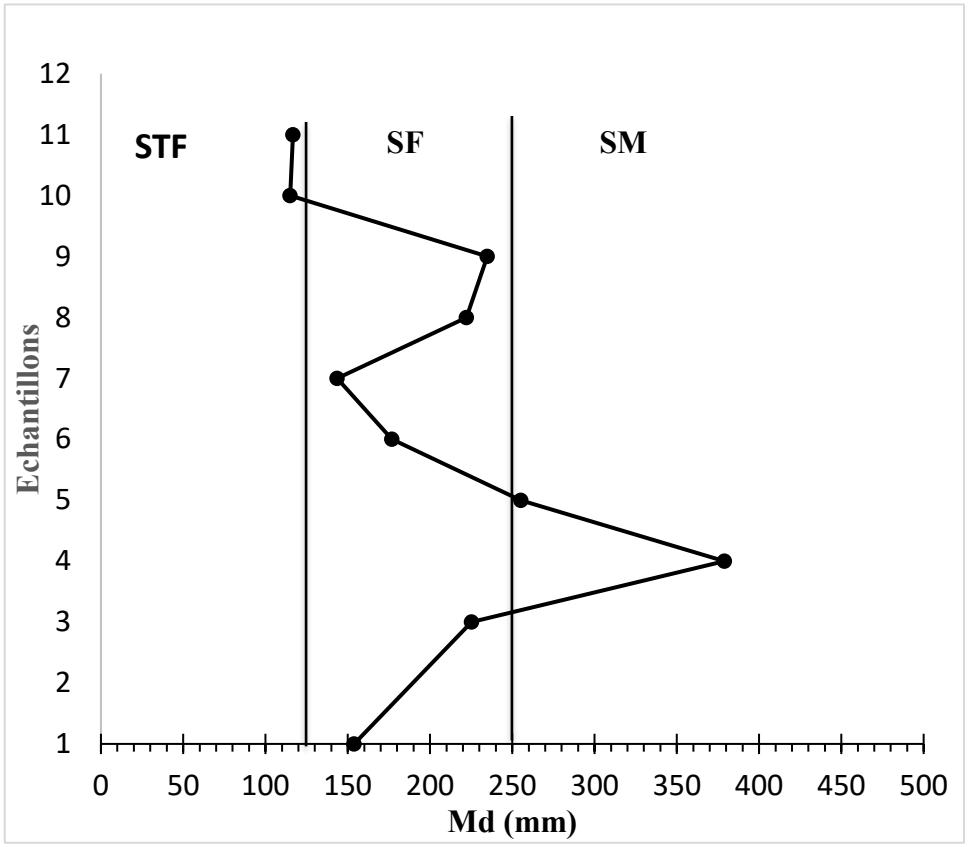


Figure 22 : Évolution du grain moyen dans les sédiments de l'Oued Righ

Dans les échantillons présentent, en général sont des sables fins (7 échantillons)et deux échantillons (10 et 11) sont des sables très fins et un seul échantillon qu'il s'agit d'un sable moyen.



2. Classement

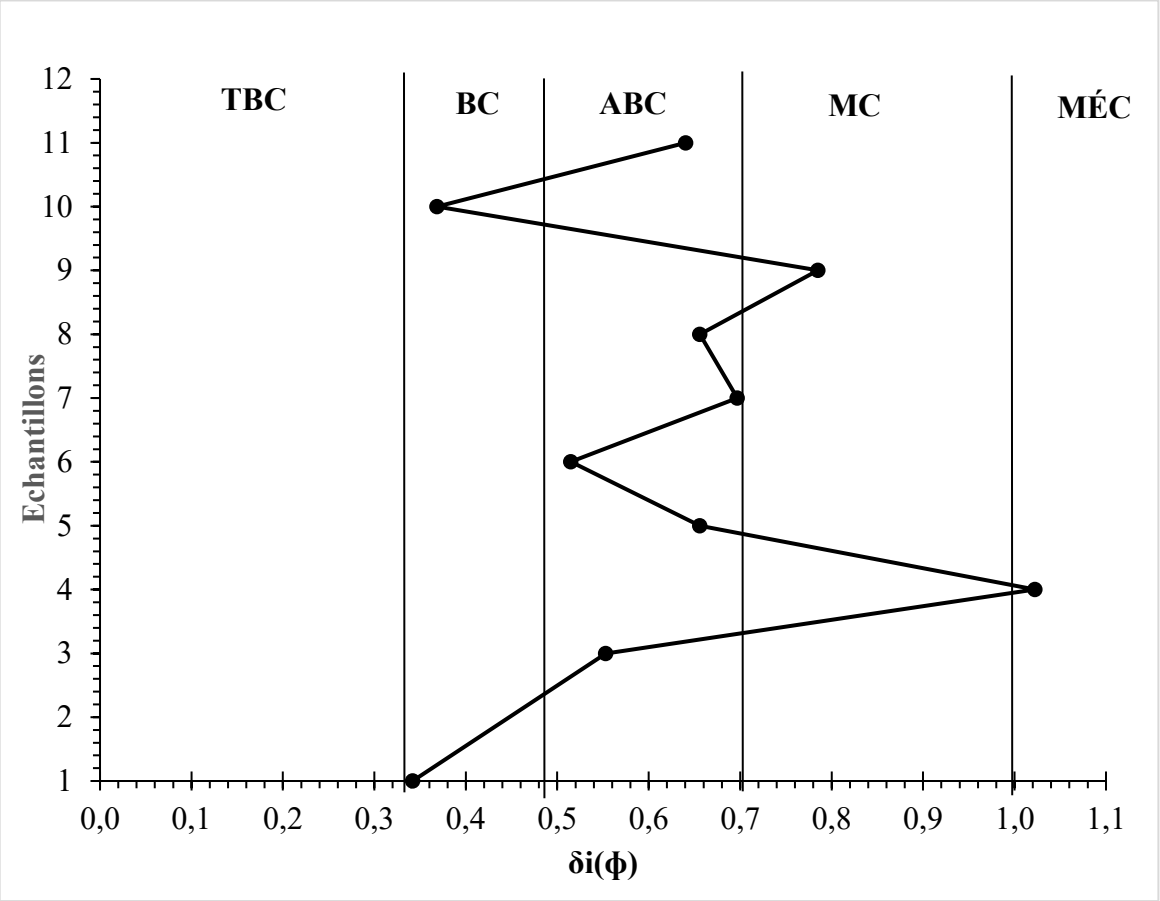


Figure 23 : Évolution de l'indice de classement des sédiments de l'Oued Righ.

La majorité des grains sont des sables assez bien classés (6 échantillons), un échantillon très bien classé (échantillon 1), un échantillon bien classé (échantillon 10), un échantillon moyennement classé (échantillon 9), un échantillon médiocrement classé (échantillon 4), Alors, ces sables sont assez bien classés (Folk & Ward 1957).

3. Indice d'asymétrie (Skewness)

Selon Folk et Word (1957) :

+1,00 > Ski > +0,30 : forte asymétrie vers les petites tailles ;

+0,30 > Ski > +0,10 : asymétrie vers les petites tailles ;

+0,10 > Ski > -0,10 : symétrie granulométrique de l'échantillon ;

- 0,10 > Ski >-0.30 : asymétrie vers les grandes tailles ;

- 0,30 > Ski > - 1,00 : forte asymétrie vers les grandes tailles.

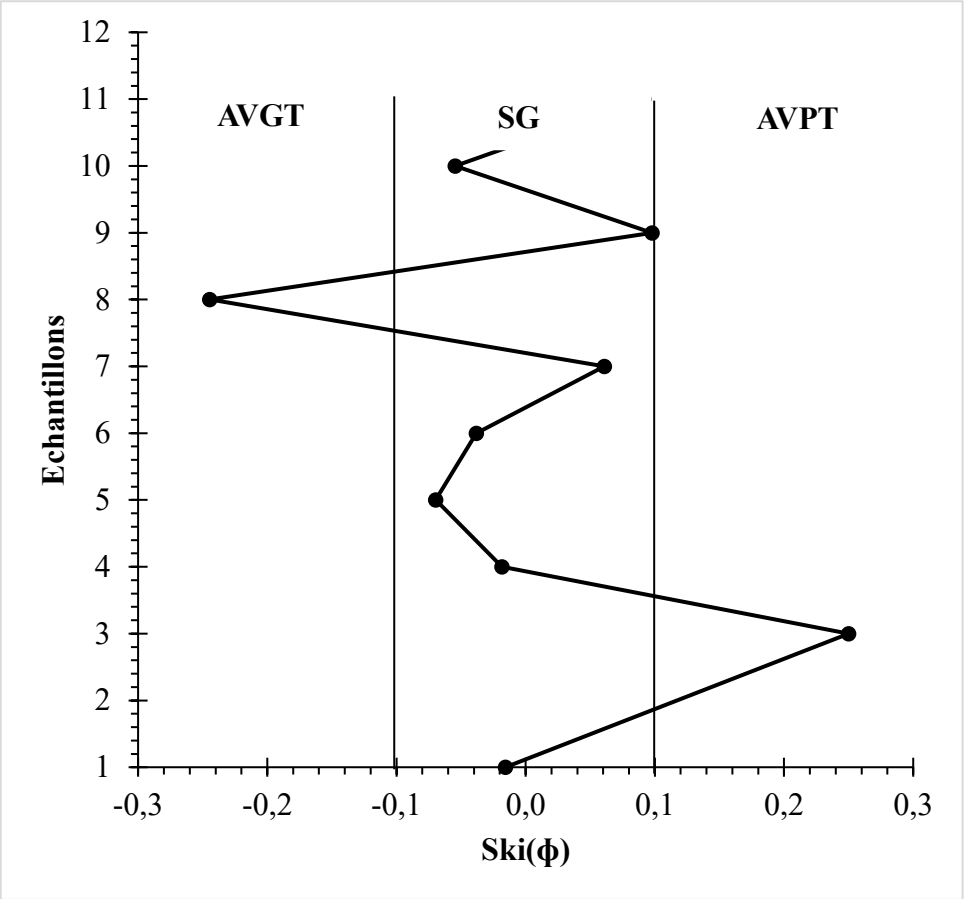


Figure 24 : Évolution de l'indice d'asymétrie des sédiments de l'Oued Righ

Les sables de l'Oued Righ montrent une symétrie granulométrique (9 échantillons), sauf un seul échantillon qui aune valeur de Ski comprises entre supérieur à 1, ce dernier montre une asymétrie vers les petites tailles (Figure 23)

4. Indice d'acuité ou d'aplatissement (KG)

.

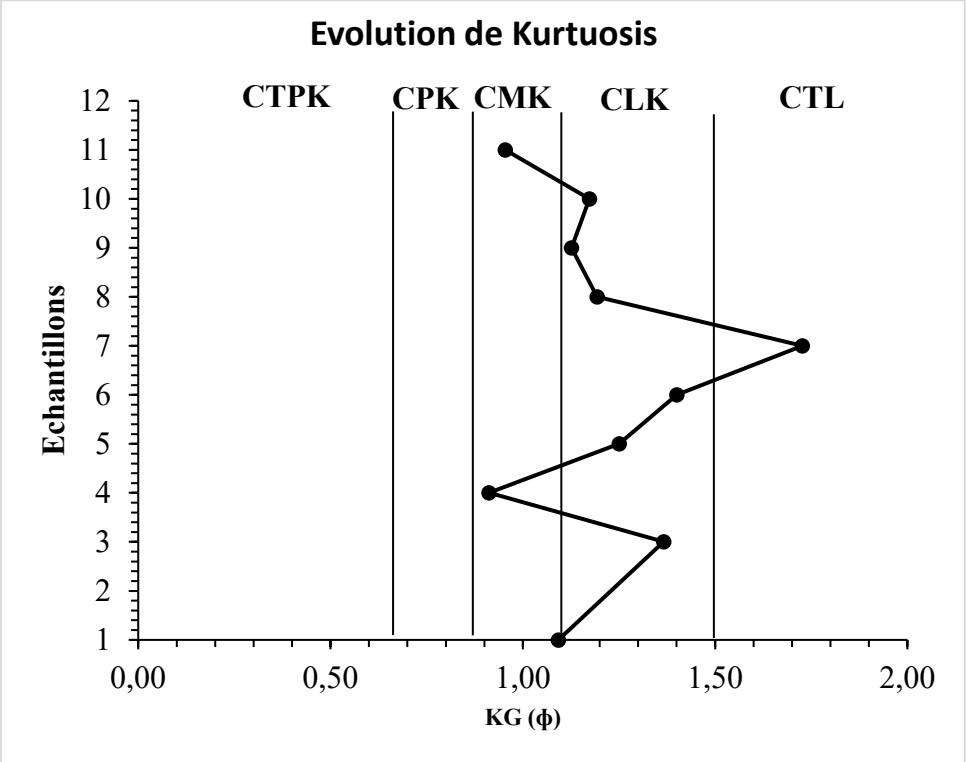


Figure 25 : Évolution de l'indice d'acuité des sédimentsde l'Oued Righ

Légende :

CMK : courbe mésokurtique ; **CLK** : courbe leptokurtique ; **CTL** : courbe très leptokurtique, **CTPK :** courbe très platykurtique, **CPK :** courbe platykurtique

06 échantillons ont une distribution leptokurtique avec une valeur maximale de 1,4ϕ présente dans l'échantillon 6, un seul échantillon (7) qui a une distribution très leptokurtique et deux échantillons (11 et 4) ont une distribution mésokurtique, les courbes très platykurtique et les courbes platykurtique sont absent dans ce cas

Dans une courbe de Gauss, en forme de cloche, ce paramètre calcule le rapport entre le classement aux extrémités et le classement au centre de la courbe.

K_G<0,67	**Courbe très platykurtique**
0,67-0,90	**Courbe platykurtique**
0,90-1,11	**Courbe mésokurtique**
1,11-1,50	**Courbe leptokurtique**
1,50-3,00	**Courbe très leptokurtique**
3<K_G	**Courbe extrêmement leptokurtique**

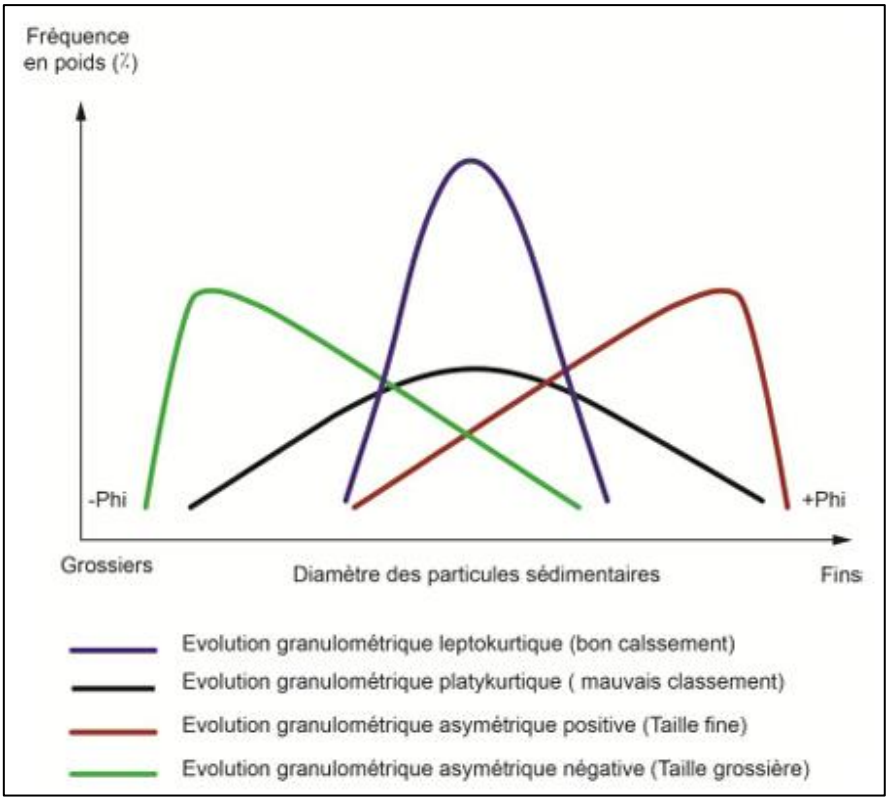


Figure 26 : Courbe de fréquence (classement et asymétrie, in Degaichia. A, 2014)

Tableau 7 : Tableau récapitulatif des paramètres sédimentologique

N° de l'échantillon	Md(ϕ)	C (ϕ)	Mz(ϕ)		Ski(ϕ)		KG(ϕ)		δi(ϕ)	Classement
1	2,7	1,65	2,71	SF	-0,02	SG	1,09	CM	0,34	Très bien
3	2,15	0 ,25	2,05	SF	0,25	FAVPT	1,37	CL	0,55	Assez bien
4	1,4	-0,75	1,39	SM	-0,02	AVGT	0,91	CM	1,02	Médiocrement
5	1,97	0,33	1,99	SM	-0,07	AVGT	1,25	CL	0,66	Assez bien
6	2,5	1	2,53	SF	-0,04	SG	1,40	CL	0,51	Assez bien
7	2,8	0,1	2,87	SF	0,06	SG	1,73	CTL	0,70	Moyennement
8	2,17	0,9	2,26	SF	-0,24	FAVGT	1,19	CL	0,66	Assez bien
9	2,09	0,18	2,02	SF	0,10	FAVPT	1,13	CL	0,79	Moyennement
10	3,12	2,39	3,12	SF	-0,05	SG	1,17	CL	0,37	Bien
11	3,1	1,45	3,07	SF	0,09	FAVPT	0,95	CM	0,64	Assez bien

Légende :

SF : Sable Fin, **SM** : Sable Moyen, **SG** : Symétrie Granulométrique, **FAVPT** : Forte Asymétrie Vers les Petites Tailles, **AVGT** : Asymétrie Vers les Grandes Tailles, **CM** :Courbe Mésokurtique, **CL** : Courbe Leptokurtique.

VII. RELATION ENTRE LES PARAMETRES SEDIMENTOLOGIQUES ET L'ENVIRONNEMENT DE DEPOTS DES SEDIMENTS DE L'OUED RIGH :

A. Relation entre (Ski/Mz)

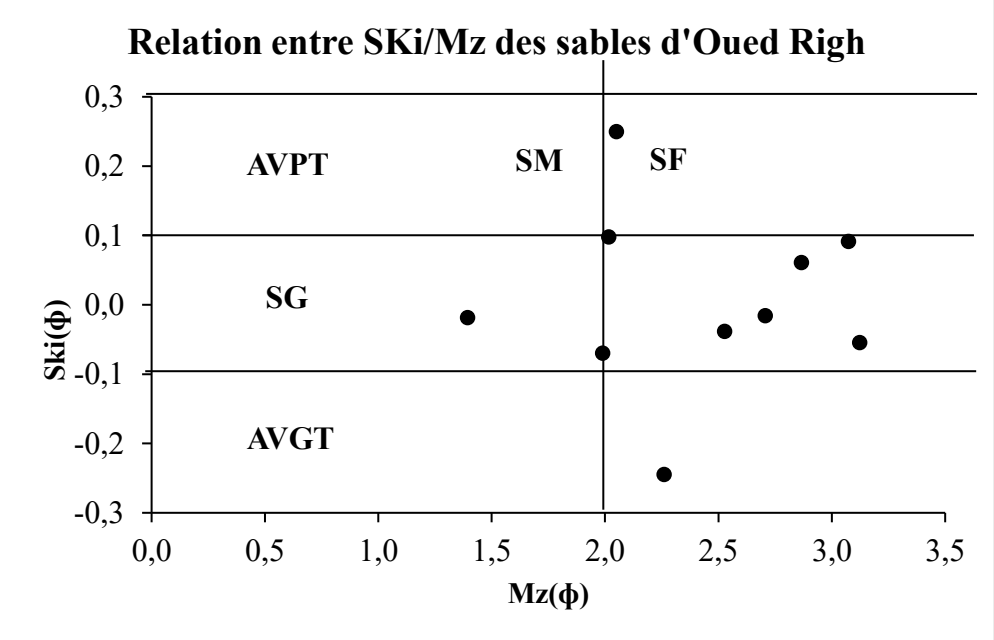


Figure 27: Relation entre (Ski/Mz)

Légende :

AVPT : assez vert les petites tailles, **SG :** symétrie granulométrique, **AVGT** : assez vers grande taille, **SM :** Sable moyen, **SF :** sable fin

La majorité des sédiments de l'Oued Righ sont des sables fins, rarement des sable moyen (un seul échantillon avec une symétrie granulométrique majoritaire, un seul échantillon assez vert les petites tailles, et un échantillon assez vers les grandes tailles.

B. Relation entre (Ski/δi)

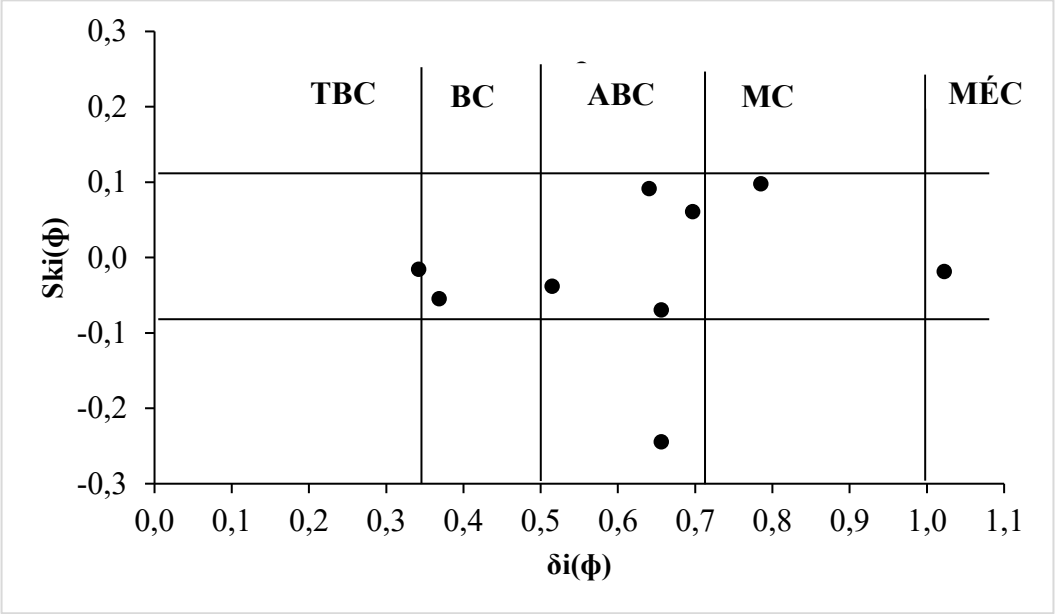


Figure 28 : Relation entre (Ski/δi)

La majorité des sédiments de l'Oued Righ sont des sables assez bien classés (6 échantillons) et un échantillon très bien classé, un échantillon moyennement classé et un échantillon médiocrement classé.

C. Relation entre (Mz/δi)

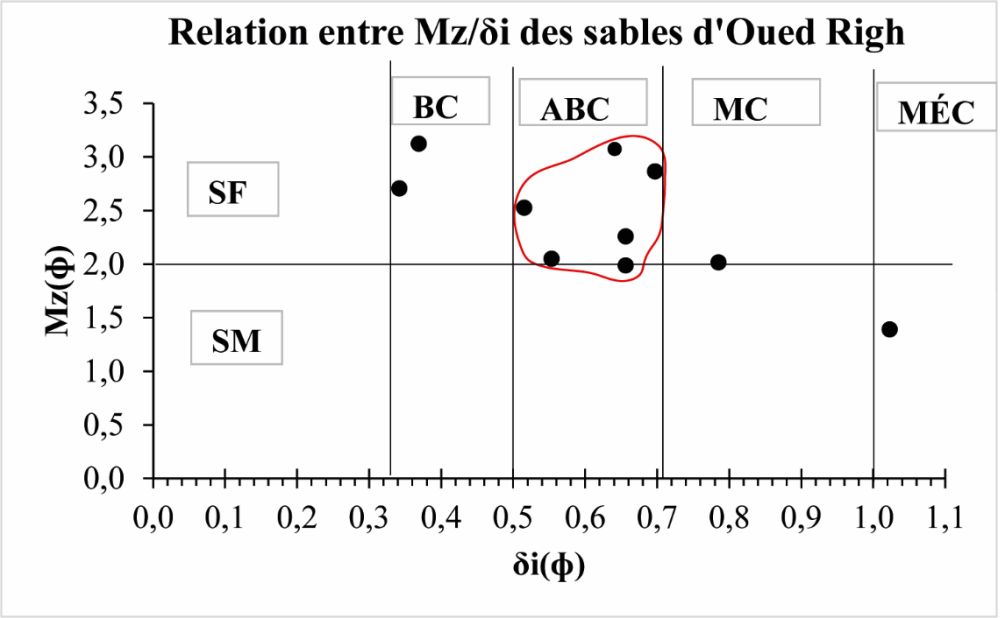


Figure 29 : Relation entre (Mz/δi)

Légende :

SF : sables fins, **SM** : sables moyens, **BC** : bien classé, **ABC** : assez bien classé, **MC** : moyennement classé, **MÉC** : médiocrement classé

Les sédiments de l'Oued Righ sont des sables de taille fins.Il s'agit des sables assez bien classés, bien classés et parfois moyennement classés et médiocrement classés.

VIII. ANALYSE TEXTURALE

Tableau 8 : Analyse texturale des sédiments de l'Oued Righ

Échantillon	Épaisseur(cm)	Poids des rudites(g)	Poids des arénites(g)	Poids des lutites(g)	Rudites (%)	Arénites (%)	Lutites (%)
1	0	0	95,7	0,2	0,00	99,8	0,2
3	50	0	97,2	0,3	0,00	99,7	0,30
4	100	0,2	99,6	0,1	0,20	99,7	0,1
5	150	0	99,4	0,4	0,00	99,60	0,40
6	200	0	88,8	0,2	0,00	99,8	0,20
7	250	0	92,9	1	0,00	99	1
8	300	0	97,9	1,3	0,00	98,7	1,3
9	350	0	98,6	0,4	0,00	99,60	0,40
10	400	0	91,8	0,5	0,00	99,5	0,50
11	450	0	89,2	6,8	0,00	93	7

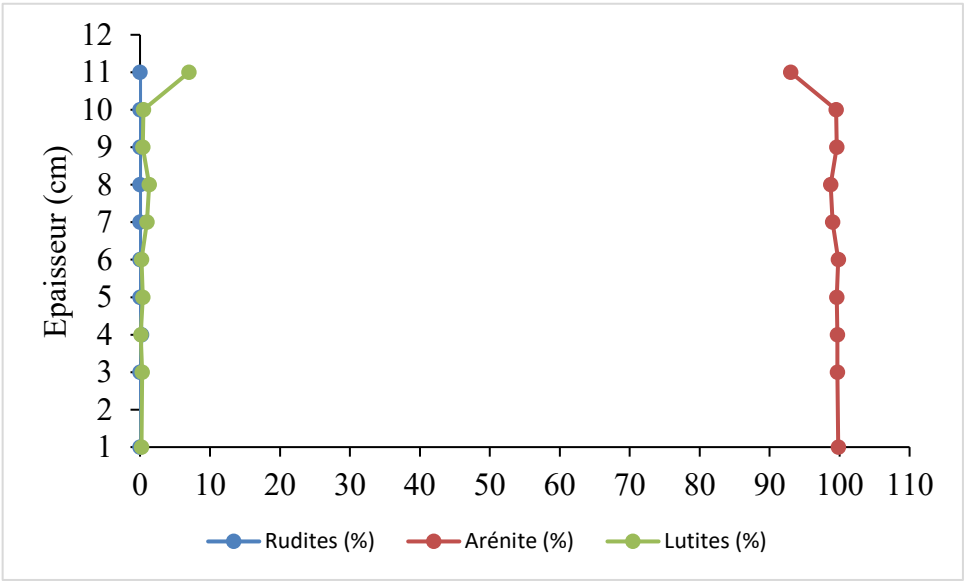


Figure 30 : Analyse texturale des sédiments de l'Oued Righ

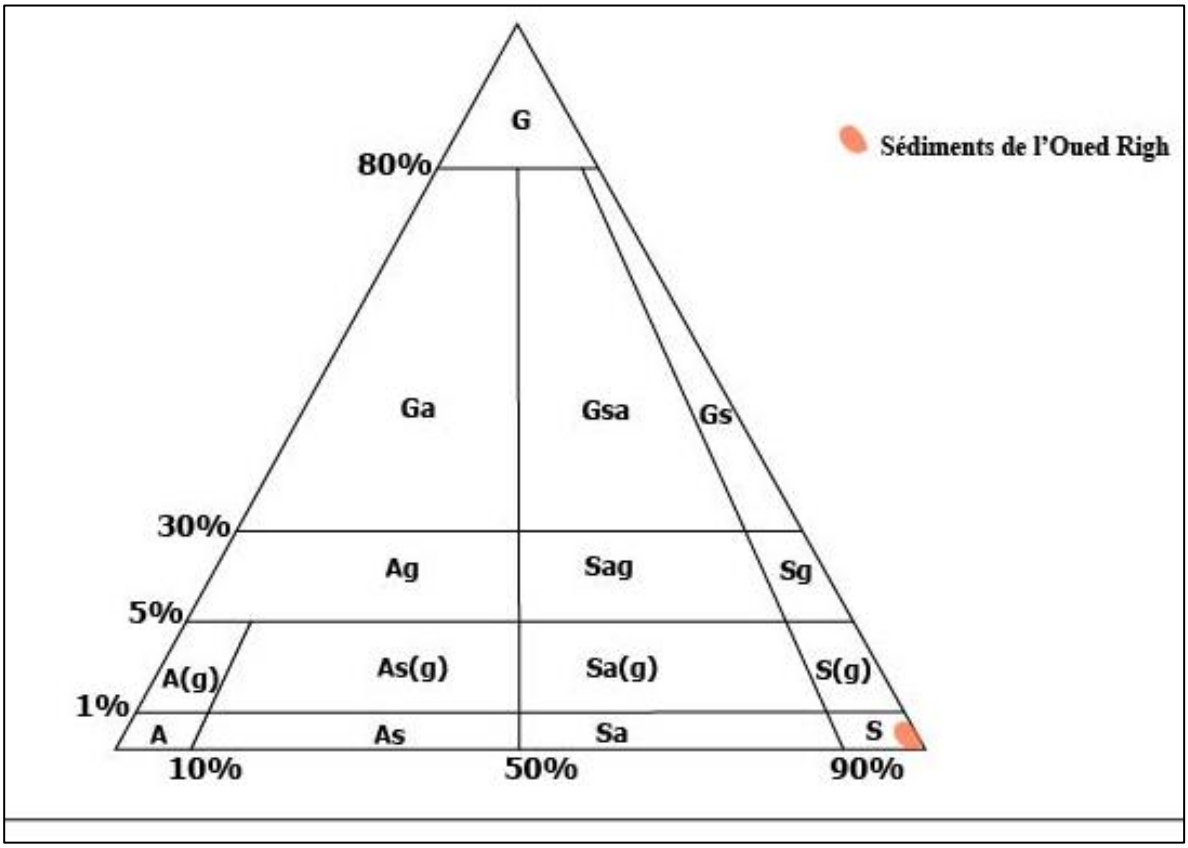


Figure 31 : Analyse texturale des sédiments d'Oued Righ

Tous les échantillons sont des sables d'après la classification de Folk. On constate que les sédiments sont sableux tandis que l'échantillon 7 est légèrement graveleux.

CONCLUSION

Les sédiments de l'Oued Righ présentent une granulométrie moyenne à fine avec un tri variable (bien à assez bien classé), indiquant un environnement de dépôt mixte fluviatile-éolien. Contrairement aux sables marins quartzeux riches en bioclastes, les sables de l'oued sont dominés par des grains sub-anguleux à émoussés, témoignant d'un transport principalement fluviatile et secondairement éolien. La répartition granulométrique montre une décroissance similaire aux systèmes dunaires, mais avec des signatures sédimentaires typiquement continentales: absence de microfaune marine et présence potentielle de carbonates d'origine continentale. Ces caractéristiques reflètent des processus de transport et de dépôt propres aux milieux désertiques et aux oueds sahariens, marqués par des crues épisodiques et un remodelage éolien continu.

BIBLIOGRAPHIE

Ballais, J. L. (2010). Des oueds mythiques aux rivières artificielles: l'hydrographie du Bas-Sahara algérien. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, (Volume 4), 107-127.

Bel, F., & Cuche, D. (1969). Mise au point des connaissances sur la nappe du Complexe Terminal; ERESS. *Ouargla. Algérie*, *3*.

Berthois, L. (1956). Technique d'analyse granulométrique: Ecole Pratique des Hautes Etudes, Lab. *Géomorphologie, Notes Mem. etDoe, Mem*, (6).

Berthois L (1975) Etude sédimentologique des roches meubles (techniques et méthodes) – Doin Edit. – Paris – 278p.

Bietlot, A. (1940). *Méthodes d'analyses granulométriques. Application à quelques sables éocènes belge Mém. Soc. Géol. Belgique*, *64*(2), 79-169.

Bougrinat A. (2013). Caractérisation sédimentologique des buttes témoins sableuses de la région d'El khafji (ouest de la ville d'Ouargla). Mémoire de master. ULT. Tébessa. 35 Fig. 20 Tab. 90p.

Bull, W. B. (1977). The alluvial-fan environnement. *Progress in physicalgéography,* 1(2), 222-270.

Busson, G., & Rognon, P. (1973, March). Interprétation paléogéographique des séries mésozoïques du Sahara algéro-tunisien. In *Annales de Géographie* (Vol. 82, No. 450, pp. 237-239). Armand Colin.

Conrad, G. (1969). *L'évolution continentale post-hercynienne du Sahara algérien:(Saoura, Erg Chech-Tanezrouft, Ahnet-Mouydir)* (Vol. 10). Éditions du Centre national de la recherche scientifique.

Cornet 1964, G Busson,1967-1970, G Conrad, 1970. Fabre, 1976, Bel et Cuche, 1970, 1969.

Cornet, A. (1964). Introduction à l'hydrogéologie saharienne. Revue de géographique, physique et de géologie dynamique (part 2), VI, 1, 5-72.

Degaichia, A. (2001). Aspects sédimentologiques du dépôt mio-plio-quaternaire de la zone avoisinante au barrage de Foum el Khanga (Sedrata, NE de l'Algérie). Thèse de Magistère. 121p.

Degaichia, A. (2014). Sédimentologie et paléoenvironnements des sédiments du pliocène du fossé d'effondrement de Tébessa et ses abords (Atlas saharien oriental, ne de l'Algérie (Doctoral dissertation, Université Badji Mokhtar).

Degaichia, A. et Salhi, N. (2013). Introduction a l'étude granulométrique des sables de plage du Golfe de Bône (Annaba). Conférence: 3ème Colloque International "Les Géosciences au Service du Développement Durable, Geosciences for Sustainable Development". 10p.

Degaichia, A., & Laouar, R. (2013). Sédimentologie et paléoenvironnements du Pliocène du fossé d'effondrement de Tébessa (Atlas saharien oriental, Algérie). *Bulletin du Service Géologique National*, *24*(3), 189-207.

Fabre, J. (1976). *Introduction à la géologie du Sahara algérien et des régions voisines: La couverture phanérozoïque* (Vol. 1). SNED.

Folk, R. L. et Ward, W. C. (1957). Brazos River bar : a study in the significane of grain size parameters. *Journal of sedimentary Research, 27(1).*

Friedman G.M. (1967). Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and River Sands – Journ. Sed. Petrol – Vol .37 – n°2 – pp. 327-355

Friedman, G. M. (1962). On sorting, sorting coefficients, and the lognormality of the grain-size distribution of sandstones. *The journal of Geology, 737-753.*

Krumbein, W. C. (1936). The use of quartile measures in describing and comparing sediments. *American Journal of Science*, (188), 98-111.

Passega R. (1964). Grain-size representation by CM patterns as geological tool. J. of Sedim Petrol., 34 (4) : 830-847.

Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences*, *11*(5), 1633-1644.

Rivière A. (1977). Méthodes granulométriques, techniques et interprétation, Paris, Masson, 170 p.

Trask, P. D. (1930). Sedimentation tube for mechanical analyses. *Science*, *71*(1843), 441-442.

Visher G.S. (1969). Grain-size distribution and depositional processes. J. of Sedim Petrol., 89 : 1074 1106.

Wentworth C.K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology 30: 377–392.

WEBOGRAPHIE

https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/elmegha%c3%afer_alg%c3%a9rie_2497655