

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET
DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVER

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE
L'UNIVERS



Mémoire de Master Académique

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Géologie des Bassins Sédimentaires

THEME

**Analyses sédimentologiques du niveau jaunâtre de la Formation d'El
Khafdji (Cité Nasser-Ouargla).**

Présenté par:
Hadjadj Ikram

Soutenu publiquement le:

Devant le jury :

Président :	M. Benzina Mostafa	Univ. Ouargla
Promoteur :	Dr. Cherif Amine	Univ. Ouargla
Examineur :	M. MAZOUZI Abdelmounaim	Univ. Ouargla

Année Universitaire:2018/2019

***** DÉDICACE *****

*Je dédie ce travail à la lumière de mes jours ma mère et A mon
père Hadj Djelloul*

A mon frère: Housseem Eddin et sa femme

Et A ma sœur: Lilia Soundous

*Et mes collègues des études: Belkhir, Massinisa, Saleh, Amina
Liticia, Amel, Rabeh*

*A toute ma famille(Hadjadj) et tous mes amis:Rima, Rabaa,
Rim, Ismail, Nawel*



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Allah, le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail

En premier lieu, mes sincères remerciements et mes reconnaissances les plus distinguées vont à notre encadreur Mr. Cherif Amine qui nous a vraiment donné l'esprit de travail et nous avons bénéficié de sa rigueur et de ses nombreux conseils.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury qui nous a fait honneur, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant d'examiner ce mémoire et de l'enrichir par les propositions, et aussi tous les enseignants du département

Mes remerciements vont à tous mes collègues de la promotion 2019, mes reconnaissances pour leurs amitiés, aides et pour leurs encouragements.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Table de matière.

RESUME.....	I
ABSTRACT.....	II
ملخص.....	III
Liste des figures.....	IV
Liste des tableaux.....	V
INTRODUCTION GENERALE.....	1

Premier partie

Généralités

1-Introduction et but d'étude.....	3
2-Cadre géographique.....	3
2-1-Cadre géographique régional.....	3
2-2-Cadre géographique local.....	4
3-Cadre géologique.....	4
3-1-Plate-forme saharienne.....	4
3-2-Cadre géologique régional.....	5
3-3-Série stratigraphique locale.....	7
3-4- Climatologie.....	10

Deuxième partie

Méthode et matériel

I. ANALYSE SEDIMENTOLOGIQUES.....	12
-----------------------------------	----

1-L'analyse granulométrique.....	12
a-Définition.....	12
b-Matériel utilisé et procedure.....	12
2-ANALYSE MORPHOSCOPIQUE.....	13
a-Définition.....	13
b-Matériel utilisé et procedure.....	13
I. ANALYSE CHIMIQUE.....	13
A. Calcimétrie.....	13
a-Définition.....	13
b-Matériel utilisé et procédure.....	13
B. Matière organique.....	15
a-Définition.....	15
b-Matériel utilisé et procedure.....	15

Troisième partie

Résultats et interprétation

1-Résultats des analyses.....	18
a-Analyse granulométriques.....	18
b-Analyse morphoscopiques.....	27
c-Analyse calcimétrique	31
d-Matière organique.....	32

quatrième partie

conclusion générale

CONCLUSION GENERALE.....	34
Références bibliographiques.....	35

Résumé

Notre étude a porté sur les grés friables mio-pliocène d'El khafdji (Cité Nasser-Ouargla), situé à l'ouest de la ville de Ouargla, qui s'inscrit dans le domaine du Sahara nord oriental. Cette étude a consisté à des analyses sédimentologiques et chimiques ayant pour but de mettre en évidence le mode du transport et le paléoenvironnement de ces dépôts détritiques. Ces approches réalisées au laboratoire montrent que cette formation détritique s'est déposée dans un domaine continental (désertique et fluviatile)

Les analyses sédimentologiques (granulométrie, morphoscopie) et chimique (calcimétrie et teneur en matière organique) ont été exercées sur un niveau jaunâtre, considéré comme une transition entre deux régimes de sédimentation. L'approche de la granulométrie avec la morphoscopie montre qu'il s'agit d'une mixité entre un transport par le vent et un régime aquatique. Les analyses chimiques montrent un faible taux de carbonate, et un sédiment pauvre en matière organique.

Mots clés: Sédimentologiques, Mio-pliocène, Détritique, Analyses, Continental

Abstract

Our study focused on the friable mio-Pliocene sandstone El khafdji (cite Nasser –Ouargla), located west of the city Ouargla, which is part of the north eastern sahara.this study consisted of sedimentological and chemical analyzes aimed and high lighting the mode of transport and paleoenvironment of this detritic deposits .this laboratory approaches show that this detrital formation is deposited in a continental domain (desert and fluviatile)

Sedimentological analyzes (granulometry and morphoscopie) and chemical analyzes(calcimétrie and organic matter content) were carried out on a yellowish level considered as a transition between two sedimentation regimes .the particle size approach with the morphoscopy shows that it is a mixture between a wind transport and an aquatic regime chemical analyzes show a low carbonate content , and a sediment low in organic matter

Keywords: Sedimentological, mio-pliocene, detritic, analyzes, continental

ملخص

ركزت دراستنا على الحجر الرملي الفتاتي الميولبوسين لمنطقة الخفجي (حي النصر - ورقلة), والذي يقع غرب مدينة ورقلة, والذي يعد جزءا من حقل الصحراء الشمالية الشرقية. تكونت هذه الدراسة من تحليلات رسوبية وكيميائية, تهدف الى تسليط الضوء على طريقة النقل والبيئة القديمة لهذه الرواسب الفتاتية تبين هذه الأساليب المخبرية ان هذا التكوين الفتاتي يودع في منطقة قارية (صحراوية ونهرية)

وأجريت التحليلات الرسوبية (التحليل الحبيبي والتنظير) والكيميائية (التحليل الكلسي والمحتوى العضوي) على مستوى الأصفر, والتي تعتبر بمثابة الانتقال بين نظامين الترسيب. يظهر نهج حجم الجسيمات مع التنظير انه مزيج بين نقل الرياح والنظام المائي. تظهر التحليلات الكيميائية محتوى كربونات منخفض وانخفاض المادة العضوية في الرواسب

الكلمات المفتاحية: رسوبي, الميو-بليوسين, فتاتي, تحليلات, القارية

Table des illustrations figures:

Figure. 1: Carte géographique de wilaya d'Ouargla.....	4
Figure. 2: Carte des ensembles géographiques et géologiques de l'Algérie.....	5
Figure. 3: (A) : Coupe géologique d'El Khafdji (cité Nasser-Ouargla), (B) : colonne stratigraphique de la zone d'étude.....	10
Figure. 4: Appareil utilisé pour la granulométrie (tamis avec tamiseur).....	11
Figure. 5: Les différentes formes des grains de quartz selon la notion de la morphoscopie.....	12
Figure. 6: Photo représentant les outils utilisés pour calcimétrie.....	13
Figure. 7: Photo représentant une l'ernemeyer.....	14
Figure. 8: Photo représentant l'équilibre de la pression intérieur (NaCl) et la pression extérieure (atmosphère).....	14
Figure. 9: Méthode de calculer la médiane et la moyenne sur courbe cumulative.....	18
Figure. 10: Indice d'asymétrie et forme de la courbe de fréquence.....	19
Figure. 11: Interprétation de l'indice de l'asymétrie et la position de la médiane et la moyenne.....	20
Figure. 12: Courbe relative de l'échantillon 1.....	21
Figure. 13: Courbe cumulative de l'échantillon 1.....	22
Figure. 14: Courbe relative de l'échantillon 2.....	23
Figure. 15: Courbe cumulative de l'échantillon 2.....	23
Figure. 16: Courbe relative de l'échantillon 3.....	24
Figure. 17: Courbe cumulative de l'échantillon 3.....	25
Figure. 18: Courbe relative de l'échantillon 4.....	26
Figure. 19: Courbe cumulative de l'échantillon 4.....	26
Figure. 20: Illustration photographique des résultats de 1er niveau.....	27
Figure. 21: Illustration photographique des résultats de 2ème niveau.....	28
Figure. 22: Illustration photographique des résultats de 3ème niveau.....	29
Figure. 23: Illustration photographique des résultats de 4ème niveau.....	30

Table des illustrations tableaux

Tableau. 1: Echelle de wentworth pour la classification granulométrique des sédiments détritiques.....	17
Tableau. 2: Les différentes valeurs de sorting et leurs interprétations.....	19
Tableau. 3: Représentation des tailles granulométriques du 1 ^{ère} échantillon.....	21
Tableau. 4: Représentation d'analyse granulométrique de 2 ^{ème} échantillon	22
Tableau. 5: Représentation d'analyse granulométrique de 3 ^{ème} échantillon	24
Tableau. 6: Représentation d'analyse granulométrique de 4 ^{ème} échantillon	25
Tableau. 7: Représentation d'analyse morphoscopique de 1 ^{er} échantillon	27
Tableau. 8: Représentation d'analyse morphoscopique de 2 ^{ème} échantillon	27
Tableau. 9: Représentation d'analyse morphoscopique de 3 ^{ème} échantillon	28
Tableau. 10: Représentation d'analyse morphoscopique de 4 ^{ème} échantillon	29
Tableau. 11: Représentation des résultats de l'analyse calcimétrique.....	31
Tableau. 12: Les résultats de l'analyse en matière organique.....	32

INTRODUCTION GENERALE

La plate-forme saharienne est située au sud de l'Algérie alpine et appartient au Craton nord africain. Elle comprend un socle précambrien sur lequel repose en discordance une puissante couverture sédimentaire, structurée au Paléozoïque en plusieurs bassins, parmi lesquels le Bassin de Oued M'ya (Ouargla), dans le quel s'intègre notre région d'étude, matérialisée par des dépôts détritiques. Notre étude représente une initiation d'appliquer quelques analyses sédimentologiques et chimiques (granulométrie, morphoscopie, calcimétrie et la matière organique)

Notre mémoire est structurée en trois parties:

La première partie est consacrée aux principales données recueillies sur le cadre géographique et géologique (régional et local).

Dans la deuxième partie ont été présentées les techniques et les méthodes d'analyses appliquées sur nos échantillons.

La troisième partie représente les résultats obtenus avec leurs interprétations.

premier partie généralités

A. INTRODUCTION ET BUT D'ETUDE

Notre travail vient de compléter des études précédentes, ayant pour objectif de mettre en évidence le paléo-environnement des dépôts détritiques de la région d'El khafdji. Ces dépôts en question affleurent dans les bordures ouest de Oued M'ya (Cuvette de Ouargla), attribués au Mio-pliocène.

Pour aboutir à des résultats fiables, cette étude est basée essentiellement sur des analyses sédimentologiques et chimiques, il s'agit:

- analyse granulométrique pour les différentes tailles des grains
- analyse morphoscopique pour étudier la forme des grains
- analyse calcimétrique pour montrer le taux des carbonates
- analyse de la matière organique

B. CADRE GEOGRAPHIQUE

a. CADRE GEOGRAPHIQUE REGIONAL (FIG. 1)

La Wilaya d'Ouargla est située au sud-est de l'Algérie, formant une partie intégrante du Sahara nord oriental algérien. Elle est limitée au nord par la Wilaya de Djelfa, au nord-est par l'Oued , au sud par les Wilayas d'Illizi et de Tamanrasset, à l'ouest par la Wilaya de Ghardaïa. Le territoire d'Ouargla se prolonge vers l'est faisant partie des frontières algéro-tunisiennes (Fig.1). Notre secteur d'étude est localisé à proximité d'El Khafdji (Haï El Nasr) 10 km à l'est de Ouargla, se situant ainsi sur les flancs est de la cuvette de Ouargla qui fait partie de bassin de Oued M'ya.



Fig. 1 : Carte géographique de wilaya de Ouargla

b. CADRE GEOGRAPHIQUE LOCAL

Notre secteur d'étude El Khafdji (Haï El Nasr) se situe à l'est de la ville d'Ouargla, faisant partie de la Cuvette de Ouargla. Cette dernière s'inscrit dans une vaste plaine connue sous le nom du Bassin de Oued M'ya

C. CADRE GEOLOGIQUE

a. Plate-forme saharienne

Elle est constituée d'un socle précambrien recouvert par des sédiments phanérozoïque transgressifs. Différents éléments tectoniques délimitent des bassins sédimentaires dans lesquels la lithostratigraphie est plus ou moins complète (Fig. 2).

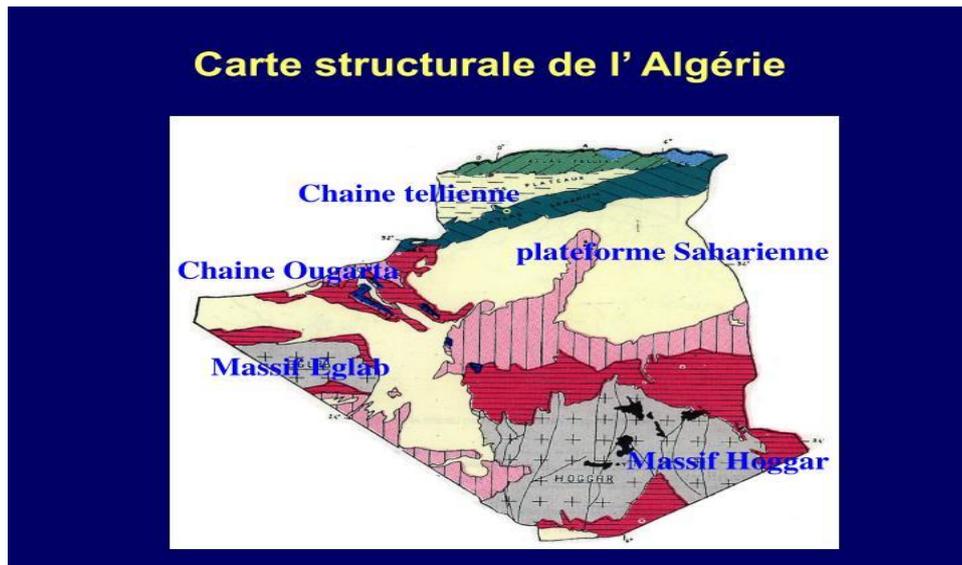


Fig. 2: Carte des ensembles géographiques et géologiques de d'Algérie.

b. Cadre géologique régional

La région de Ouargla fait partie du bassin sédimentaire du Sahara nord-est septentrional, dont les grands traits géologiques sont comme suivant:

- Au sud de l'accident Sud atlasique, le bouclier précambrien formé de terrains éruptifs, plissés et métamorphisés surmontés par des milliers de mètres de sédiments allant du Cambrien jusqu'au Quaternaire.
- Le Paléozoïque du Sahara correspond à des dépôts du climat désertique périglaciaire.

Autour des affleurements du socle, s'étagent des couches gréseuses et schisteuses des Tassilis. Les mouvements hercyniens du Permo-Carbonifère, vont provoquer l'érosion du bouclier. IL s'installe alors une grande période post-hercynienne pendant le Trias et le Jurassique et formation d'un manteau de grès, de sable et d'argile, qui va constituer le "Continental Intercalair".

- Le Trias, caractérisé par une grande variabilité de faciès et d'épaisseur (Busson, 1972). Il est divisé en unités lithologiques distinctes; salifères, argilo-gréseuses ou carbonatées. L'épaisseur de ces différentes formations varie principalement là où s'intercalent des bancs salifères. L'épaisseur du Trias argilo-gréseux inférieur augmente vers le Nord-Ouest (150-180 m). Elle diminue dans les zones des hauts-fonds (Hassi Messaoud et R. El Baguel). Le Trias salifère présente une grande épaisseur (700 m au Nord-est de Ghadamès), il atteint 1300 m à Hassi Messaoud.

- Le Jurassique, dont le Lias et Dogger sont matérialisés principalement par des évaporites (anhydrite) et d'argile, surmontées par des calcaires et d'argiles marins, ainsi que des bancs d'anhydrite. Le Jurassique moyen est caractérisé par des dépôts transgressifs épais couvrant tout le bassin du Grand Erg Oriental. Le Jurassique supérieur est caractérisé essentiellement par des sédiments de milieux confinés, alors que dans la partie occidentale du bassin, se manifestent des faciès régressifs. Le passage du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur se caractérise par des apports terrigènes de provenance du Sud du bassin saharien (Hoggar) (Busson, 1972).

-Le Crétacé est constitué par des couches terrigènes Fulvio-deltaïques qui sont en contraste lithologique et sédimentaire avec les formations marines du Jurassique supérieur. Il comprend les séries suivantes :

*Le Crétacé inférieur comprend dans le Bas Sahara des argiles vertes et rouges avec de l'anhydrite en bancs massifs plus fréquents à la base, surmontées par une alternance de dolomies et d'argiles.

*Le Barrémien est marqué par un épandage qui généralise dans le bas Sahara et engendre des formations détritiques. Ces formations sont représentées par des grès fins ou grossiers et d'argiles, admettant également quelques intercalations carbonatées au Nord-est du Sahara algérien.

*L'Aptien est considéré comme un repère lithologique dans les sondages. Il est représenté dans la grande partie du bas Sahara, par 20 à 30 m en moyenne, de dolomies alternant avec des sables et argiles. Ce régime sédimentaire détritiques s'est produit au cours du Crétacé inférieur et continue jusqu'au l'Albien, (Fabre, 1976).

*Le Cénomaniens est formé par une alternance de bancs de dolomies, de calcaires dolomitiques, d'argiles et évaporites (surtout des anhydrites), son faciès varie selon les régions:

▪Au Sud de Ouargla, les argiles et les évaporites dominant.

▪Au nord, des lits d'anhydrite, d'argiles et de lignites (sédimentation lagunaire).

*L'Albien est caractérisé par un remarquable retour de la sédimentation terrigène du Nord, au contraire, les bancs de calcaire et de dolomies sont majoritaires.

- De plus, l'épaisseur n'augmente du Sud vers le Nord (de 50 m dans le Tademaït à 350 m dans le bas Sahara).
- La présence de nombreux bancs d'évaporites et d'argiles rendent le Cénomaniens Imperméable (Bel et Cuche, 1969).
- Le Cénomaniens inférieur-moyen est argileux dans le Tinrhert et le bas Sahara.
- Le Cénomaniens supérieur y est calcaire, (Busson, 1972).

* Le Turonien se présente sous trois faciès différents, du Sud au Nord:

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

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

* Le Sénonien s'individualise en deux faciès:

- Le Sénonien inférieur lagunaire, caractérisée par des formations argileuses et salifères à anhydrite, il est très peu perméable, (Busson, 1972).
- Le Sénonien supérieur (Sénonien carbonaté) se présente par des formations carbonatées perméables.

* L'Eocène, différencié en : (i) Eocène carbonaté formé essentiellement par des dolomies et des calcaires dolomitiques avec quelques intercalations de marnes, d'argile et même d'anhydrite et de sel. La puissance de cette formation varie entre 100 et 500 m, (ii) Eocène évaporitique formé par une alternance de calcaire, d'anhydrite et des marnes. Son épaisseur atteint une centaine de mètres sous les Chotts, (Bel et Cuche, 1969). L'Eocène constitue le dernier épisode marin du Sahara algérien, (Busson, 1972).

* Le Mio-Plio-Quaternaire est entièrement continental, d'une épaisseur de 150 m. et formé d'un faciès sableux, argileux et gypseux. Il s'agit notamment de dépôts lacustres connus dans le bas Sahara sous le nom du Continental Terminal (Mio-Pliocène) dont l'épaisseur peut atteindre dans la région des Chotts algéro-tunisiens quelques centaines de mètres (Bouzouada et Boussaid, 2018).

c. Série stratigraphique locale

Dans la région d'Ouargla, seuls les terrains du Mio-pliocène affleurent, ils sont recouvert par des dépôts quaternaires (ergs et dune), alors la série anti-mio-pliocène est mise en évidence par des sondages. La série stratigraphique comprend:

- Le Barrémien : capté à partir de 1500 m environ et se présente par une alternance de grés et d'argile, avec une intercalation calcairo-dolomitique.
- L'Aptien : il est constitué par la "barre aptienne" dans la région d'Ouargla, formée de marne dolomitique, grise, verte, brune ou blanche et de dolomies cristallines. Son épaisseur ne dépasse pas 50m.
- L'Albien: il correspond à la série lithologique supérieure du continental intercalaire, avec des grés, argiles et sables, d'une épaisseur qui peut dépasser 400 m. Les faciès sont dominés par des grés fins à passées de grés moyens et parfois des intercalations de sable grossiers à limons argileux ou carbonatés. Parfois des passées d'argile brunes-rougeâtre ou même pélitique et sableuses sont signalées dans les puits les plus septentrionaux.
- Le Vraconien: composé d'intercalations albo-cénomaniennes. Un épisode dolomitique est distingué entre les sables de l'albien et les marnes du Cénomaniens, la succession vraconienne est formée de :
 - dolomies et calcaires dolomitiques parfois argileux contenant de rares débris de mollusques, épais de 50 à 100 m
 - argiles et marnes dolomitiques et même des dépôts détritiques.
- Le Cénomaniens est formé de deux séries (inférieure et supérieure): (i) la série inférieure est constituée d'argiles dolomitiques et des marnes grises, avec parfois des argiles brunes-rougeâtres ou grises verdâtres, son épaisseur varie entre 60 et 80 m. La partie médiane de la série est composée de calcaire dolomitique. (ii) la série supérieure est formée d'une alternance d'argiles et de marnes dolomitiques grises,

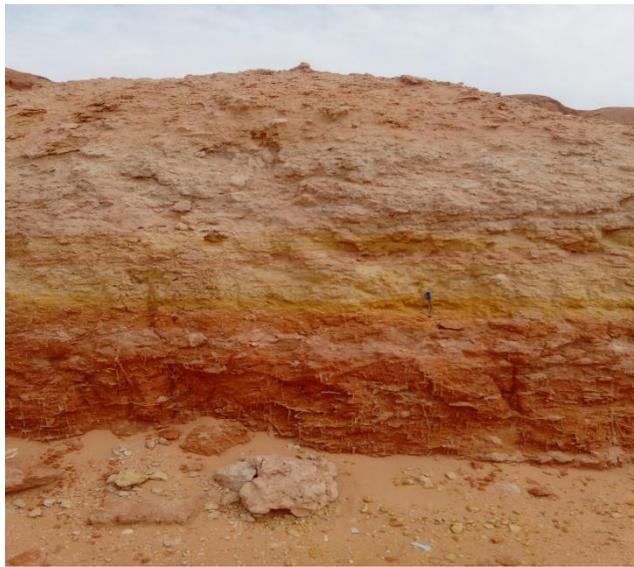
parfois d'argile salifères, de bancs d'anhydrites et de quelques intercalations dolomitiques, son épaisseur est de l'ordre 70m

- Le Turonien se présente sous forme de la barre turonienne, ayant une épaisseur régulière de l'ordre de 70 m. Il s'agit d'une formation essentiellement calcaire, calcaire poreux blanc, parfois grisâtre, pulvérulent, de calcaire dolomitique beige.
- Le Sénonien est constitué de deux formations lithologiques superposées: (i) le Sénonien basal lagunaire, d'une épaisseur 600 m environ, avec une alternance irrégulière de banc d'anhydrite, de dolomie, d'argile et de sel. (ii) le Sénonien carbonaté au sommet (environ 200m), représenté par des calcaires blancs, tendres à moyennement dure parfois crayeux à vacuolaire à passées de marnes dolomitiques gris tendres a pâteuses.
- Le Sénono-éocène est formé essentiellement de calcaires dolomitiques cristallins ou microcristallins parfois vacuolaires ou crayeux on plus argileux, épais entre 150 et 200m.
- Le Mio-Pliocène correspond au continental terminal, identifié par des sables et des argiles. Il s'étend sur tout le Sahara et reposant en discordance sur le Sénono-éocène(Djidel,2008).

Dans la région d'Ouargla (Fig. 3), se sont matérialisés des dépôts argileux, grésosableux qui devient argileux vers le sommet, argilo-sableux. Vers le sommet se manifeste sur des grands surfaces des chotts une croute de calcaire gréseux (croute hamadienne).

- Le Quaternaire, à la base est constitué d'une croute argilo-gréseuse. Les dépôts les plus superficiels correspondent à des sables désertiques, parfois gypseux et des produits de remaniement des terrains mio-pliocènes. Les sondages ont montré les ensembles suivants :
 - *sur les plateaux, le sol est constitué des matériaux détritiques d'altération des grés à sables rouge du Mio-pliocène. A 10m de profondeur, il s'agit d'un sol sableux à graviers
 - *sur les chotts et les playas, la surface est une croute gypseuse blanchâtre partiellement couverte de voile de sable gypso-siliceux .de 10 à

20 cm de profondeur en trouve un encroustement gypseux pulvérulent, homogène de couleur jaune, rougeâtre très claire.



(A)

Age	formation	Colonne lithostratigraphique	Description sommaier
mio-pliocène	Formation gréseuse		- Calcair gréseux
			- grés friable
			- lits de grés jaunatre et rougeatre
			- grés friable jaunatre
			- grés rougeatre

(B)

Fig. 3: (A) coupe géologique d'El Khafdji (cité Nasser –Ouargla),(B) colonne lithologique d'El khafdji

D. CLIMATOLOGIE:

Le climat dominant dans la région d'Ouargla est de type désertique. Les précipitations sont très rares voir absentes, ne dépassant pas 45 mm. La température est extrêmes élevée pendant la saison d'été.

Egalement, comme toutes les régions sahariennes, la région d'Ouargla est caractérisée par les vents fréquents. Durant toute l'année, les vitesses les plus élevées sont enregistrées de mars à juin, avec un maximum de 4,6 m/s durant le mois d'avril et de 3.5 m/s pour les autres mois. Notons que les vents dominants sont de direction NW.

deuxième partie
méthodes et matériels

Juste à côté de la cité d'El Khafdji (En-Nasr), affleure une formation continentale détritique en grande partie, d'âge Mio-pliocène, et correspondant à des sédiments de grés souvent friables, avec des sables rouges, intercalés parfois des niveaux minces de calcaire (calcrètes). Ces roches ont fait l'objectif des analyses dans notre étude.

Les échantillons prélevés ont été soumis à deux types d'analyses disponibles dans notre établissement : sédimentologiques et chimiques

I. Analyses sédimentologiques:

1. Analyses granulométriques:

a- Définition

Cette opération consiste à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille....

b-Matériel utilisé et procédure

Pour effectuer cette opération, on utilise des tamis de tailles (mailles) décroissantes du haut vers le bas (2mm, 1mm, 500 μ m, 250 μ m, 125 μ m), placés sur un tamiseur à vibration (Fig. 4).

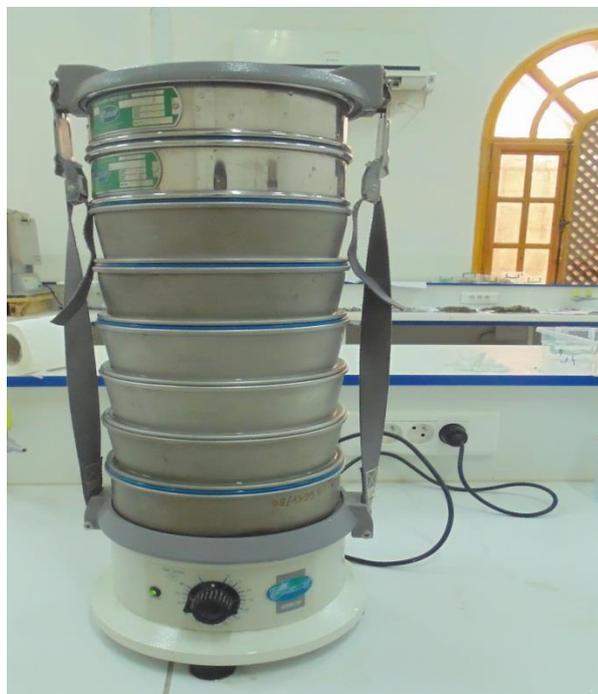


Fig. 4. Appareil de granulométrie (tamis avec tamiseur)

L'analyse granulométrique fournit des proportions de grains de différents diamètres, pour cela, on procède au classement des grains sur une série de tamis emboîtés les

uns dans les autres, les dimensions des mailles des tamis sont décroissantes au haut vers le bas, le granulats est placé sur le tamis le plus haut et par la vibration, on répartit les grains sur les différents tamis selon leur grosseur

2. Analyses morphoscopique

A. Définition

Cette analyse consiste après le tri par tamisage des principales fractions granulométriques d'un sédiment, à classer les grains par observation à la loupe binoculaire selon leur forme. Cela sert à déterminer les milieux de dépôts et les agents du transport.

a- Matériel utilisé et procédure

Pour procéder cette analyse, on prélève 100 grains de sable qui seront placés sous la loupe binoculaire. Ensuite, les grains de quartz seront triés selon leur forme (grains non usés, grains émoussés luisants, grains ronds mats, Fig. 5)

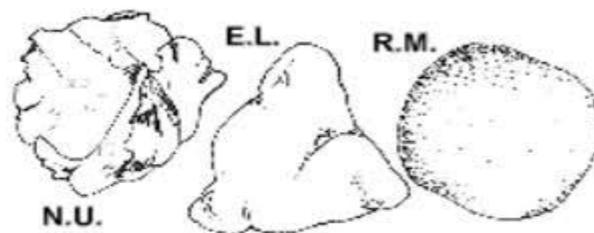


Fig. 5. Les différentes formes des grains de quartz selon la notion de la morphoscopie.

i. L'analyse chimique

1- Analyse calcimétrique:

a- Définition

C'est une analyse chimique qui comprend la détermination du taux de carbonates contenu dans un échantillon de roche.

b- Matériel utilisé et procédure

Cette opération est effectuée par le calcimétrie, qui est un montage simple des outils de chimie (Fig. 6). Il permet d'éliminer le dioxyde de carbonate contenu dans une solution. Ce montage est composé des objets et produits suivants (Guerfi, 2014) :

- Tube de 100m
- Une ampoule

- NaCl
- HCl

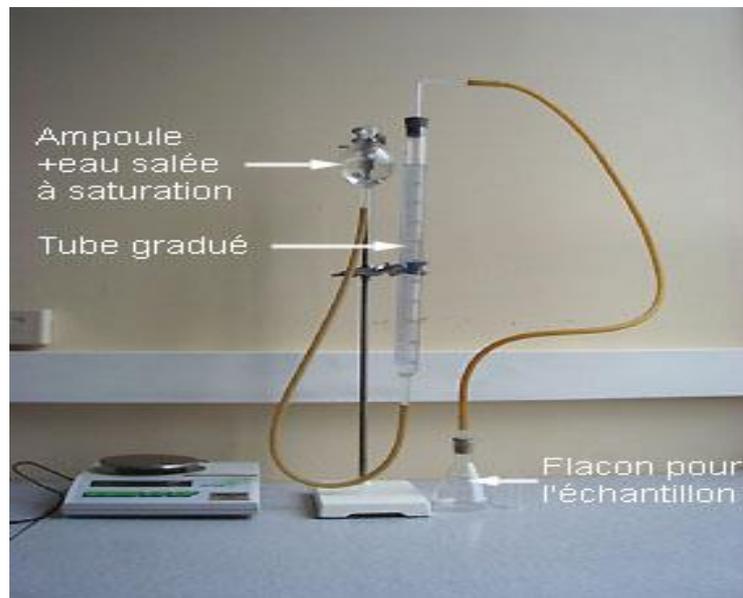


Fig. 6. Photo représentant les outils utilisés pour calcimétrie.

Pour effectuer la calcimétrie, On doit suivre les étapes suivantes :

- peser 0.5g de l'échantillon
- placer l'échantillon dans l'erenmeyer à l'aide d'une pipette, verser le dans le tube de HCl assez concentré, mettre en place le tube dans l'erenmeyer (Fig. 7).
- Modifier la hauteur de l'ampoule de manière ce que NaCl soit au même niveau du tube, le contenu de l'erenmeyer sera alors à pression atmosphérique.
- Incliner l'erenmeyer à fin de faire couler l'acide sur l'échantillon et mélanger.
- La pression dans le tube gradué et alors supérieure à la pression atmosphérique
- Le CO_2 dégagé est maintenant à pression atmosphérique, dont on peut faire la mesure



Fig. 7. Photo représentant une l'erenmeyer

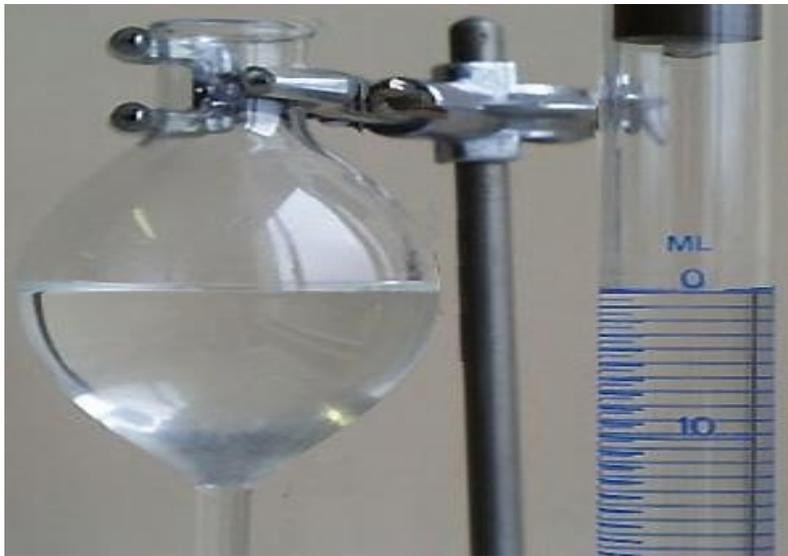


Fig. 8. Photo représentant l'équilibre de la pression externe (atmosphère) et interne (NaCl)

2-matière organique (C.E.A.E.Québec,2003) :

a-définition: c'est une analyse chimique qui comprend de déterminer le taux de matière organique dans l'échantillon

b-matériel utilisé et procédure:

-four à moufle

-étuve

-creuset de porcelaine

-sécher l'échantillon de sol pendant une nuit (16heus) à 150°C

- nettoyer le creuset puis prendre le poids vide de creuset
- ajouter 10g de sol séché .noter le poids final
- calciner l'échantillon au four à moufle à 375° C Pendant 16 heures
- laisser refroidir dans un dessiccateur et peser le creuset contenant l'échantillon

troisième partie

résultats et interprétation

Résultats des analyses

A-Granulométrie

L'analyse granulométrique permet à l'aide de différents tamis de déterminer la distribution de différentes dimensions des grains examinés.

Après effectuer l'opération de tamisage (arrêt de vibration de tamiseur dans un temps de 10 minutes), nous enregistrons les résultats obtenus sous forme des tableaux. Ces derniers contiennent les quantités (poids) des grains (refus) dans chaque tamis, correspondant pour chaque échantillon. Ces résultats seront exprimés à l'aide des courbes relatives (de fréquence) et cumulatives.

Ces résultats sont également exploités pour classer le sédiment selon le modèle de Wentworth (Tabl. N°1), le détail est comme le suivant (dictionnaire de géologie):

-1. **Lutites** : (grains plus petits que 1/16 mm (62, 5 µm) (colloïdes, argiles, limons, silts).

-2. **Arénites** : grains allant de 1/16 mm à 2 mm (sablons, sables). On y distingue parfois des grains très fins (de 0,062 mm à 0,125 mm), fins (de 0,125 mm à 0,25 mm), moyens (de 0,25 mm à 0,5 mm), grossiers (de 0,5 mm à 1 mm), très grossiers (de 1 mm à 2 mm).

-3. **Rudites** : grains plus gros que 2 mm (granules, gravillons, cailloux, galets, blocs).

Tableau 1: Echelle de Wentworth pour la classification granulométrique des sédiments détritiques

Diamètre du grain		Sédiments Catégorie de Wentworth	Roches
GROSSIER	256 mm	Blocs Gros cailloux Graviers Granules	RUDITES
	64 mm		
	4 mm		
	2 mm		
MOYEN		Sables	ARÉNITES
	0.063 mm		
FIN	0.004 mm	Silts (limons)	LUTITES
		Argiles	

Les paramètres granulométriques

A partir de la distribution de la taille des grains d'un échantillon donné, On peut calculer les différents « paramètres granulométriques », qui renseignent sur le mode de transport et « l'environnement de dépôt » (par exemple une plage, une rivière, vent...)(Mélaine, Tp granulométrique).

La médiane (Me – median) (Fig. 9), taille correspondant à 50% des grains sur la courbe cumulative. La médiane ou Q50 est l'indice de position le plus fréquemment employé car il donne en intégrant toutes les classes granulométriques une estimation de la grossièreté moyenne du sédiment.

La moyenne (M - mean), de formule : $M = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})/3$

Moyenne et médiane reflètent la distribution granulométrique du sédiment et l'énergie cinétique moyenne lors du dépôt du sédiment.

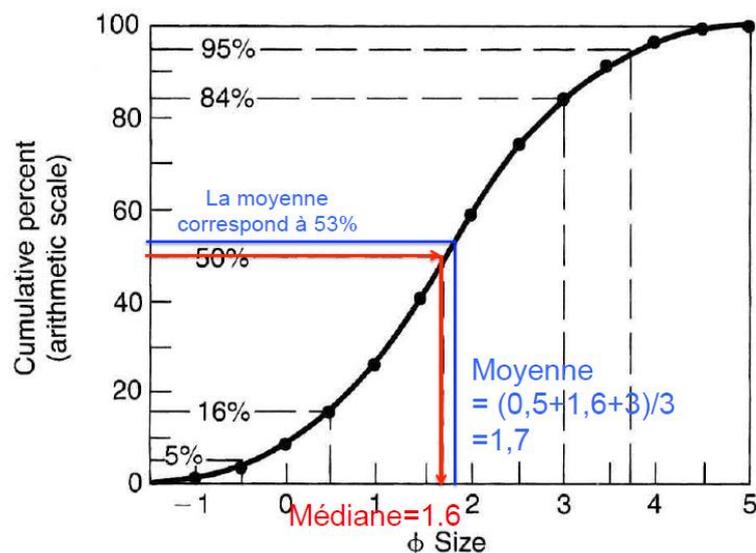


Fig. 9. Méthode de calculer la médiane et moyenne sur courbe cumulative

L'indice de Trask ou Sorting-Index: So. De loin le plus employé, il correspond par définition à :

$$So = \left(\frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} \right) \left(\frac{(\phi_{95} - \phi_5)}{6,6} \right)$$

Le classement est d'autant plus mauvais que les valeurs du So sont élevées et parfait pour la valeur 1, ou bien plus So est plus petit plus le sédiment est bien classé (Tabl. 2)

Tableau. 2. Les différentes valeurs d Sorting et leur interprétation.

S_o	Classement
1 à 1.17	Très bien classé
1.17 à 1.20	Bien classé
1.20 à 1.35	Assez bien classé
1.35 à 1.87	Moyennement classé
1.87 à 2.75	Mal classé
> 2.75	Très mal classé

Les paramètres d'asymétrie ‘Ast ou Ask ‘ (Fig. 10 et Fig. 11)

Egalement les paramètres d'asymétrie, mesurant l'allure de la distribution de part et d'autre de la médiane, sont nécessaires à la bonne définition d'une courbe granulométrique. Plusieurs indices ont été proposés parmi lesquels l'indice d'asymétrie de Trask (Fig.10) qui est défini par :

$$SK = \frac{\phi_{84} + \phi_{16} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} + \phi_{5} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_{50})}$$

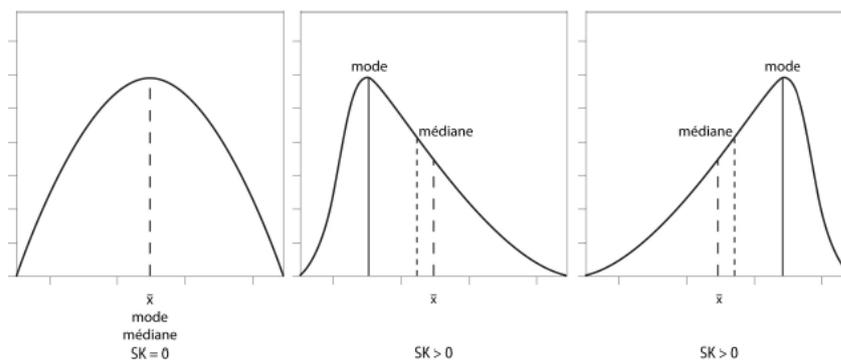
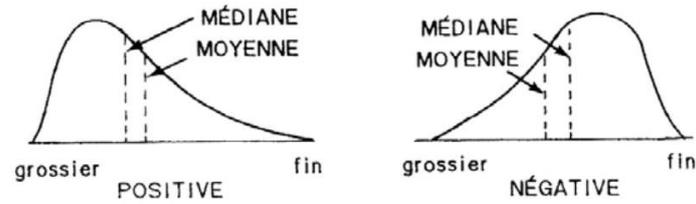


Fig. 10. Indice d'asymétrie et forme de la courbe de fréquence

1. $SK = 0$ (ou $ast = 1$), le mode coïncide avec la médiane et la moyenne, les fractions fines et grossières sont classées symétriquement par rapport à la médiane,
2. $SK > 0$ (ou $ast < 1$), la fraction grossière est plus importante donc mieux classée que la fraction fine. La médiane et le mode se situent à gauche de la moyenne,
3. $SK < 0$ (ou $ast > 1$), la fraction fine est mieux classée que la fraction grossière. La médiane et le mode sont cette fois à droite de la moyenne.



Valeur	Asymétrie	Interprétation
$Sk < 1$	Positive	Courant faible
$Sk > 1$	Négative	Courant fort

Fig. 11. Interprétation de l'indice de l'asymétrie et la position de la médiane et la moyenne.

Coefficient d'acuité (k-kurtosis):

C'est l'indice d'acuité du mode qui consiste à mesurer l'angulosité de la courbe des fréquences. Lorsque le mode est concentré dans des classes granulométriques restreintes, la distribution est dite leptokurtique. S'il est dispersé, la distribution est platykurtique. Il est calculé par la formule suivante :

$$K = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$

- $K < 0,67$: 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
- $3,00 < K$: courbe extrêmement leptokurtique

Application et calcul des indices :

Echantillon 1 :

Il est composé de plus de 99% de sable (Tabl. 3), c'est un sable monogénique (une seule origine), avec une courbe monomodale (Fig. 12).

Tableau.3. Représentation des tailles granulométriques de l'échantillon N°1

Tamis	2mm	1mm	500µm	250µm	125µm	80µm	Inferieur à 80µm
Refus(g)	11.8	3.4	4	28	45.6	5	0.6
Refus relative	12	3.45	4.06	28.45	46.34	5.08	0.6
	Sable grossier		Sable moyen		Sable fin		Silts + argiles
Refus cumulé	12	15.45	19.51	47.96	94.3	99.38	100

Médiane (med) :2.037

Moyenne (mean) :1.639

L'indice de Sorting S_o :1.183

Les paramètres d'asymétrie 'Ast ou Ask ':-0.440

Coefficient d'acuité "K" :1.014φ.

Interprétation de résultats

Les paramètres granulométriques calculés (Fig. 13) montrent que:

- la classe moyenne est de 1.639, le coefficient de classement S_o est de 1.183 indiquant un sédiment mal classé,
- l'indice d'asymétrie SK est de -0.440 montre que l'asymétrie est vers les sables grossiers (courant fort),
- l'indice d'acuité K est de 1.014 et indique les courbes sont Mesokurtique

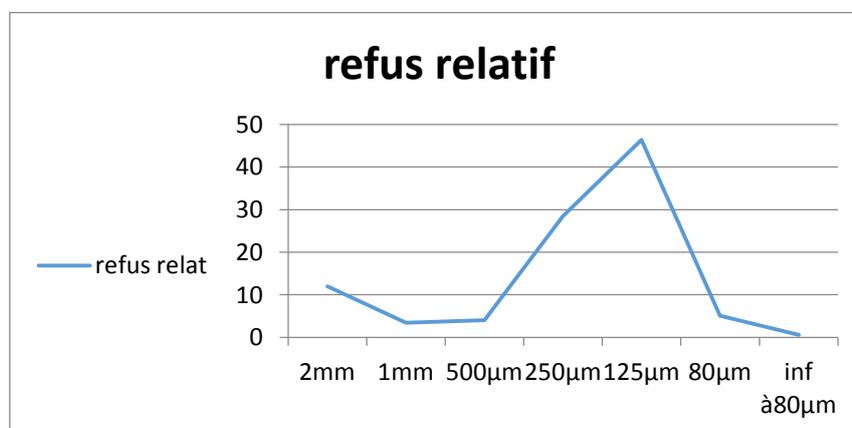
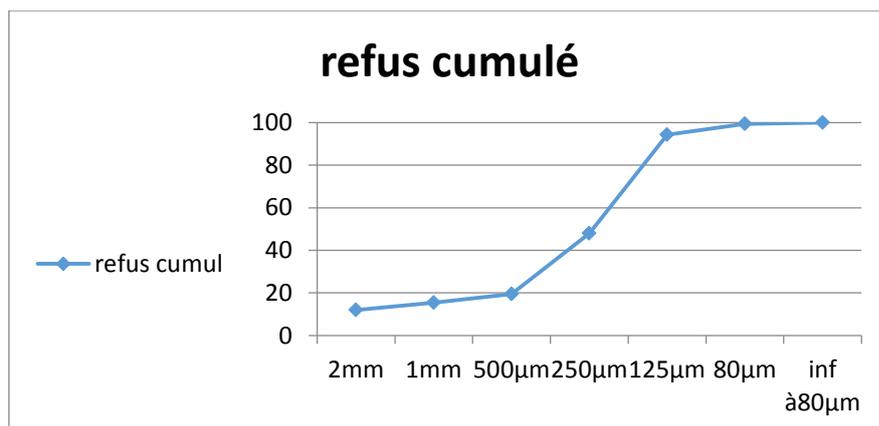


Fig. .12. Courbe relative de l'échantillon N°1.

Fig .13 : courbes cumulatives de 1^{er} échantillon.

Echantillon 2 :

C'est un sable à 100% (Tabl. 4), monogénique, avec des courbes monomodales (Fig. 14).

Tableau. 4: représente l'analyse granulométrique de 2^{ème} échantillon.

tamis	2mm	1mm	500µm	250µm	125µm	80µm	Inferieur à 80µm
Refus(g)	5.7	1.7	5.6	41.7	34.8	5.9	0.7
Refus relative	5.93	1.76	5.82	43.39	36.21	6.13	
Refus cumulé	5.93	7.69	13.51	56.9	93.11	99.24	100

Médiane (med) :1.832φ

Moyenne (mean) :1.872φ

L'indice de Sorting "So" :1.019φ

Les paramètres d'asymétrie 'Ast ou Ask :-0.138φ

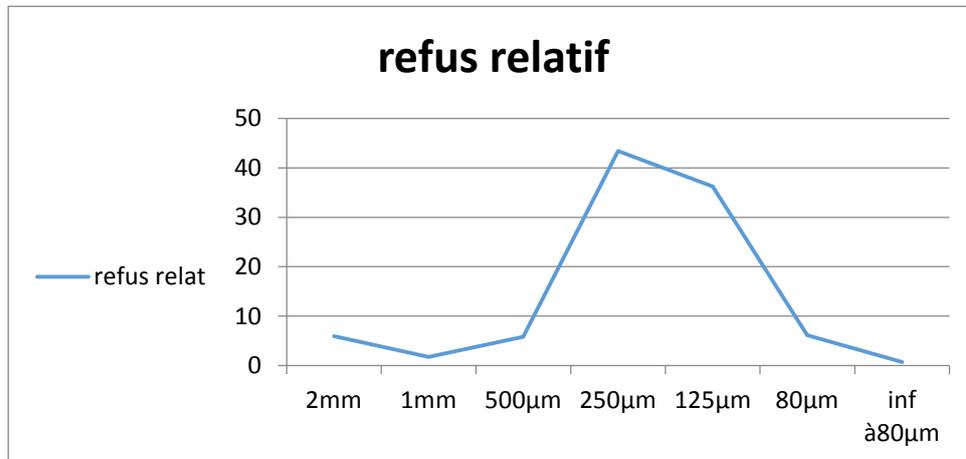
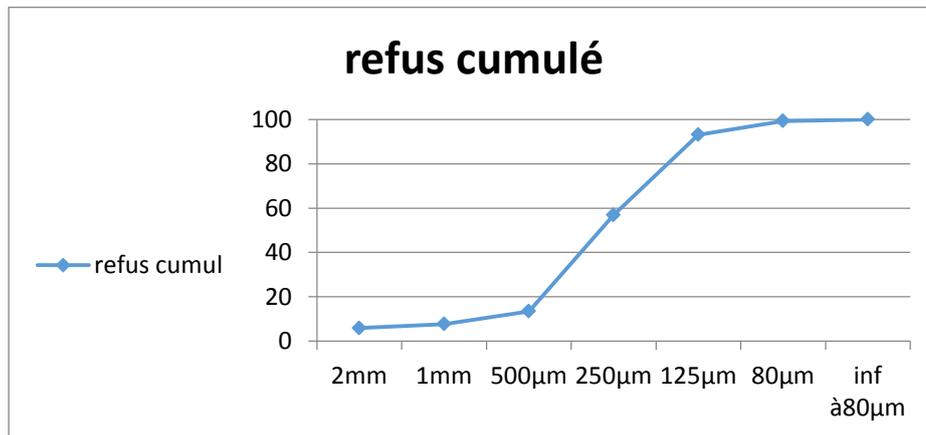
Coefficient d'acuité "K" :1.326φ

Interprétation de résultats:

Les paramètres granulométriques calculés (Fig. 15) montrent que :

- la classe moyenne est de 1.872, le coefficient de classement est de 1.019, indiquant un sédiment mal classé,

- l'indice d'asymétrie SK est de -0.138 qui montre que la fraction fine est mieux classée que la fraction grossière,
- l'indice d'acuité K est de 1.326 témoignant des courbes leptokurtique

Fig.14: courbe relative de 2^{ème} échantillon.Fig. 15. Courbe cumulative de 2^{ème} échantillon.

Échantillon. 3 (Tabl. 5)

Egalement cet échantillon est constitué de 100% sable monogénique (une seule origine), avec des courbes monomodales (Fig. 16).

Tableau 5. Représentation de l'analyse granulométrique de 3^{ème} échantillon.

tamis	2mm	1mm	500µm	250µm	125µm	80µm	Inferieur à 80µm
Refus(g)	23.1	4.1	4.8	21.6	36.4	8	1.4
Refus relative	23.1	4.1	4.8	21.6	36.4	8	1.4
Refus cumulé	23.1	27.2	32	53.6	90	98	100

Médiane (med) :1.832φ

Moyenne (mean) :1.325φ

L'indice de Sorting "So" :1.418φ

Les paramètres d'asymétrie 'Ast ou Ask :-0.295φ

Coefficient d'acuité "K" : 0.464φ

Interprétation de résultats

Les paramètres granulométriques calculés (Fig. 17) montrent que:

- la classe moyenne est de 1.325, le coefficient de classement So est de 1.418 indiquant un sable mal classé,
- l'indice d'asymétrie SK est de -0.295 et montre que la fraction fine mieux représentée que la fraction grossière,
- l'indice d'acuité K est de 0.464 et indique des courbes très platykurtiques

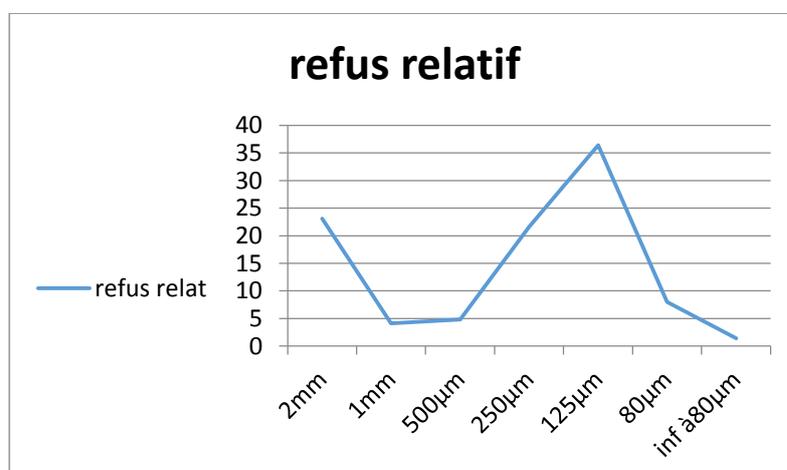
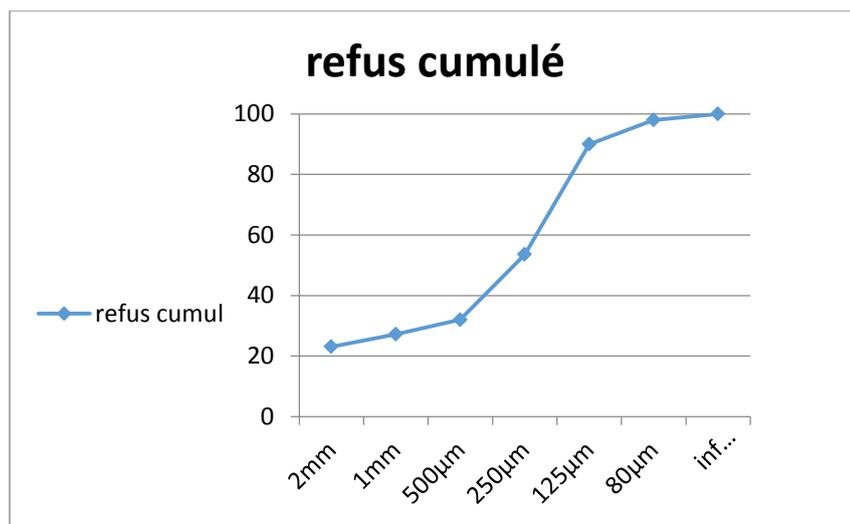


Fig. 16. Courbe relative de 3^{ème} échantillon

Fig. 17. Courbe cumulative de 3^{ème} échantillon

Echantillon 4 (Tabl. 6)

Formé de 100% de sable monogénique (courbes monomodales)(fig18)

Tableau 6: Représentation de l'analyse granulométrique de 4^{ème} échantillon.

Tamis	2mm	1mm	500µm	250µm	125µm	80µm	Inferieur à 80µm
Refus(g)	9.1	2.3	3.6	25.1	46.2	9.4	1.6
Refus relative	9.35	2.36	3.69	25.79	47.48	9.66	1.64
Refus cumulé	9.35	11.71	15.4	41.19	88.67	98.33	100

Médiane (med) : 2.168φ

Moyenne (mean) :2.017φ

L'indice de Sorting "So" :1.047φ

Les paramètres d'asymétrie 'Ast ou Ask :-0.322φ

Coefficient d'acuité "K" :1.184φ.

Interprétation de résultats

Les paramètres granulométriques calculés (Fig. 18) montrent que :

- la classe moyenne est de 2.017, le coefficient de classement So est de 1.047 témoignant un sédiment mal classé,

- l'indice d'asymétrie SK est de -0.322 montre que la fraction fine mieux représentée que la fraction grossière,
- l'indice d'acuité K est de 1.184 indiquant des courbes plokurtiques

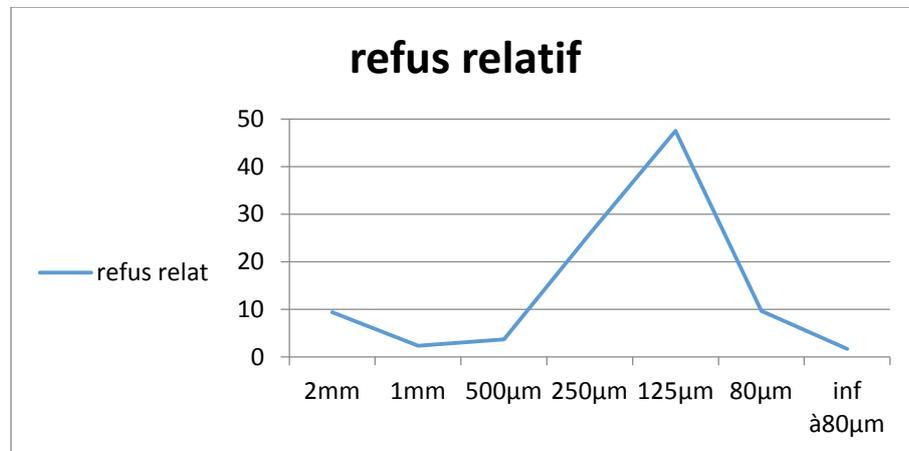


Fig.18. Courbe relative de 4ème échantillon.

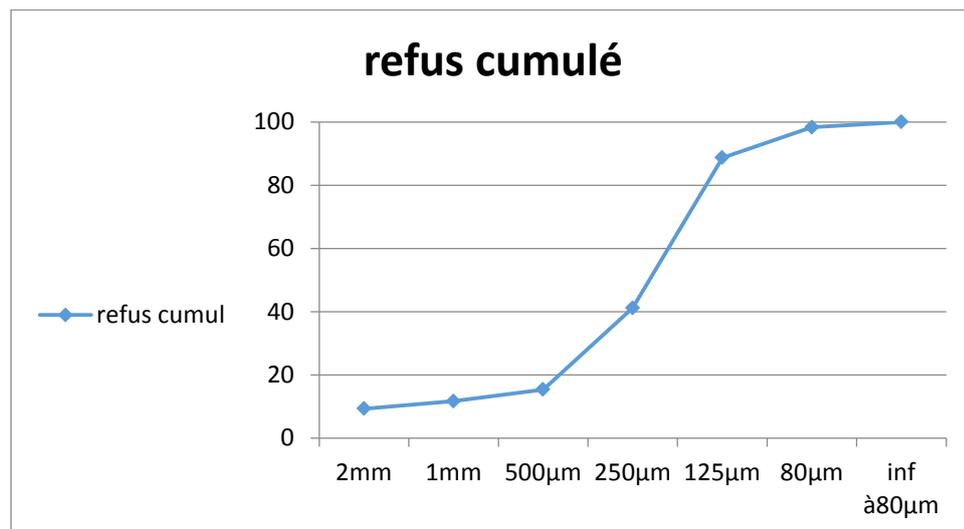


Fig. 19. Courbe cumulative de 4ème échantillon.

B. Morphoscopie

L'analyse morphoscopique des grains de quartz a permis d'avoir une idée générale sur le mode de transport et de reconstituer une certaine évolution dans leur contexte de dépôt.

La description morphoscopique des grains de quartz a été réalisée à l'aide de la loupe binoculaire, dont le comptage des grains a été effectué sur 100 grains environ. Les pourcentages relatifs des différentes morphologies reconnues ont été

calculés et représentés par les tableaux ci-dessous. Il s'agit des types classiques suivants (Fig5.): grains non-usés (NU), ronds mats (RM) et émoussés luisants (EL).

Tableau. N7. Représentation de l'analyse morphoscopique du 1^{er} échantillon.

Tamis	Grains non usés	Grains émoussé luisants	Grains ronds mats	grossissement
µm500	86	6	8	×30
250 µm	53	45	2	×40
125 µm	19	80	1	×50



500µm



250µm



125µm

Fig. 20. Illustration photographique des résultats de morphoscopie (1^{er} échantillon)

Echantillon. 2 :(Tab. 8)

Tableau. N 8. Représentation de l'analyse morphoscopique du 2^{ème} échantillon.

Tamis	Grains non usés	Grains émoussé luisants	Grains ronds mats	grossissement
500µm	26	60	14	×20
250µm	77	12	11	×30
125µm	72	21	7	×50

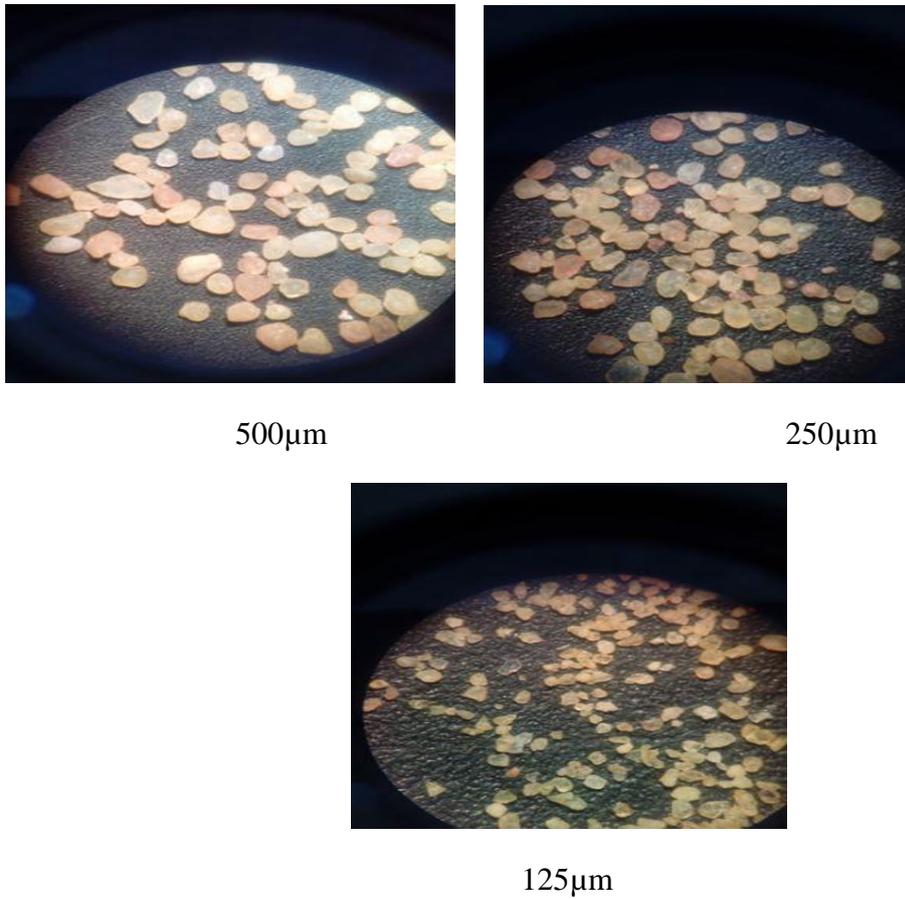


Fig. 21. Illustration photographique des résultats de morphoscopie (2^{ème} échantillon)

Echantillon 3:(Tab. 9)

Tableau. N°9. Représentation de l'analyse morphoscopique du 3^{ème} échantillon.

Tamis	Grains non usés	Grain émoussé luisants	Grains ronds mats	grossissement
500µm	74	15	11	×30
250µm	76	13	14	×40
125µm	65	30	5	

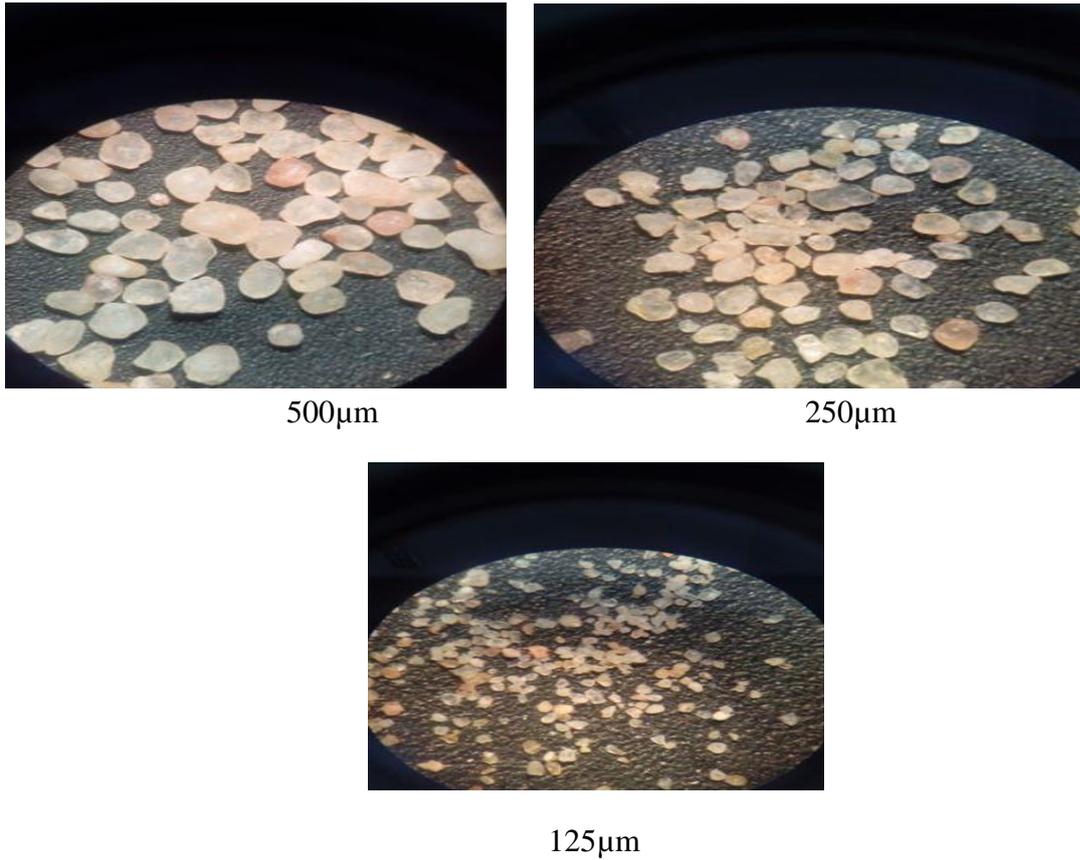


Fig. 22. Illustration photographique des résultats de morphoscopie (3^{ème} niveau)

Echantillon 4:(Tab. 10)

Tableau. N°10. Représentation de l'analyse morphoscopique du 4^{ème} échantillon.

Tamis	Grains non usés	Grains émoussé luisants	Grains ronds mats	grossissement
500µm	78	16	6	×20
250µm	75	20	5	×30
125µm	67	24	9	×50

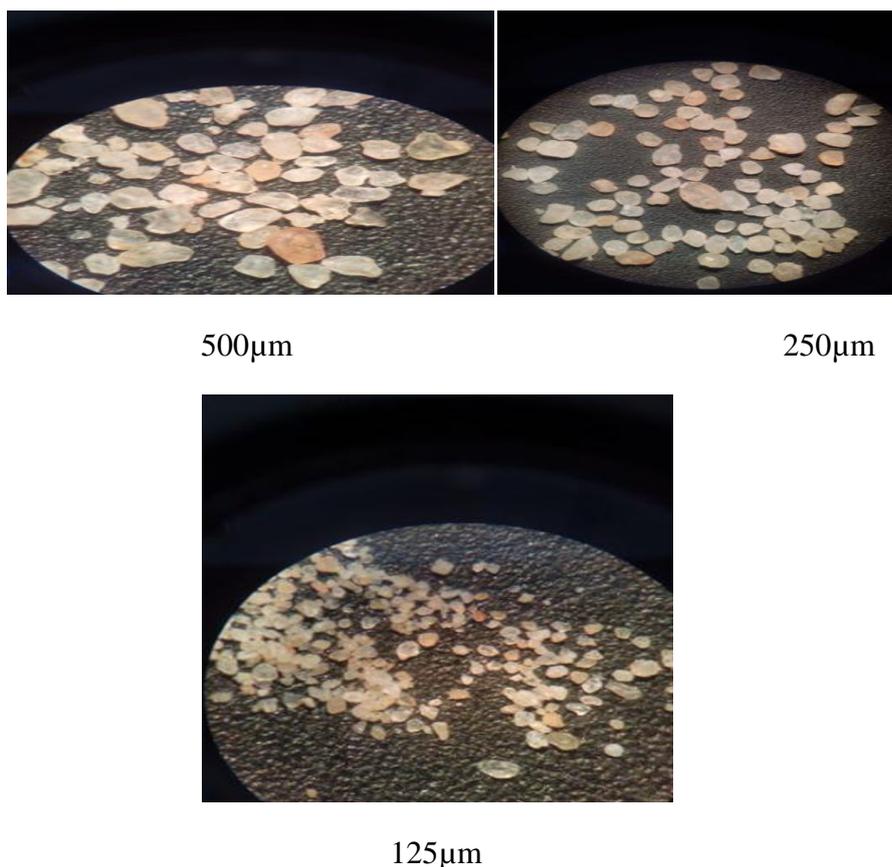


Fig. 23. Illustration photographique des résultats de morphoscopie (4^{ème} échantillon)

Interprétation

L'analyse morphoscopique montre la présence des trois principaux types des grains (NU, EL et RM). Les grains du type ronds mats (RM) existent dans tous les niveaux examinés; mais ils montrent une nette prédominance dans le deuxième (2^{ème}) et troisième (3^{ème}) niveau par rapport au premier (1^{er}) et quatrième (4^{ème}) niveau avec moins de 10%. Ces types de grains reconnus témoignent d'un transport désertique par l'action du vent.

Les grains non usés présentent une dominance dans tous les niveaux analysés avec un taux supérieur à 50%. Cela met en évidence qu'il s'agit d'un faible transport. Par ailleurs, les grains émoussés luisants présentent un pourcentage de 40%, ce qui indique un transport aquatique, le plus possible fluvial.

C-Résultat de calcimétrie

Pour effectuer cet essai, nous avons pris 0,5 g de chaque échantillon qui a été placé dans le calcimètre, l'effervescence a produit le CO₂ et H₂O. On utilise la propriété de décomposition du carbonate de calcium sous l'action d'un acide fort (HCl

dilué au demi-dilué) en eau et CO₂. Le volume de CO₂ dégagé est mesuré dans un tube gradué étanche, par la variation de niveau d'une colonne d'eau. L'opération est traduite par la réaction suivante :



Volume de CO₂ = v₂ - v₁

Sachant que : V₁ = volume initial

V₂ = volume final

- On sait que 100g de CaCO₃ contient 22.4l de CO₂ alors :

100g de CaCO₃ → 22.4l de CO₂

X → V_{CO₂}

Pour calculer le pourcentage de calcaire on a :

0.5g d'échantillon → X g de CaCO₃

100% → Y% de calcaire

Tableau. 11: Représentation des résultats de l'analyse calcimétrique.

Niveau	Volume initial (ml)	Volume final (ml)	CaCO ₃ (g)	Pourcentage de CaCO ₃ (%)
1	1	1	0	0
2	4.5	4.5	0	0
3	5	5	0	0
4	1	1	0	0
5	0	50	0.22	44

Interprétation

Le pourcentage du carbonate dans les niveaux 1, 2, 3 et 4 est nulle, par contre le 5^{ème} niveau contient 44% de calcaire. Par conséquent, on peut conclure que l'échantillon N°5 est totalement différent des autres échantillons, il s'agit donc probablement d'un niveau qui représente un épisode de production carbonatée, en relation avec un changement environnemental.

D-matière organique (Tabl. 12)

Après chauffer et puis refroidir l'échantillon, les creusets contenant les cendres seront pesés, et calculés par la suite à partir de cette équation:

$$\% \text{ matière organique} = \frac{((P_1 - P_0) - (P_2 - P_0))}{(P_1 - P_0)} \times 100$$

Ou:

P0=poids du creuset vide

P1=poids final

P2=poids du creuset contenant les cendres

Tableau N°12. Les résultats de l'analyse en matière organique.

L'échantillon	Poids de creuset vide	Poids final	Poids de creuset contenant les cendres	Pourcentage de matière organique (%)
1	58.443	68.451	68.379	0.71
2	62.062	72.060	71.982	0.78
3	64.958	74.962	74.874	0.87
4	55.722	65.716	65.621	0.95

Interprétation

L'analyse en matière organique effectuée sur des échantillons prélevés du niveau jaunâtre de formation d'El Khafdji a montré que le pourcentage ne dépasse pas 1%, c'est-à-dire on a un sédiment très pauvre de la matière organique.

quatrième partie:
conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Notre travail concerne la localité d'El khafdji (Ouargla, sahara nord-oriental), caractérisée par l'affleurement d'une formation détritique correspondant dans la quasi-totalité à des grés friables et des sables. Ces dépôts sont attribués à un âge Mio-pliocène.

Notre contribution a permis de définir quelques caractéristiques des prélèvements sélectionnés dans le niveau jaunâtre (zone de transition) de cette formation détritique. Par la suite des analyses sédimentologies et chimique ont été effectuées sur ces échantillons, et ceci vient de compléter les études précédentes. Les paramètres granulométriques et morphoscopiques montrent qu'il s'agit d'une mixité entre un milieu désertique soumis au vent dominant (des grains ronds mats) avec un milieu fluviatile (des grains émoussés luisants). L'analyse calcimétrique réalisée montre un pourcentage nul, à l'exception le cinquième échantillon qui souligne taux sensiblement élevé de carbonate. L'analyse en matière organique souligne une pauvreté dans ces sédiments.

Références bibliographique:

- Bouzouada. D. et Boussaid. T,(2008):- Etude hydro chimique des eaux de la nappe complexe terminal de la cuvette d'Ouargla, 74p,20fig,9tab
- C.E.A.E.Q, (2003):- Détermination de la matière organique par incinération : méthode de perte au feu(PAF), MA.1010-PAF1.Ministère de l'environnement du Québec,9p
- Djidel. M. (2008):- Pollution minéral et organique des eaux de la superficiel de la cuvette d'Ouargla (Sahara septentrional, Algérie), thèse de doctorat, université Badji Mokhtar –Annaba, 208p, 143fig, 27 tab, 16photos
- Ghurfi. S.(2014):-Sédimentologie et dynamique sédimentaire des sables côtiers de la rive occidentale de l'oued mafragh (El tarf, NE de l'Algérie), mémoire de master, université Larbi Tébessa-Tébessa, 80p, 6 tab, 26fig
- Mélaine Noury: -TUE 122-TP1granulométrie

Résumé

Notre étude a porté sur les grés friables mio-pliocène d'El khafdji (Cité Nasser-Ouargla), situé à l'ouest de la ville de Ouargla, qui s'inscrit dans le domaine du Sahara nord oriental. Cette étude a consisté à des analyses sédimentologiques et chimiques ayant pour but de mettre en évidence le mode du transport et le paléoenvironnement de ces dépôts détritiques. Ces approches réalisées au laboratoire montrent que cette formation détritique s'est déposée dans un domaine continental (désertique et fluviale)

Les analyses sédimentologiques (granulométrie, morphoscopie) et chimique (calcimétrie et teneur en matière organique) ont été exercées sur un niveau jaunâtre, considéré comme une transition entre deux régimes de sédimentation. L'approche de la granulométrie avec la morphoscopie montre qu'il s'agit d'une mixité entre un transport par le vent et un régime aquatique. Les analyses chimiques montrent un faible taux de carbonate, et un sédiment pauvre en matière organique.

Mots clés: Sédimentologiques, Mio-pliocène, Détritique, Analyses, Continental

Abstract

Our study focused on the friable mio-Pliocene sandstone El khafdji (cite Nasser –Ouargla), located west of the city Ouargla, which is part of the north eastern sahara.this study consisted of sedimentological and chemical analyzes aimed and high lighting the mode of transport and paleoenvironment of this detritic deposits .this laboratory approaches show that this detrital formation is deposited in a continental domain (desert and fluviale)

Sedimentological analyzes (granulometry and morphoscopie) and chemical analyzes(calcimétrie and organic matter content) were carried out on a yellowish level considered as a transition between two sedimentation regimes .the particle size approach with the morphoscopy shows that it is a mixture between a wind transport and an aquatic regime chemical analyzes show a low carbonate content , and a sediment low in organic matter

Keywords: Sedimentological, mio-pliocene, detritic, analyzes, continental

ملخص

ركزت دراستنا على الحجر الرملي الفتاتي الميولبوسين لمنطقة الخفجي(حي النصر –ورقلة), والذي يقع غرب مدينة ورقلة, والذي يعد جزءا من حقل الصحراء الشمالية الشرقية. تكونت هذه الدراسة من تحليلات رسوبية وكيميائية, تهدف الى تسليط الضوء على طريقة النقل والبيئة القديمة لهذه الرواسب الفتاتية تبين هذه الأساليب المختبرية انهذا التكوين الفتاتي يودع في منطقة قارية (صحراوية ونهرية)

وأجريت التحليلات الرسوبية (التحليل الحبيبي والتنظير) والكيميائية (التحليل الكلسي والمحتوى العضوي) على مستوى الأصفر, والتي تعتبر بمثابة الانتقال بين نظامين الترسيب. يظهر نهج حجم الجسيمات مع التنظير انه مزيج بين نقل الرياح والنظام المائي. تظهر التحليلات الكيميائية محتوى كربونات منخفض وانخفاض المادة العضوية في الرواسب

الكلمات المفتاحية: رسوبي, الميو-بليوسين, فتاتي, تحليلات, القارية

