REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ FERHAT ABBAS – SÉTIF
– INSTITUT D'ARCHITECTURE ET DES SCIENCES DE LA TERRE –
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MAGISTER
OPTION
GEOLOGIE ET RESSOURCES MINERALES

THÈME

CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES, MINÉRALOGIQUES, PÉTROGRAPHIQUES ET SÉDIMENTOLOGIQUES DES SABLES CÔTIERS DES SECTEURS : OUED ZHOUR, OUED EL KÉBIR et OUED ZIAMA MANSOURIA (Wilaya de Jijel, Algérie)

Présenté par :
MOSTEFAOUI Lakhdar
Ingénieur d'état en géologie minière

Devant le jury :

Président :	**Monsieur DEMDOUM Abdessalam**	**Maître de conférences classe A**	**Université de Sétif**
Rapporteur :	**Monsieur BOUIMA Tayeb**	**Maître de conférences classe A**	**Université de Sétif**
Examinateur :	**Monsieur LAOUAR Rabah**	**Professeur**	**Université d'Annaba**
Examinateur :	**Monsieur CHABOU Moulley Charaf**	**Maître de conférences classe A**	**Université de Sétif**

Novembre 2014

DÉDICACE

A la mémoire de Monsieur Mohamed BENDALI,
Président de l'Agence Nationale de la Géologie et du Contrôle Minier (A.N.G.C.M.), auquel je dédie ce mémoire de magister.



Le défunt était un éminent géologue ; toujours sur terrain, muni de son marteau il reflétait le bâtisseur des secteurs de la géologie et des mines, au lendemain de l'Independence jusqu'aux dernières palpitations de son cœur. Cette dédicace représente pour moi une reconnaissance à ses ouvres. Aussi, cette étude et les résultats obtenus iraient à la banque nationale de données géologiques où ils seraient à la disposition du public scientifique et universitaire. Je demande à tous ceux qui exploitent ce mémoire de magister d'avoir une pieuse pensée à la mémoire de Monsieur Mohamed BENDALI. Qu'ALLAH TALLA, LE TOUT-PUISSANT, l'accueille en Son Vaste Paradis. ALLAH YARRAHMEK.

A la mémoire de mon père.

A ma mère.

A mes frères et sœurs.

A mes enfants, Insaf, Raïf et Khadidja.

A la mère de mes enfants.

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer ma reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidé à la réalisation de ce mémoire de magister. Je remercie tout particulièrement :

Mon promoteur Monsieur T. BOUIMA, Maître de conférences classe A de l'institut des sciences de la terre de l'université de Sétif, auquel je dois mon initiation d'abord dans la prospection géologique et minière et enfaite de m'avoir appris à enjamber « le cheval » de la discipline (géologie minière) et à y tenir les rênes. Je le remercie vivement.

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à Monsieur le Président de Jury A. DEMDOUM, Maître de conférences classe A de l'institut des sciences de la terre de l'université de Sétif, auquel je lui assure mon dévouement pour l'assistance et l'aide qu'il m'a apportées, bien avant qu'il préside le Jury.

Mes sincères remerciements à Monsieur, R. LAOUAR, Professeur de l'institut des sciences de la terre de l'université d'Annaba, pour sa coopération scientifique au terme des discussions sur la géochimie et la prospection géologique et minière. De part son génie il a tenu après un examen minutieux de mon travail d'être également dans le « team » des examinateurs.

Mes remerciements s'adressent à Monsieur, M. C. CHABOU, Maître de conférences classe A de l'institut des sciences de la terre de l'université de Sétif, pour sa coopération et le réconfort intellectuel qu'il ma apportés. Je le remercie vivement pour toutes les connaissances qui ma appris, pour sa précision dans le travail, et son bon cœur en suivant la progression de ce modeste travail. Aussi je lui adresse mes sincères gratitudes pour l'effort qu'il a consenti d'être mon examinateur.

Je tiens à exprimer ma gratitude et tout mon respect à Monsieur M. T. BOUARROUDJ, pour m'avoir initié à la recherche et la prospection géologique et minière. Je lui présente également mes remerciements les plus dévoués pour ses conseils scientifiques émis par son expérience professionnelle.

J'ai le plaisir de témoigner ma reconnaissance pour mon frère S. MOSTEFAOUI, Docteur en Planétologie de l'institut de minéralogie, de physique des matériaux et de cosmochimie (IMPMC) du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, qui ma orienté vers les sciences de la terre, ainsi que pour ses conseils indispensables et l'aide qu'il m'a apportés.

J'exprime ma profonde reconnaissance et tout mon respect à Monsieur H. MEZGHACHE, Professeur à l'institut des sciences de la terre de l'université d'Annaba, pour m'avoir initié à la prospection géologique et minière.

Je dois tout mon respect et ma reconnaissance à Monsieur, D. E. AISSA, Professeur à l'U.S.T.H.B. - institut des sciences de la terre de l'université de BAB EZZOUAR, pour sa coopération et toutes les connaissances qu'il ma apprises. Je le remercie également pour ces conseils émis par son expérience professionnelle.

J'exprime ma profonde reconnaissance à tout le corps des enseignants de l'institut des sciences de la terre de l'université de Sétif. Je remercie tout particulièrement : H. ZITOUNI, M. HAMLAOUI et I. TIGHLITE.

Je tiens à remercier également Monsieur le Directeur et tout le personnel du Laboratoire du centre d'études et de services technologiques de l'industrie des matériaux de construction « CETIM de BOUMERDES », pour leurs coopérations et encadrements au Laboratoire.

J'exprime mon respect et toutes mes reconnaissances pour mes collègues, du Magister à l'institut des sciences de la terre de l'université de Sétif. Je remercie tout particulièrement : H. BELHADDAD, H. KADA, N. BOURAGBA, M. Y. LAGHOUAG et M. BAGHME, qui m'ont beaucoup aidé et soutenus moralement.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont collaboré et contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce travail.

RÉSUMÉ

Ce mémoire de magister en géologie et ressources minérales à pour but d'étudier les caractéristiques géologiques, minéralogiques, pétrographiques et sédimentologiques des sables côtiers des secteurs d'Oued Zhour, Oued El Kébir et Oued Ziama Mansouria, situés dans la région de Jijel. Le but final de cette étude est de mettre en évidence des indices à minéraux de valeur dans les sables afin de déterminer des métallotectes pouvant aider à mieux cibler les zones à prospecter.

Les secteurs d'Oued Zhour et Oued El Kébir sont situés à l'Est de la wilaya de Jijel, sur ce territoire sont largement répandus les terrains métamorphiques du socle Kabyle attribués au Précambrien surmontés en discordance par les formations de l'Oligocène à klippes sédimentaires de l'Albo-aptien. On distingue sur le territoire en question les ensembles intrusifs du Précambrien et Paléogène tardif. Les granites du Paléogène tardif sont très répandus dans la partie Nord du territoire. Les intrusions précambriennes ont un développement très limité et se localisent dans les roches métamorphiques sous forme de corps relativement petits. Les formations quaternaires sont largement développées et ils sont représentés par le Maghrébien-méssaoudien (terrasses marines de poudings), Moulouyen-salétien (grès à rares lits très minces de gravillons), Ouljien (sables littoraux marins), Soltanien (alluvions et formation éoliennes) et Rharbien (plages de sable marins, alluvions, sédiments éoliens et lacustro-marécageux).

Les caractéristiques des sables côtiers d'Oued Zhour correspondants à un sable plus ou moins homogène de couleur jaune beige clair à blanchâtre. Le quartz représente l'élément constitutif essentiel dont le pourcentage atteint 78 %. Les autres minéraux sont représentés par les feldspaths ≈ 4-5 % (plagioclases, microcline), micas ≈ 5-6 % (biotite, muscovite, chlorite, séricite), particules de carbonates ≈ 9 % (calcite, dolomite, fossiles), oxydes de fer (hématite) ≈ 2-3 % avec comme minéraux accessoires ≈ 1 % de la tourmaline, du zircon et du grenat de couleur rosâtre.

Les caractéristiques des sables côtiers d'Oued El Kébir correspondants à un sable à grains hétérométriques fins à grossiers et de couleur dégradée dans les tons jaune-beige foncé à marron brunâtre. L'élément constitutif essentiel est représenté par le quartz dont le pourcentage atteint 68 %. Les autres minéraux sont représentés par les feldspaths ≈ 5 % (plagioclases, feldspaths potassiques), de micas ≈ 10 % (biotite, muscovite et chlorite), des particules d'oxydes de fer ≈ 3 % (hématite) qui apparaissent sous forme de tâches noirâtres, carbonates ≈ 15 % (particules de roches carbonatées, calcite et dolomite) avec comme minéraux accessoires < 1 % de la tourmaline, du zircon et de rares grains de grenats de couleur rosâtre.

Le secteur de Ziama Mansouria est située à mi-chemin entre la wilaya de Jijel (40 km) à l'Est et celle de Béjaïa (50 km) à l'Ouest. Les ensembles stratigraphiques constituant le territoire d'Oued Ziama Mansouria et sa région se distinguent par la diversité de leur chronologie (qui s'étend du Trias au Quaternaire), de leur composition et de leur genèse (sédimentaire et volcanique) ainsi que de l'affinité de leur faciès (faciès marin, lagunaire et continentaux). Les terrains les plus répandus sont d'âge Mésozoïque (Trias, Jurassique et Crétacé) et Cénozoïque (Paléogène, Néogène et Quaternaire). Les terrains quaternaires ont une extension assez réduite sur le territoire d'Oued Ziama Mansouria. Ils comprennent des formations alluviales, terrasses (marines, fluviatiles), terrains de pentes (diluviums, colluvions, éboulis), dépôts torrentiels et dépôts de sources hydrothermales (tufs, calcaires et travertins). La région d'étude se trouve dans la partie orientale du domaine plissé de l'Atlas Tellien (branche méridionale de la ceinture orogénique Alpine Méditerranéenne), appelée « Berbérie », selon M. Durand Delga, 1969. Les principaux éléments structuraux de ce domaine sont : les massifs kabyles (zone interne) et les zones plissées des chaînes telliennes (Bibans, Babors, Nord-Sétifien …), appartenant à la zone externe. La limite entre ces deux zones passe par la dorsale kabyle. La structure de la région résulterait de l'interaction de deux grands compartiments géologiques (microcontinent kabyle et bordure septentrionale réactivée de la plate-forme africaine ou plaque épi-hercynienne), sur laquelle, le Trias s'est mis en place (le miogéosynclinal Tellien).

Les caractéristiques des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria correspondants à un sable grossier et hétérogène qui apparaît dans des tons dégradés avec une couleur brun grisâtre, gris clair à jaune beige ocre parsemée de tâches brun rougeâtre d'oxydes de fer et blanchâtres de carbonates. La présence d'une composition minéralogique faite de débris hétérogéniques sédimentaires et magmatiques à prédominance de débris de roches carbonatées qui apparaissent sous différentes formes. Il est composé de débris de roches carbonatées, gréseuses, argileuses et magmatiques. Les minéraux sont représentés par des grains de quartz ≈ 1-2 % de taille jusqu'à 1,2 mm, des éclats de cristaux de calcite et dolomite < 1 %, fragments de coquilles et sections de fossiles, amphiboles et oxydes de fer 6 %. Les fragments de roches sédimentaires sont représentés par des calcaires bioclastiques ≈ 42-54 %, des pélites argileuses ≈ 28-30 %, des grés-quartzites ≈ 5-15 %, des calcaires micro-sparithiques ≈ 2 %, des dolomies ≈ 2-3 %, des calcaire-gréseux ≈ 2-10 %, des calcaire micritique (brun-grisâtre) ≈ 48 % et des pélites argilo-gréseuses 25 %. Les fragments de roches magmatiques sont représentés par la dolérite ≈ 1-2 %. Et les fragments de roches métamorphiques sont représentés par les schistes.

La mise en évidence de cinq (05) nouveaux indices à minéraux de valeurs, où deux (02) indices à ***Tourmaline, Zircon et Grenats,*** dans les sables côtiers d'Oued Zhour : n°OZH-1 (x = 255 041, y= 4 090 383) et n°OZH-2 (x = 253 522, y = 4 089 226) ; et trois indices à ***Oxyde de fer (Hématite)***, un indice dans les sables côtiers d'Oued Zhour : n°OZH-1 (x = 255 041, y = 4 090 383), un indice dans les sables côtiers d'Oued El Kébir : n°OEK-4 (x = 244 657, y = 4 086 266) et indice dans les sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria : n°OZI-8 (x = 718 636, y = 4 060 199).

L'analyse, l'étude et l'utilisation des lois qui régissent la formation et la distribution spatiale des minéralisations sous forme de contrôle (métallotectes) et guide de recherche constituent une des principales activités de la recherche et de la prospection géologique et minière. Pour les sables côtiers d'Oued Zhour, Oued El Kébir et Oued Ziama Mansouria, nous avons dégagé des métallotectes stratigraphiques, sédimentologiques, magmatiques minéralogiques, lithologiques, géochimiques, tectoniques, géomorphologiques et hydrogéologiques.

Les recommandations d'une manière générale, insistent sur l'amélioration de la connaissance granulométrique, minéralogique, pétrographique et chimique des sables. Je trouve cependant que le zircon est une pierre qui mérite d'être mise en valeur, soit pour sa qualité comme un gemme, soit comme une pierre d'intérêt scientifique, car il est possible grâce aux isotopes radioactifs de dater les roches et également de comprendre son état métamicte. Une synthèse paléogéographique régionale du réseau hydrographique et une prospection régionale (recherche détaillée) à une échelle appropriée entre 1/10 000 et 1/5 000 sur des surfaces perspectives (bassins versants d'Oued Zhour, Oued El Kébir et Oued Ziama Mansouria) où ont été découvert les cinq (05) nouveaux indices minéralisés, ou même des surfaces dégagées par des travaux antérieurs.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION **8**

DÉFINITIONS **9**

CHAPITRE 1 - CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL **11**

1. APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET ÉCONOMIQUE **11**

2. GÉOLOGIE DE LA RÉGION DE JIJEL **12**

3. DOMAINE INTERNE **13**

4. DOMAINE DES FLYSCHS **13**

4.1. Flyschs maurétaniens 14

4.2. Flyschs massyliens 14

4.3. Flyschs numidiens 14

5. DOMAINE EXTERNE **15**

CHAPITRE 2 – GÉOLOGIE LOCALE DES SABLES CÔTIERS D'OUED ZHOUR ET OUED EL KÉBIR **19**

1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE **19**

2. HISTORIQUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS **19**

3. STRATIGRAPHIE **19**

3.1. Quaternaire 20

3.1.1. Rharbien 20

3.1.1.1. Plages de sable marins 21

3.1.1.2. Alluvions 21

3.1.1.3. Sédiments éoliens 21

3.1.1.4. Sédiments lacustro-marécageux 21

3.1.2. Soltanien 21

3.1.2.1. Alluvions 21

3.1.2.2. Formations éoliennes 21

3.1.3. Ouljien 21

3.1.4. Moulouyen-salétien 23

3.1.5. Maghrebien-messaoudien 23

3.2. Complexe numidien 23

3.3. Flysch crétacé (flysch massylien) 23

3.3.1. Albo-aptien 23

3.4. Couverture du socle kabyle 23

3.4.1. Oligocène 23

3.4.1.1. Assise gréso-conglomératique 24

3.4.1.2. Assise argileuse 24

1) Faisceau marno-argileux à blocs 24

2) Faisceau marno-argilo-gréseux 24

3.5. Socle kabyle 25

3.5.1. Précambrien 25

3.5.2. Série Kabyle inférieure 26

3.5.3. Série Kabyle moyenne 26

3.5.4. Série Kabyle supérieure 26

4. ROCHES INTRUSIVES **26**

4.1. Intrusions précambriennes 26

4.2. Amphibolites 26

4.3. Granodiorites gneissoïdes à biotite 26

4.4. Granites gneissoïdes à deux micas ... 27
4.5. Pegmatites ... 27
4.6. Intrusions du paléogène tardif ... 27
4.7. Granites mélanocrates à biotite ... 27
4.8. Granites leucocrates ... 27
4.9. Dykes et filons d'aplites ... 27
5. TECTONIQUE ... 27
5.1. Étage Précambrien (socle Kabyle) ... 28
5.1.1. Sous étage Kabyle inférieur ... 28
5.1.2. Sous étage Kabyle moyen ... 28
5.1.3. Sous étage Kabyle supérieur ... 28
5.2. Étage tardi-Paléogène ... 28
5.3. Couverture du socle kabyle ... 28
6. HYDROGÉOLOGIE ... 29
7. SUBSTANCES UTILES ... 30
7.1. Substances utiles métalliques ... 30
7.1.1. Plomb ... 30
7.1.2. Étain ... 30
7.1.3. Tungstène ... 30
7.1.4. Or ... 30
7.1.5. Mercure ... 30
7.2. Substances utiles non métalliques ... 30
7.2.1. Kaolin ... 30
7.2.2. Barytine ... 31
7.2.3. Disthène et grenat ... 31
7.2.4. Matériaux de construction ... 31
7.2.4.1. Graviers et galets ... 31
7.2.4.2. Sables ... 31
7.2.4.3. Granites, Amphibolites et Grès ... 31
CHAPITRE 3 – ÉTUDE DES SABLES CÔTIERS D'OUED ZHOUR ET OUED EL KÉBIR ... 32
1. MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE ... 32
2. TRAVAUX DE LABORATOIRE ... 33
3. ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ... 34
3.1. Analyse granulométrique par tamisage ... 34
3.2. Mesure du poids spécifique ... 40
3.3. Coefficient d'écoulement ... 40
3.4. Équivalent de sable ... 40
4. ANALYSE CHIMIQUE ... 41
5. ANALYSE MINÉRALOGIQUE ... 41
6. ÉTUDE DES LAMES MINCES DES SABLES AU MICROSCOPE POLARISANT ... 45
6.1. Lame mince de l'échantillon n°OZH-1 (Objectif 5x0,13 LPA) ... 45
6.2. Lame mince de l'échantillon n°OZH-2 (Objectif 5x0,13 LPA) ... 46
6.3. Lame mince de l'échantillon n°OZH-3 (Objectif 5x0,13 LPA) ... 47
6.4. Lame mince de l'échantillon n°OEK-4 (Objectif 10x0,20 LPA) ... 48
6.5. Lame mince de l'échantillon n°OEK-5 (Objectif 5x0,13 LPA) ... 49
6.6. Lame mince de l'échantillon n°OEK-6 (Objectif 5x0,13 LPA) ... 52

7. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS 53
1.1. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZH-1 53
1.1.1. Quartz 53
1.1.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,08 mm et 0,3 mm) 53
1.1.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,4 mm et 0,6 mm) 53
1.1.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 0,8 mm et 1,4 mm) 54
1.1.2. Feldspaths (Plagioclases et Microcline) 54
1.1.2.1. Plagioclases 54
1.1.2.2. Microcline 54
1.1.3. Micas 54
1.1.4. Minéraux accessoires (Tourmaline, Zircon et Grenats) 54
1.1.5. Oxydes de fer (Hématite) 54
1.2. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZH-2 55
1.2.1. Quartz 55
1.2.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,1 mm et 0,3 mm) 55
1.2.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,4 mm et 0,8 mm) 55
1.2.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 1,0 mm et 1,2 mm) 56
1.2.2. Feldspaths (Plagioclases et Microcline) 56
1.2.2.1. Plagioclases 56
1.2.2.2. Microcline 56
1.2.3. Micas 56
1.2.4. Minéraux accessoires (Tourmaline, Zircon et Grenats) 56
1.3. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZH-3 56
1.3.1. Quartz 57
1.3.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,15 mm et 0,3 mm) 57
1.3.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,4 mm et 0,8 mm) 57
1.3.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 1,0 mm et 1,2 mm) 57
1.4. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OEK-4 57
1.4.1. Quartz 58
1.4.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,2 mm et 0,35 mm) 58
1.4.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,4 mm et 1,2 mm) 58
1.4.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 1,6 mm et 5,0 mm) 58
1.4.2. Oxydes de fer (Hématite) 59
1.5. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OEK-5 59
1.5.1. Quartz 59
1.5.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,15 mm et 0,65 mm) 59
1.5.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,82 mm et 2,8 mm) 59
1.5.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 3,0 mm et 5,0 mm) 60
1.6. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OEK-6 60
1.6.1. Quartz 60
1.6.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,1 mm et 0,3 mm) 60
1.6.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,45 mm et 0,7 mm) 60
1.6.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 1,0 mm et 3,0 mm) 61
CHAPITRE 4 – GÉOLOGIE LOCALE DES SABLES CÔTIERS D'OUED ZIAMA MANSOURIA 62
1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE 62
2. HISTORIQUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS 62
3. STRATIGRAPHIE 64
3.1. Quaternaire 64
3.1.1. Rharbien 64
3.1.2. Soltanien, Ouljien 64
3.1.3. Tensiftien, Anfatien 64
3.2. Cénozoïque 64

3.2.1. Helvétien 64
3.2.2. Burdigalien-Helvétien 66
3.2.3. Série Numidienne 66
3.2.4. Maestrichtien-Paléocène 68
3.3. Mésozoïque 68
3.3.1. Maestrichtien 68
3.3.2. Sénonien 68
3.3.3. Coniacien-Campanien 68
3.3.4. Albien supérieur-Turonien 68
3.3.5. Albien inferieur 69
3.3.6. Barrémien Aptien 69
3.3.7. Néocomien 69
3.3.8. Oxfordien supérieur-Portlandien 69
3.3.9. Domérien-Oxfordien moyen 69
3.3.10. Sinémurien-Pliensbachien inférieur (Carixien) 69
3.3.11. Rhétien-Héttangien 70
3.3.12. Trias 70
3.3.12.1. Trias supérieur (Keuper) 70
3.3.12.2. Trias moyen (Muschelkalk) 70

4. MAGMATISME 70

4.1. Diabases triasiques 70

5. TECTONIQUE 71

5.1. Zone des babors 71
5.2. Nappe de brek 72
5.3. Nappe de Draa el Arba 72
5.4. Nappe de Barbacha 72
5.5. Zone Nord-Sétifienne 72
5.6. Nappe tectoniques des flyschs 73
5.7. Nappe de flysch Apto-albien 73
5.8. Nappe de flysch Sénonien 73
5.9. Nappe numidienne 73
5.10. Accidents cassants 73

6. HYDROGÉOLOGIE 73

7. HISTORIQUE DE L'ÉVOLUTION GÉOLOGIQUE 74

7.1. Trias-jurassique 74
7.2. Crétacé précoce 74
7.3. Crétacé tardif-éocène 74
7.4. Oligocène-quaternaire 74
7.5. Au miocène précoce 75
7.6. Au pliocène 75
7.7. Au quaternaire 75

8. SUBSTANCES UTILES 75

8.1. Substances utiles métalliques 75
8.1.1. Gisement de fer de Bradema 76
8.1.2. Gisement de fer de Tadergount 76
8.1.3. Gisement de pyrite d'Azouar 76
8.1.4. Indices 76
8.2. Substances utiles non métalliques (Matériaux de construction) 76

CHAPITRE 5 – ÉTUDE DES SABLES CÔTIERS D'OUED ZIAMA MANSOURIA 78

1. MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE 78

2. TRAVAUX DE LABORATOIRE 79

3. ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE 80

3.1. Analyse granulométrique par tamisage 80
3.2. Mesure du poids spécifique 83
3.3. Coefficient d'écoulement 83
3.4. Équivalent de sable 83

4. ANALYSE CHIMIQUE 83

5. ANALYSE MINÉRALOGIQUE 84

6. ÉTUDE DES LAMES MINCES DES SABLES AU MICROSCOPE POLARISANT 86

6.1. Lame mince de l'échantillon n°OZI-7 (Objectif 5x0,13 LPA) 86
6.2. Lame mince de l'échantillon n°OZI-8 (Objectif 5x0,13 LPA) 89
6.3. Lame mince de l'échantillon n°OZI -9 (Objectif 10x0,20 LPA) 92

7. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS 94

7.1. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZI-7 94
7.1.1. Classe n°1 : Fragments de calcaire bioclastique 94
7.1.2. Classe n°2 : Fragments de pélites argileuses 94
7.1.3. Classe n°3 : Fragments de roches gréseuses, quartzites 94
7.1.4. Classe n°4 : Fragments de calcaire micro-sparithique 95
7.1.5. Classe n°5 : Fragments de dolomie 95
7.1.6. Classe n°6 : Fragments de calcaire-gréseux 95
7.1.7. Classe n°7 : Fragments de dolérite 95
7.2. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZI-8 95
7.2.1. Fragments de roches sédimentaires 95
7.2.1.1. Classe n°1 : Fragments de calcaire bioclastique 95
7.2.1.2. Classe n°2 : Fragments de pélites argilo-gréseuses 96
7.2.1.3. Classe n°3 : Fragments de calcaire-gréseux 96
7.2.1.4. Classe n°4 : Fragments de grès, quartzites 96
7.2.1.5. Classe n°5 : Fragments de dolomie 96
7.2.2. Classe n°6 : Fragments de roches magmatiques (dolérite) 96
7.2.3. Fragments de roches métamorphiques (schiste) 96
7.2.4. Fragments minérale 97
7.2.4.1. Silice (Quartz) 97
7.2.4.2. Feldspaths (Microcline) 97
7.2.4.3. Carbonates (Calcite, Dolomite) 97
7.2.4.4. Micas 97
7.2.4.5. Amphiboles 97
7.2.4.6. Oxydes de fer (Hématite) 97
7.3. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZI-9 97
7.3.1. Classe n°1 : Fragments de calcaire micritique (brun-grisâtre) 98
7.3.2. Classe n°2 : Fragments de pélites argileuses 98
7.3.3. Classe n°3 : Fragments de roches gréseuses, quartzites 98
7.3.4. Classe n°4 : Fragments de dolomie 98
7.3.5. Classe n°5 : Fragments de roches magmatiques (dolérite) 98

CONCLUSION GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS 100

CONCLUSION GÉNÉRALE 100
RECOMMANDATIONS 104

BIBLIOGRAPHIE 106

LISTE DES FIGURES.....112

LISTE DES TABLEAUX 113

INTRODUCTION

Ce mémoire de magister en géologie et ressources minérales à pour but d'étudier les caractéristiques géologiques, minéralogiques, pétrographiques et sédimentologiques des sables côtiers des secteurs d'Oued Zhour, Oued El Kébir et Oued Ziama Mansouria, situés dans la région de Jijel. La connaissance de ces sables en essayant de comprendre leur(s) typologie(s) et leur relation avec l'environnement géologique régional. Le but final de cette étude est de mettre en évidence des indices à minéraux de valeur dans les sables afin de déterminer des métallotectes pouvant aider à mieux cibler les zones à prospecter.

Ce manuscrit illustré par de nombreuses figures, cartes et tableaux est conçu pour être agréablement lu, il est donc important de décrire les cinq chapitres dégagé pour atteindre le but visé par cette étude.

Le premier chapitre est consacré à la géologie régionale de la chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides (aperçu géographique et économique, géologie de la région de Jijel, domaine interne, domaine des flyschs et domaine externe).

Le deuxième chapitre est consacré à la géologie locale, et retrace l'historique des travaux antérieurs, la stratigraphie, les roches intrusives, la tectonique, l'hydrogéologie et les substances utiles du secteur d'Oued Zhour et Oued El Kébir.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude des sables côtiers d'Oued Zhour et Oued El Kébir. Où on a décrit la méthode d'échantillonnage, l'analyse granulométrique, l'analyse chimique, l'analyse minéralogique, l'étude des lames minces des sables au microscope polarisant et l'interprétation des résultats.

Le quatrième chapitre est consacré à la géologie locale, et retrace l'historique des travaux antérieurs, la stratigraphie, le magmatisme, la tectonique, l'hydrogéologie, l'historique de l'évolution géologique et les substances utiles du secteur d'Oued Ziama Mansouria.

Le cinquième chapitre est consacré à l'étude des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria. Où on a décrit la méthode d'échantillonnage, l'analyse granulométrique, l'analyse chimique, l'analyse minéralogique, l'étude des lames minces des sables au microscope polarisant et l'interprétation des résultats.

Les références bibliographiques, sont placées en fin du volume qui permettra d'approfondir des points qui ne sont qu'esquissés dans ce mémoire.

Enfin une conclusion générale permettra de récapituler les principaux résultats et d'en déduire des recommandations.

DÉFINITIONS

Bed-Rock : Substratum résistant de sédiments meubles ou peu consolidés. On parle de Bed-Rock, par exemple dans le cas du lit rocheux d'une rivière recouverte par des alluvions exploitées en placers.

Cartes prévisionnelles : Cartes gîtologiques intégrant les métallotectes positifs, négatifs, relatifs, absolus, pour définir les aires à prospecter, ou, au contraire, à éliminer. L'échelle de ces cartes est de plus en plus grande lors du développement d'un programme d'exploration.

Gisement : On appelle gisement de minéraux utiles le secteur de l'écorce terrestre au sein duquel, à la suite de divers processus géologiques, s'est accumulée de la matière minérale dont la quantité, la qualité et les conditions de gisement rendent possible l'exploitation industrielle.

Gîte : Toute concentration géologique de substances minérales ou fossiles.

Guides de recherche : Les guides de recherche géologique sont des facteurs directement ou indirectement qui renseigne sur la possibilité d'existence de tel ou tel autre substances utiles dans des conditions géologiques données. Les métallotectes ce sont des facteurs contrôlant la minéralisation, il y lieu de les différencier des guides de recherche géologique qui sont des facteurs concrets qui indique la présence de corps minéralisé (exemple : filon de quartz aurifère = Quartz + Or).

Indice : Tout renseignement certain, contrôlé directement, de l'existence en un point donné d'une minéralisation. Pour une substance donnée, traces observées en un point permettant d'envisager que cette substance existe non loin en plus grande abondance (exemple, indice de quartz aurifère).

Métallotecte : Selon P. Laffite, F. Permingeat et P. Routhier, (1965), un métallotecte est un objet géologique, lié à la tectonique, au magmatisme, au métamorphisme, à la lithologie, à la géochimie, etc., qui semble favoriser l'édification d'un gisement ou d'une concentration minérale et qui, par conséquent, est choisi lors des travaux de cartographie métallogénique, pour figurer sur la carte et entrer dans la légende. Un métallotecte négatif, expression peut être impropre mais utile en exploration minière, est un objet antinomique d'une minéralisation. Il a donc autant de valeur prévisionnelle que les objets localisant ces minéralisations. On distingue aussi des métallotectes relatifs ou absolus, selon qu'ils sont le plus souvent ou toujours associés à une minéralisation, ou encore valables universellement ou seulement pour une province ou un district.

Métamicte : Se dit d'un minéral ou un cristal dont le réseau cristallin a été déformé ou partiellement détruit sous l'effet de la désintégration des éléments radioactifs qu'il contenait, ce qui peut entraîner des modifications de ses couleurs (cas du quartz enfumés par exemple). Les minéraux métamictes peuvent parfois retrouver leur état initial par simple chauffage.

Minéraux lourds : Ensemble des minéraux de densité supérieure à 2,87. Expression utilisée en pétrographie sédimentaire pour désigner les minéraux qui coulent au fond dans un bain de bromoforme (d = 2,87), alors que les minéraux légers (exemple quartz, feldspaths) flottent (procédé de séparation par densité). Sphène, zircon, rutile, anatase, tourmaline, etc. sont des minéraux lourds fréquents, et leur étude permet d'avoir une idée de l'origine des composants détritiques du sédiment auquel ils appartiennent.

Sable extra-siliceux : Un sable extra-siliceux est un sable contenant plus de 95 % de SiO_2 : il est donc composé quasi-exclusivement de grains de quartz. On le subdivise en trois catégories selon la pureté : le sable siliceux pur (plus de 99 % SiO_2 et très peu de fer), le sable siliceux (entre 98 et 99 % SiO_2) et le sable siliceux maigre (entre 95 et 98 % SiO_2). Selon les spécificités requises pour le produit final, les industriels exigent l'une ou l'autre de ces catégories.

Sables lourds : On désigne sous le nom de « sables lourds », des sables comportant une proportion notable de minéraux lourds (densité > 2,87), pouvant justifier une exploitation industrielle. Selon la nature des minéraux dominants, ces sables prennent diverses colorations : noire (magnétite, ilménite, etc.), rouge (grenat, etc.), ou brune (monazite, etc.).

CHAPITRE 1 - CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Ce chapitre est consacré à la géologie régionale de la chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides (aperçu géographique et économique, géologie de la région de Jijel, domaine interne, domaine des flyschs et domaine externe).

1. APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET ÉCONOMIQUE

Le littoral de la mer Méditerranée est la limite septentrionale de la région d'étude entre le cap Aokas à l'Ouest et le massif granitique Cap Bougaroun à l'Est. La côte est bordée de falaises et de bandes de plages étroites.

L'infrastructure routière est bien développée. Elle est représentée par la route nationale n°43 (Béjaïa-Jijel), longeant la côte, rejoignant la RN°75 (Sétif-Kherrata) au niveau de Souk-El-Tenine et la RN°27 (El Milia-Constantine) au niveau d'El Milia. Une voie ferrée relie Jijel à Ramdane Djamel (Skikda).

L'ensemble de la région est parcouru par une multitude de sentiers et chemins vicinaux, facilitant l'accès aux terrains agricoles.

La population de la région est de type rural, s'occupant de l'agriculture vivrière de montagne en partie et pour une autre partie du petit commerce et de la pêche, vu sa proximité des villes portuaires (Ziama, El-Aouana, Jijel...).

L'industrie peu développée est représentée par l'industrie du liège, peaux et cuirs, céramique sanitaire, verre plat et kaolin en plus de quelques carrières d'agrégats.

Le taux d'électrification de la région est supérieur à 90 %.

Le climat de la région est de type méditerranéen caractérisé par un été chaud (35° à 37°C) avec une grande humidité de l'air et un hiver froid et pluvieux. La période la plus chaude de l'année s'étend de fin Juin à la mi-août. La saison pluvieuse débute en Octobre, et les températures varient de 5 à 10°C. La neige tombe à des hautes altitudes (1 000 à 1 200 m).

Le territoire de la région est recouvert de broussaille, de chêne liège et d'olivier. La bande littorale, à l'Est comme à l'Ouest, se distingue par l'abondance de végétation forestière.

Le degré d'affleurement des roches est peu important. Le relief est fortement raviné, représenté par des oueds ramifiés (Oued Ziama, Oued Taza, Kissir, El-Menchia, Djendjen, Oued El-Kébir et Oued Zhour).

Sur le plan géomorphologique, le territoire est constitué par des vallées de grands oueds, dont les domaines (extrémité orientale de la Grande-Kabylie, les Babors, le Sud-Ouest de la Petite-Kabylie et la marge occidentale de la chaîne Numidique) sont caractérisés par des particularités de la structure géologique et du climat.

A l'Est de la vallée de la Soummam, commencent les Babors, représentant un système de chaînons montagneux, orientés généralement Nord-Nord-Est suivant la direction des massifs calcareux du Jurassique. De l'Est à l'Ouest, les hauteurs culminent entre 669 et 1 067 m atteignant 1 896 m (Djebel Takoucht) et 2 004 m (Djebel Tazegzaout).

Dans la partie centrale des Babors, se dégagent nettement trois alignements parallèles de petits chaînons. Les espaces se trouvant entre les crêtes calcareuses du Jurassique sont formés de terrains crétacés, entaillées de vallées de nombreux oueds. L'orientation des cours d'eau est parallèle à la direction des éléments orographiques. Au Sud-Est, s'étend un

système de chaînes (Djebel Ech Chenigra, Tamesguida - 1 620 m), constitué de grès. Il se raccorde au relief montagneux fortement raviné de la petite Kabylie (800 à 1 200 m).

Les principaux cours d'eau de ce système montagneux ont une orientation subméridienne avec des affluents à écoulements multidirectionnels, conférant au réseau hydrographique un aspect arborescent. Les sources les plus abondantes se trouvent dans les zones boisées et au sein des terrains crétacés.

2. GÉOLOGIE DE LA RÉGION DE JIJEL

La région de Jijel fait partie de la petite Kabylie, entité géographique des chaînes côtières de l'Est algérien. Ces chaînes appartiennent à la chaîne alpine d'Afrique du Nord.

La chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides fait partie de l'orogène alpin péri-méditerranéen (Durand-Delga, 1969) d'âge Tertiaire qui s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2 000 km depuis l'Espagne du Sud à l'arc calabro-sicilien (figure n°1).

Dans ce domaine en forme d'anneau très aplati, on distingue classiquement les zones internes, situées à l'intérieur de l'anneau et représentées aujourd'hui par différents massifs, dispersés le long de la côte méditerranéenne et les zones externes situées à sa périphérie.

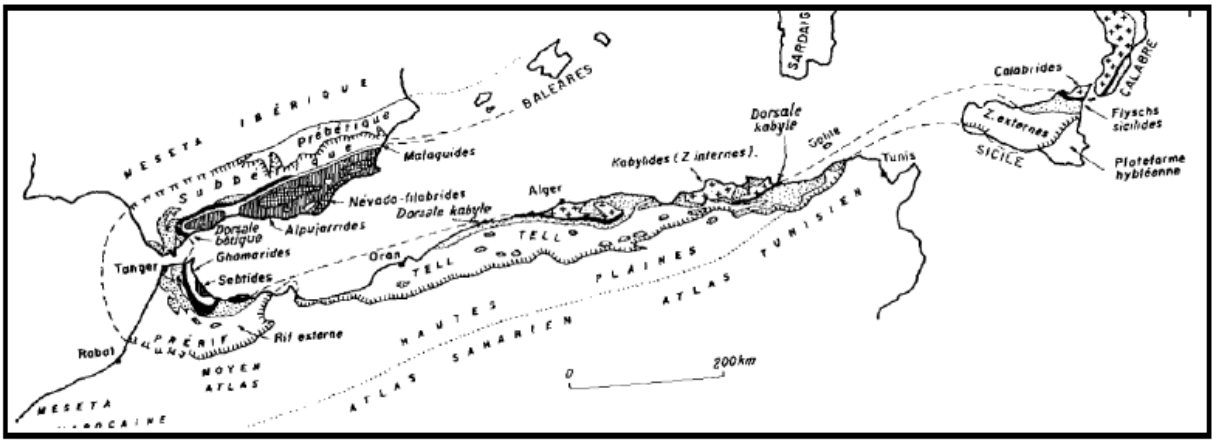


Figure n°1 : Origine alpin péri-méditerranéen (d'après Durand Delga, 1969)

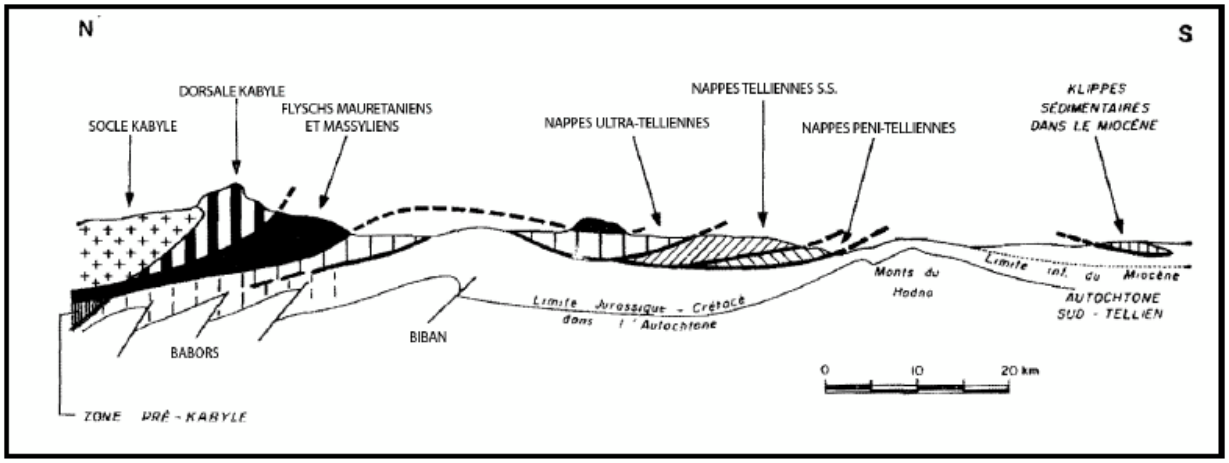


Figure n°2 : Rapports structuraux entre les différentes unités de la chaîne des Maghrébides (d'après Durand Delga, 1969, modifié)

Le domaine de la chaîne des Maghrébides a connu des phases de déformations méso-cénozoïques aboutissant à la mise en place des nappes de charriages. C'est le domaine des nappes ou domaine allochtone.

En Algérie, la chaîne des Maghrébides montre du nord au sud les domaines suivants (figure n°2) :

3. DOMAINE INTERNE

Le domaine interne appelé aussi socle kabyle ou Kabylide, est composé de massifs cristallophylliens métamorphiques (gneiss, marbres, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque (Ordovicien à Carbonifère) peu métamorphique. Ce socle affleure d'ouest en est dans les massifs du Chenoua (à l'ouest d'Alger), d'Alger, de Grande Kabylie et de Petite Kabylie (entre Jijel et Skikda). Ce dernier, avec 120 km de long et 30 km de large, constitue le plus large affleurement du socle kabyle en Algérie. Le socle est par endroits recouvert en discordance par des dépôts détritiques (principalement des molasses conglomératiques) d'âge Oligocène supérieur-Miocène inférieur, appelés Oligo-Miocène Kabyle. Les massifs internes des Maghrébides ont donc constitué une zone haute de la fin du Paléozoïque à l'Oligocène supérieur. Le socle kabyle est bordé au sud par les unités mésozoïques et cénozoïques de la Dorsale Kabyle appelée parfois « chaîne calcaire » à cause de l'importance du Jurassique inférieur calcaire. Ce domaine est exceptionnellement étroit et ne dépasse jamais quelques kilomètres de largeur. Le premier affleurement de la dorsale kabyle en Algérie est situé au cap Ténès. On la retrouve ensuite dans le massif du Chenoua puis au Sud Est d'Alger où elle constitue d'importants reliefs sur plus de 125 km de long (massifs de Larba, du Bou Zegza et du Djurdjura). Elle apparaît ensuite au Nord de Constantine (Dj. Sidi Dris) et on la suit sur 90 km jusqu'au Sud d'Annaba (Zit Emba). La dorsale kabyle se présente sous forme d'écailles d'âge permo-triasiques à Éocène moyen (Lutétien). Du point de vue lithologique, ces formations comprennent des calcaires du Lias et de l'Éocène, des dolomies du Trias au Lias inférieur et des grès du Permo-Trias. La dorsale kabyle a été subdivisée du Nord au Sud en trois unités qui se différencient par le faciès et l'épaisseur des calcaires : dorsale interne, médiane et externe. En général, les faciès traduisent des conditions de sédimentation de plus en plus profondes lorsque l'on passe des formations de la dorsale interne (dépôts littoraux ou épicontinentaux) à celles de la dorsale médiane (dépôts marneux et plus profonds du Crétacé à l'Éocène) puis aux formations de la dorsale externe (qui montrent souvent des radiolarites au Dogger-Malm) (Bouillin, 1986). Du coté sud, un contact anormal sépare la Dorsale kabyle du domaine des flyschs. Les formations du domaine interne chevauchent le domaine des flyschs et le domaine externe tellien.

4. DOMAINE DES FLYSCHS

Le domaine des flyschs est constitué par des nappes de flyschs crétacés-paléogènes qui affleurent dans les zones littorales sur 800 km de long, entre Mostaganem et Bizerte (Tunisie).

Il s'agit essentiellement de dépôts de mer profonde mis en place par des courants de turbidités. Ces flyschs se présentent de trois manières : (I) en position interne, superposés aux massifs kabyles, c'est-à-dire rétrocharriées sur les zones internes, et appelés flyschs nord-kabyles ; (II) en position relativement externe à la bordure sud de la Dorsale kabyle (flyschs sud-kabyle) et enfin (III) en position très externe, sous forme de masse isolées flottant sur le Tell charriées jusqu'à une centaine de kilomètres au sud (figure n°46).

On distingue du Nord au Sud deux grands groupes de flyschs, les flyschs maurétaniens et les flyschs massyliens auxquels s'ajoutent un troisième groupe de flyschs plus récent, les flyschs numidiens d'âge Oligocène supérieur – Burdigalien inférieur (figure n°3).

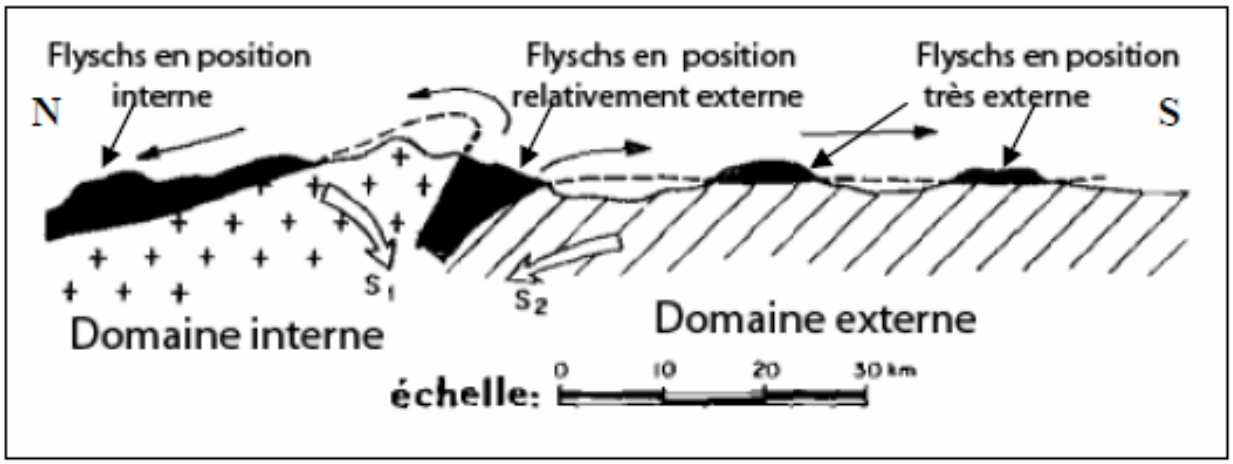


Figure n°3 : Position des nappes de flyschs par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides

4.1. Flyschs maurétaniens

Les flyschs maurétaniens sont relativement épais et occupent une position interne dans le domaine des flyschs. Ils sont composés d'alternances de bancs argileux, calcaires et gréseux. La série débute par des radiolarites rouges du Dogger-Malm et se termine par des niveaux conglomératiques du Paléocène.

4.2. Flyschs massyliens

Les flyschs massyliens occupent une position externe dans le domaine des flyschs et comportent une série pélito-quartzitique d'âge Crétacé inférieur surmontée par une série pélito-micro-bréchique d'âge Crétacé supérieur.

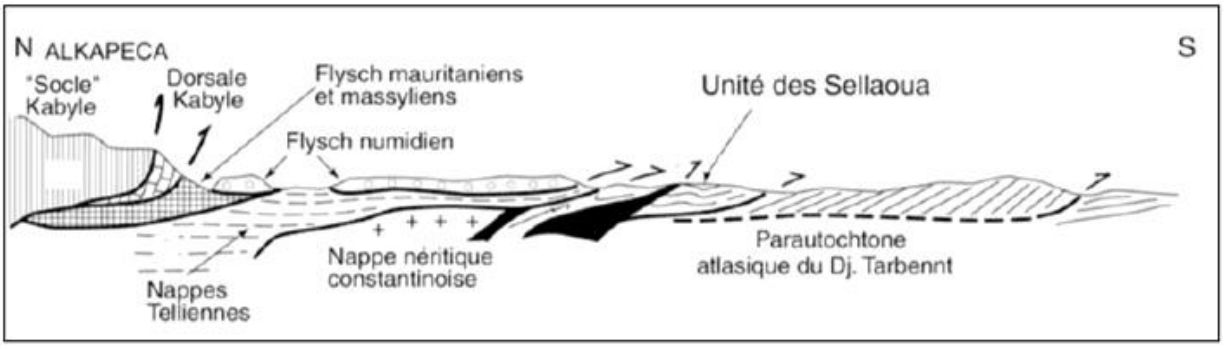


Figure n°4 : Coupe générale synthétique des Maghrébides de l'Est algérien (Région du Constantinois)

4.3. Flyschs numidiens

Les flyschs numidiens constitués de niveaux gréseux d'âge Oligocène terminal-Aquitanien épais de plusieurs centaines de mètres qui reposent sur des argilites versicolores oligocènes. Ces flyschs reposent anormalement à la fois sur les zones internes et sur les zones externes.

5. DOMAINE EXTERNE

Un domaine externe ou domaine tellien constitué par un ensemble de nappes allochtones pelliculaires constituées principalement de marnes d'âge Crétacé moyen à Néogène et qui ont été charriées sur une centaine de km vers le Sud. On distingue du Nord au Sud : (I) les nappes ultra-telliennes, aux formations bathyales du Crétacé et de l'Éocène et une série plus détritique au Sénonien et a l'Éocène, ne sont connues que dans l'Est algérien et en Tunisie. Elles présentent des caractères proches de ceux du flysch massylien. (II) les nappes telliennes sensu-stricto formées de Lias de plate-forme surmonté de Jurassique plus marneux, puis par le Crétacé qui, détritique, devient marneux a argilo-calcaire et enfin, l'Éocène aux marnes épaisses et les (III) nappes péni-telliennes dont les séries néritiques du Crétacé à l'Oligocène sont carbonatées et marneuses. Les nappes péni-telliennes, définies dans l'Est algérien, présentent des caractères proches de ceux du néritique constantinois.

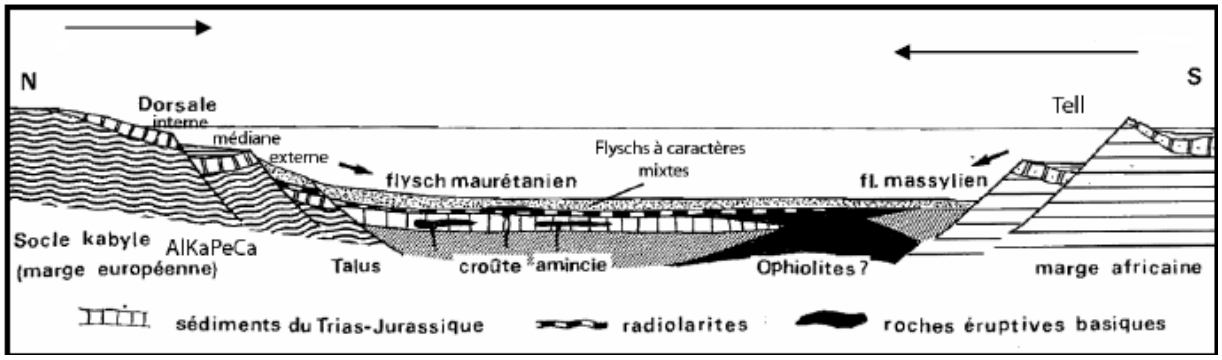


Figure n°5 : Reconstitution paléogéographique des différents domaines des Maghrébides au Crétacé inférieur (d'après Bouillin, 1986)

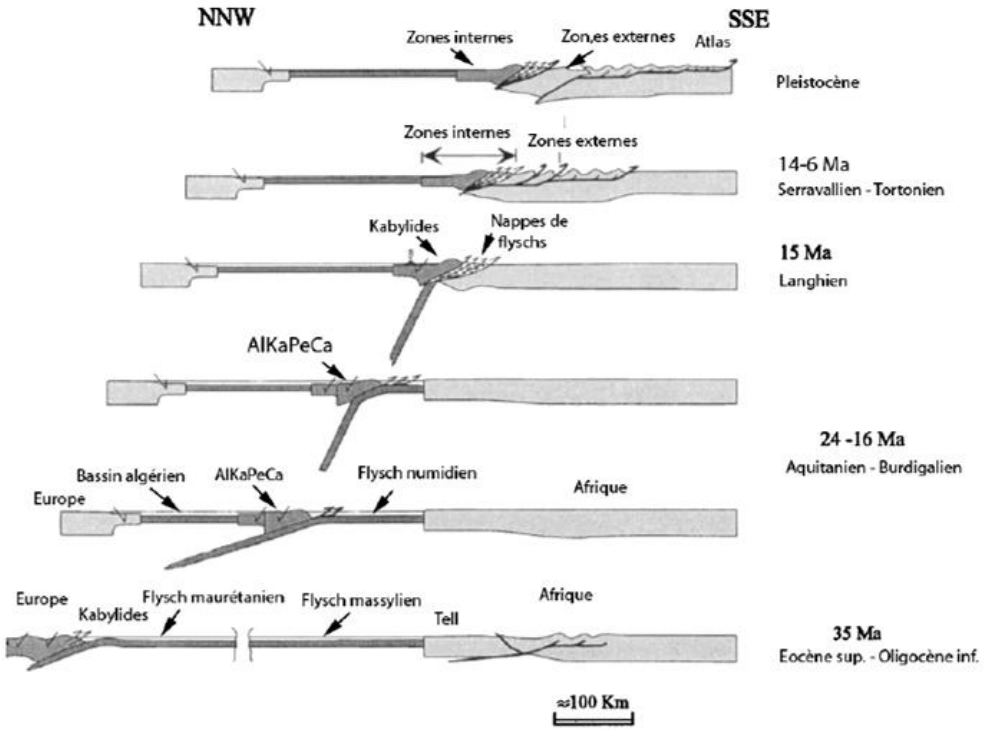


Figure n°6 : Scénario dévolution de la Méditerranée Occidentale sur un transect NNO-SSE allant des Baléares à la plate-forme Saharienne (d'après Frizon de Lamotte et al., 2000)

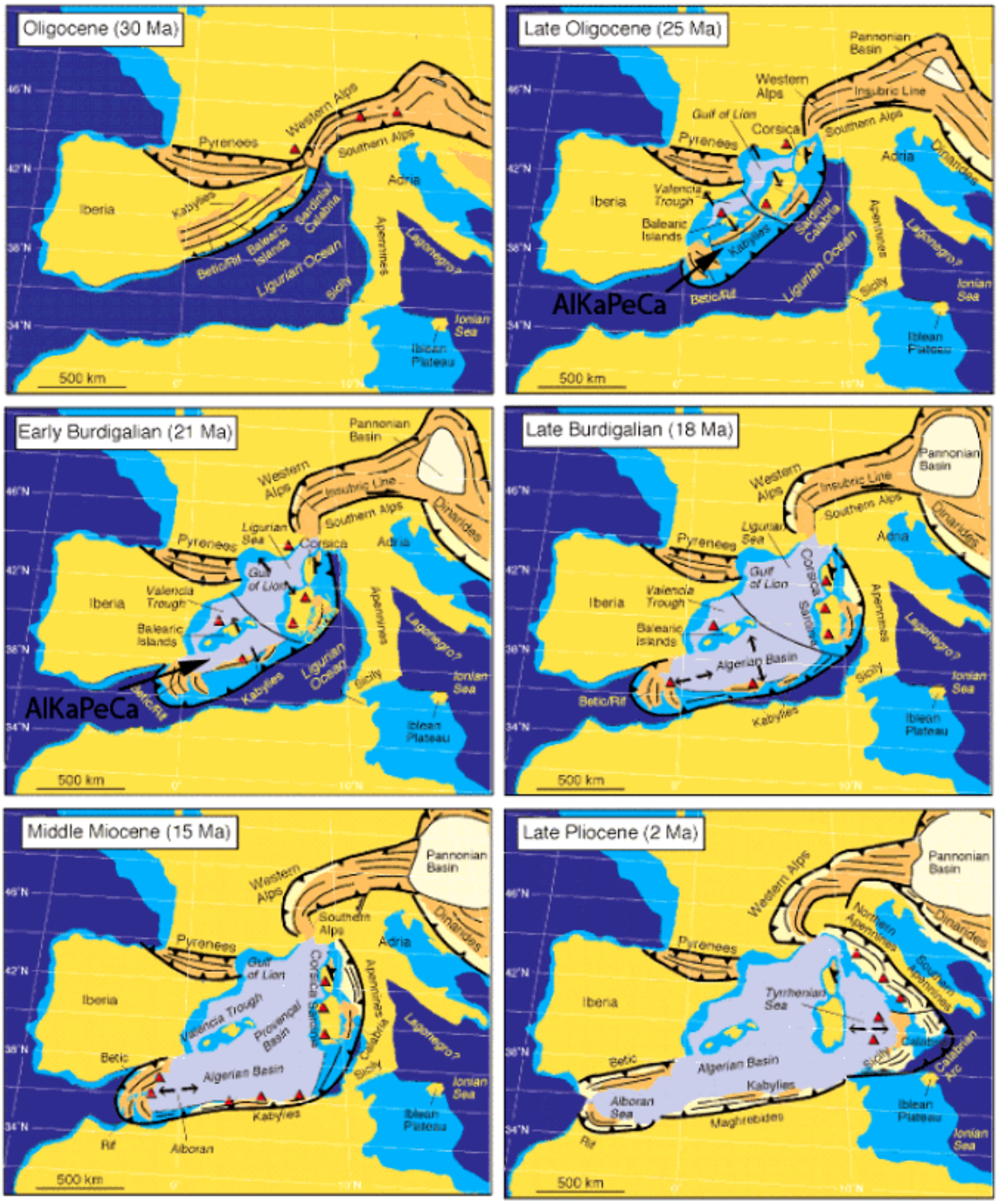


Figure n°7 : Reconstitutions paléogéographiques depuis l'Oligocène (d'après Rosenbaum et al., 2002)

Dans le domaine externe existe des unités encore plus externes et d'allochtonie notable, mais moindre, structurées au Miocène moyen qu'on appelle séries de l'avant-pays allochtone ou tellien et se placent entre les nappes telliens au Nord et l'autochtone ou para-autochtone atlasique au Sud. On distingue ainsi d'ouest en est : (I) l'ensemble allochtone sud-sétifien (séries des Djebels Guergour, Anini, Zdimm, Youssef, Braou, Tnoutit, Sékirine, Tafourer, Agmérouel, Zana, Azraouat, Hammam, Ain el Ahdjar, Koudiat Tella et série supérieure du Djebel Kalaoun) à matériel carbonaté et marneux du Jurassique au Miocène,

et qui apparaît plus à l'ouest dans la fenêtre des Azerou dans la région des Biban. Il se présente sous la forme d'un vaste empilement d'écailles limité par des accidents cisaillant (II) la « nappe néritique constantinoise », à matériel carbonaté épais et massif du Jurassique-Crétacé, et, plus au sud, (III) l'unité des « écailles des Sellaoua », dont le Crétacé possède des faciès de bassin.

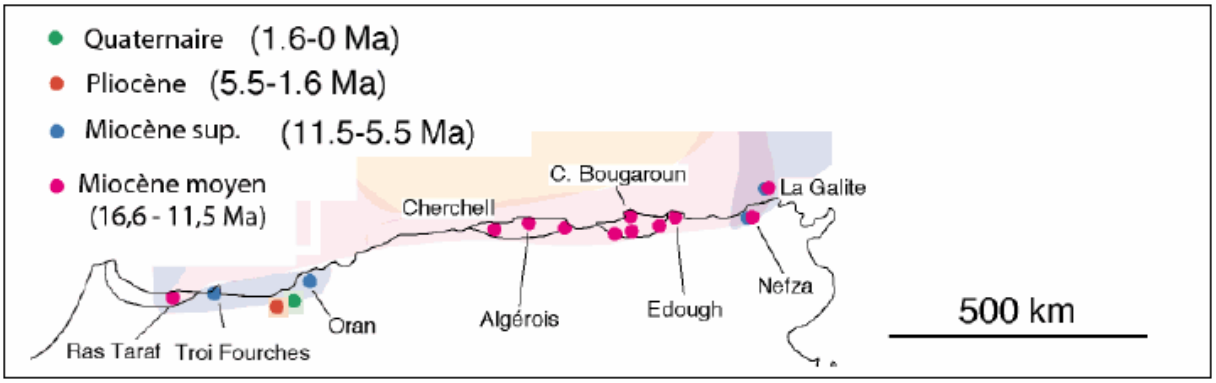


Figure n°8 : Répartion et age du volcanisme récent en Afrique du Nord

La figure n°4 montre un exemple d'agencement des différents domaines et unités cités précédemment en Algérie (exemple du Constantinois, Algérie nord-orientale).

On admet aujourd'hui que le domaine interne de la chaîne des Maghrébides faisait autrefois partie d'un micro-continent ou terrane appelé AlKaPeCa (pour Alboran, Kabylies, Paloritain et Calabre qui sont les différents massifs internes de l'orogène péri-méditerranéen) qui était situé beaucoup plus au Nord et appartenait à la marge européenne. La dorsale kabyle constituait la marge méridionale et le talus continental de ce bloc. Les flyschs se sont déposés dans le bassin océanique profond qui séparait la marge européenne (ou le bloc AlKaPeCa) et la marge africaine. Les flyschs maurétaniens se sont déposés au pied de la dorsale kabyle et sont alimentés par les zones internes. Les flyschs massyliens se sont déposés au pied de la marge africaine et sont alimentés par les zones externes. Certains flyschs, tels ceux de Ziane ou de Tamalous présentent des caractères mixtes où s'intriquent verticalement tous les faciès caractéristiques de l'une ou l'autre des deux séries de flyschs, ce qui indique qu'ils se sont probablement déposés dans une zone de milieu de bassin, recevant aussi bien du matériel d'origine méridionale que d'origine septentrionale. Les nappes telliennes correspondent à la couverture sédimentaire qui s'est déposée sur la marge nord de la plaque africaine (figure n°5).

Les deux domaines externe et interne se sont affrontés suite au rapprochement des plaques africaine et européenne. Ceci a conduit à la fermeture du bassin des flyschs, et celle du sillon tellien, l'écaillage de la dorsale kabyle et le déplacement des flyschs et des unités telliennes en nappes pelliculaires loin vers le sud (figures n°6 et 7).

Enfin, signalons que des formations sédimentaires du Miocène au Quaternaire recouvrent en discordance les différentes unités précédentes, et sont déposées postérieurement aux grands chevauchements des zones internes, des nappes de flyschs et des nappes telliennes formant de grands bassins « post-nappes » tels que la Mitidja et le bassin du Cheliff, orientés OSO-ENE et les bassins de Constantine et de la Soummam. Au sein des bassins « post-nappes » littoraux, s'est mis en place un magmatisme calco-alcalin et alcalin d'âge miocène et quaternaire (figure n°8). Ces roches magmatiques sont présentes dans les zones côtières à

l'ouest d'Oran, dans l'algérois (régions de Cherchell, Dellys et Thénia), autour de la baie de Béjaïa, dans le massif de Collo, et entre Skikda et Annaba.

Enfin, la figure n°9 donne la position des différentes unités géologiques des Maghrébides vues précédemment.

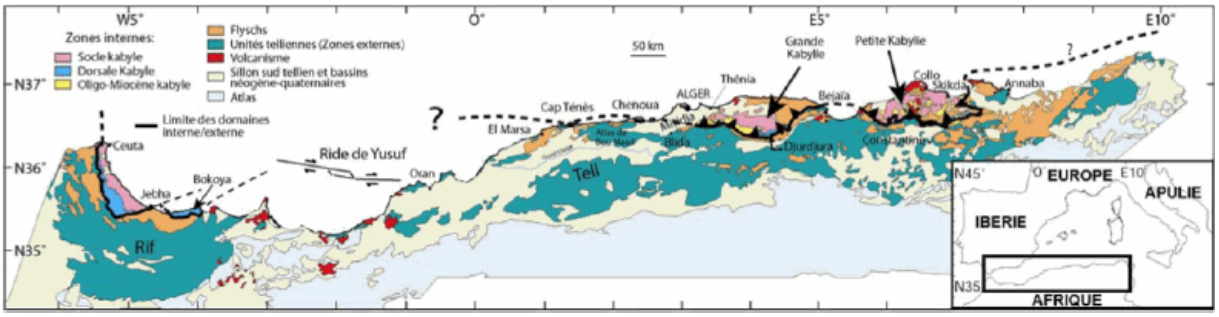


Figure n°9 : Position des différentes unités géologiques des Maghrébides (d'après Domzig, 2006)

CHAPITRE 2 – GÉOLOGIE LOCALE DES SABLES CÔTIERS D'OUED ZHOUR ET OUED EL KÉBIR

Ce chapitre est consacré à la géologie locale, et retrace l'historique des travaux antérieurs, la stratigraphie, les roches intrusives, la tectonique, l'hydrogéologie et les substances utiles du secteur d'Oued Zhour et Oued El Kébir.

1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le secteur d'Oued Zhour est situé à l'Est de la wilaya de Jijel, il est lié, administrativement à la commune d'El Milia (Wilaya de Jijel) et la commune d'Oued Zhour (Wilaya de Skikda). L'accès au secteur se fait par une route d'environ 18 km vers le Nord de la route CW n°39 qui relie El Milia à Collo. La plage d'Oued Zhour est limitée au Nord par la mer Méditerranée au Sud par douar Béni Férguén, à l'Est par le massif granitique Cap Bougaroun et à l'Ouest par la presqu'île d'Aourâr. La plage d'Oued Zhour présente une longueur d'environ 6,5 Km et une largeur qui varie entre 350 m et 1,5 Km (figure n°10).

Le secteur d'Oued El Kébir est situé à l'Est de la wilaya de Jijel, il est lié, administrativement à la commune d'El Milia (Wilaya de Jijel). L'accès au secteur se fait par la route RN n°43 qui relie la ville de Jijel à El Milia. La plage d'Oued El Kébir (Plage rocher aux moules et plage Béni Bélaid) est limitée au Nord par la mer Méditerranée au Sud par douar Béni Bélaid, à l'Est par Djebanet El Marsa et à l'Ouest par l'île la Rocher. La plage d'Oued El Kébir est d'une longueur de 7 Km et une largeur qui varie entre 250 m et 1 Km (figure n°11).

2. HISTORIQUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

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

Le territoire couvert par les travaux se trouve dans la partie orientale de l'Algérie du Nord. La géologie a été rédigée par V. Negroutsa avec la participation de V. Sorokine. Les définitions radiologiques de l'âge absolu des roches ont été exécutées en URSS par T. A. Mindlina dans la section de géochronologie du centre de recherche géologique de l'Ex URSS. La détermination de la microfaune a été faite par J. Mazzola au laboratoire de la SN PEPAL.

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

Au début des années 1940, sur le territoire en question, des recherches furent menées par BROM sous la conduite de Thiebault (1949).

Certains renseignements relatifs à la géologie et aux substances utiles du territoire de la feuille Oued Zhour figurent dans l'ouvrage de J. Bolfa (1948).

3. STRATIGRAPHIE

Sur le territoire de la feuille Oued Zhour (n°12), sont largement répandus les terrains métamorphiques du socle Kabyle attribués au Précambrien surmontés en discordance par les formations de l'Oligocène à klippes sédimentaires de l'Albo-Aptien.

Le Quaternaire est représenté par le Maghrébien-méssaoudien, Moulouyen-salétien, Ouljien, Soltanien et Rharbien.



Figure n°10 : Carte de situation géographique des sables côtiers d'Oued Zhour (Extrait de la carte topographique d'Oued Zhour n°7-8 au 1/25 000)

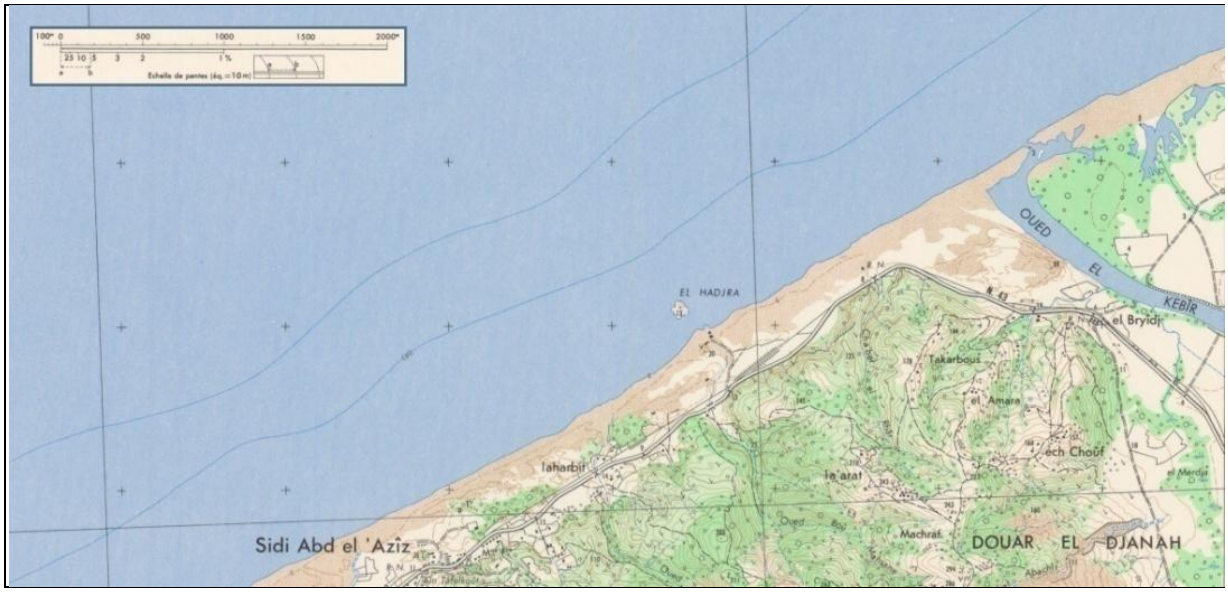


Figure n°11 : Carte de situation géographique des sables côtiers d'Oued El Kébir (Extrait de la carte topographique d'Oued Zhour n°5-6 au 1/25 000)

3.1. Quaternaire

Les formations quaternaires sont largement développées sur le secteur d'Oued Zhour et Oued El Kébir. L'âge des roches et les types génétiques sont établis par corrélation avec les sédiments similaires des régions voisines d'après les données de J. Hilly (1963) et de Morel (1953-1956).

3.1.1. Rharbien

Les sédiments de cet âge comprennent : les alluvions marines, éoliennes et lacustres marécageux.

3.1.1.1. Plages de sable marins

Ces formations affleurent sous forme de bandes larges de quelques dizaines de mètres le long de tout le littoral, depuis l'île de la Rocher jusqu'à l'embouchure d'Oued Zhour. Les sables sont constitués de feldspath, quartz, magnétite et micas. Ils sont plus ou moins bien roulés mais dans la plupart des cas avec émoussé bon ou médiocre. Leur puissance est de 3 m.

3.1.1.2. Alluvions

Les dépôts alluvionnaires sont développés dans les vallées des grands oueds et forment des barres ou bancs de sables, îlots et plaines inondables hautes de 2 m. Ils sont représentés par les cailloutis, sables limons sableux et vases argileuses. Les cailloutis et les sables forment les lits des oueds. Les limons sableux et les vases argileuses se rencontrent à l'embouchure des oueds les plus importants. La puissance des sédiments alluvionnaires est d'environ 2 m.

3.1.1.3. Sédiments éoliens

Ils se rencontrent sous forme de petites dunes mobiles dans les vallées des oueds El Kébir et Zhour. Ils sont essentiellement composés de sable avec une quantité très minime de grains alleurolitiques. Les sables sont gris foncé à grains fins et moyens quartzo-feldspathiques avec des débris de roches métamorphiques. Les grains sont bien émoussés. La puissance des formations éoliennes atteint 5 m.

3.1.1.4. Sédiments lacustro-marécageux

Ils sont rencontrés dans les pays d'aval des Oueds Zhour et El Kébir ou ils constituent de petites cuvettes étirées ou des creux de terrains. Ils sont représentés par des vases de couleur brun foncé. Leur puissance est de l'ordre de 2 m.

3.1.2. Soltanien

Il compose les vallées des Oueds Zhour et El Kébir. Il est représenté par des sédiments alluvionnaires et éoliens.

3.1.2.1. Alluvions

Ces dépôts sont essentiellement constitués de limons à passées et lentilles de sable et de poudingue. Les galets sont bien roulés présentant une forme arrondie et se composent de granitoïdes, roches métamorphiques et sédimentaires. Ces sédiments forment une terrasse bien apparente d'alluvions haute de 10 m et large de 4 m. La puissance des alluvions atteint 10 m.

3.1.2.2. Formations éoliennes

Elles constituent de petites dunes et sont représentées par des sables fins lœssiques et argileux, de composition quartzo-feldspathiques, localement bien calibrés. Les sables éoliens sont cimentés par une gangue argileuse plus ou moins carbonatée et reposent sur le Villafranchien. La puissance des formations éoliennes atteint 5 m.

3.1.3. Ouljien

Les sables littoraux marins forment une bande étroite qui s'étend de l'embouchure de l'Oued Zhour à Cap Aourâr. Ils sont fins, faiblement cimentés, quartzo feldspathiques avec impuretés insignifiantes de micas. Leur puissance dépasse 3 m.

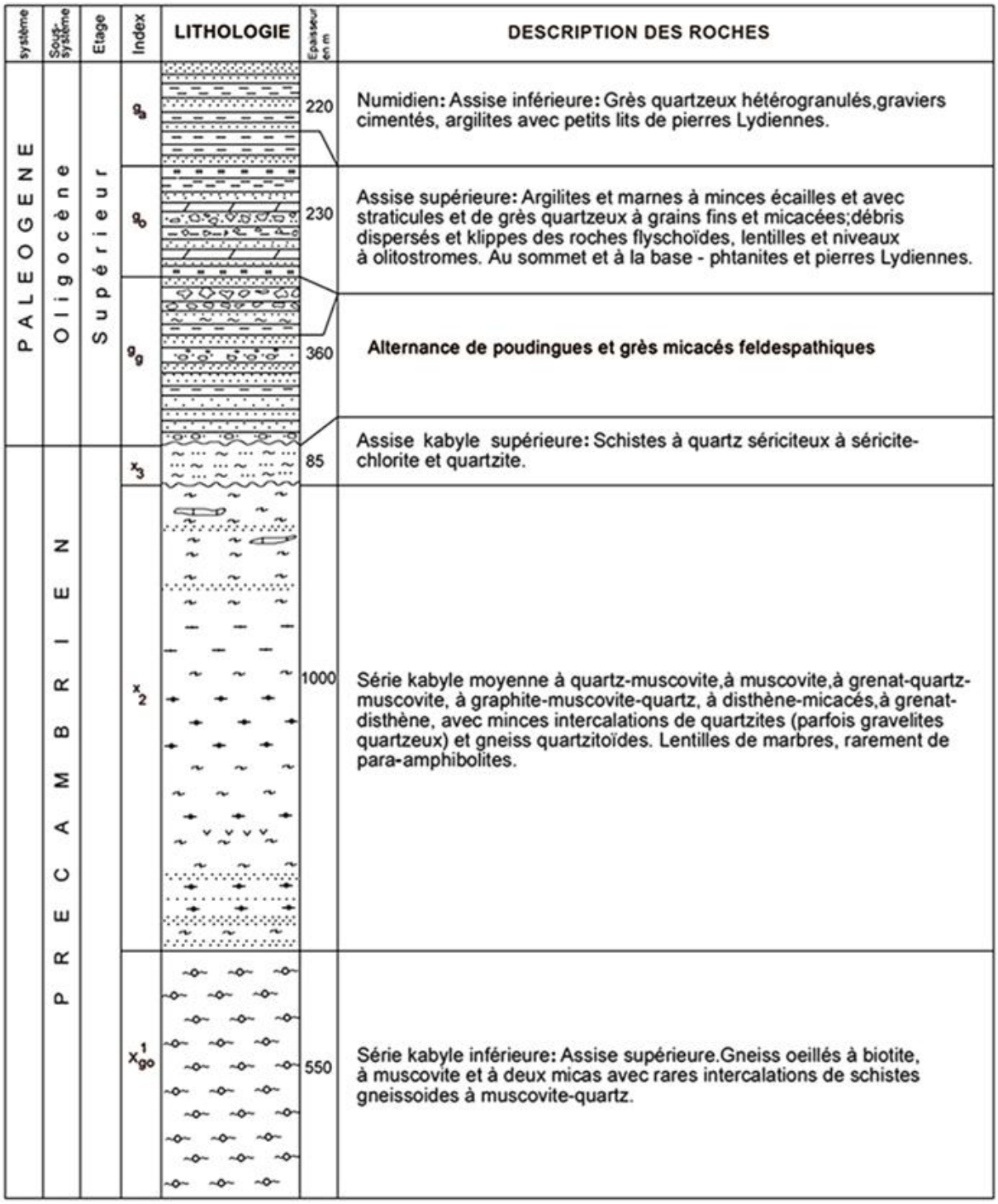


Figure n°12 : Colonne Lithostratigraphique de la région d'Oued Zhour (Negroutsa V. et al. 1970)

3.1.4. Moulouyen-salétien

Ces formations sont développées sur la rive gauche de l'oued Bessal et sur la rive droite de l'oued Adjoul. Ce sont des sédiments continentaux essentiellement rouges de genèse mixte. Ils sont représentés par des grès peu cohérents à rares lits très minces de gravillons (10 cm). Les grès sont hétéro-granulés et mal calibrés. Les gravillons comportent des fragments de roches métamorphiques anguleux ou mal roulés. La puissance du Villafranchien (Moulouyen-saletien) est de 200 m.

3.1.5. Maghrebien-messaoudien

Ces dépôts se rencontrent sous l'aspect de klippe de terrasses marines, près de l'oued Anchid, sur la rive droite de l'Oued Zhour et dans la région du village de Bou Dinar. Ces formations sont représentées par des poudingues à passées et lentilles de grès et de limon sableux. Les poudingues sont à blocs et à gros éléments. Les galets sont bien émoussés, aplatis ou arrondies. La puissance du Maghrébien-messaoudien est de 50 m.

3.2. Complexe numidien

Le complexe numidien commence par un niveau de grès quartzeux, massifs à gros grains, jusqu'à micro poudings, de teinte blanche. Les grès sont concordants sur les argilites de l'assise sous-jacente avec lesquelles ils ont un contact stratigraphique normal. Le contact est brusque, mais sans aucune trace de lacune. Par endroits, les grès présentent des fragments aplatis et déformés ainsi que des enclaves de poches argileuses du faisceau sous jacent, ce qui témoigne d'une érosion sous marine locale peu importante. Le niveau de base est surmonté par un faisceau où alternent grès quartzeux et argilites. Ces dernières renferment localement des *tubotomaculums* connus dans les niveaux inférieurs du complexe numidien. Les argilites forment des couches puissantes de 25 m. Le contact entre les argilites et les grès superposés est généralement graduel. La puissance de l'assise numidienne inférieure fait près de 150 m d'épaisseur. Les formations numidiennes sont dépourvues de macrofaune et pauvres en microfaune. Elles ont livré seulement *Amphistegina sp.* En petite Kabylie, dans la région de Zighoud Youcef, des restes de microfaunes furent récoltés dans les grès numidiens par J. F. Raoult (1969). Ces formes déterminées par K. Lorentz furent attribuées à l'Aquitanien inférieur.

3.3. Flysch crétacé (flysch massylien)

3.3.1. Albo-aptien

Les roches flyschoïdes d'âge présumé Crétacé inférieur sont représentées par des séquences rythmiques d'argilites de couleur gris verdâtre et grise, de marnes et grès verdâtres à figures de base de bancs et traces des glissements sous marins. Elles sont observées sur le littoral à 1,5 km au Nord de l'embouchure de l'oued Z'hour ou elles forment un bloc isolé d'une superficie de 250×700 m encaissé dans les roches sédimentaires de l'Oligocène supérieur. Au Nord, une faille subverticale, les sépare des roches encaissantes, au Sud elles sont en contact avec des roches schisteuses marno-argileuses comprenant de petits débris et de gros blocs isolés de roches flyschoïdes du Crétacé à *Olistostromes*.

3.4. Couverture du socle kabyle

3.4.1. Oligocène

Les sédiments du Paléogène supérieur sont datés de l'Oligocène supérieur (Durand-Delga, 1955-1969). Ils forment une assise puissante de roches détritiques et marno-argileuses,

discordantes sur les séries sous-jacentes du Précambrien à l'Éocène compris. Il est très difficile de lever et de différencier les sédiments en question en raison de leur grande diversité faciale et des variations de leurs puissances. Les sédiments de l'Oligocène constituent une bande relativement étroite (2,5 km) qui représente la bordure occidentale du grand synclinorium Oued Zhour-Collo. Sur le secteur d'Oued Zhour ils se subdivisent en deux assises : gréso-conglomératique et marno-argileuse.

3.4.1.1. Assise gréso-conglomératique

L'assise gréso-conglomératique est représentée par une série ou alternent poudingues et grès micacés feldspathiques intercalés d'argilites et d'aleurolites gréseuses. Elle est suivie sur 3 km sous forme de bande, large de 700 - 800 m le long de la vallée de l'oued Elli Tirakh. Au Sud elle est discordante sur les formations métamorphiques de la série Kabyle moyenne, tandis qu'au Nord elle ne passe plus aux formations marno-argileuses. Elle se distingue par un rythme de sédimentation bien net. La puissance des rythmes varie de quelques mètres à quelques dizaines de mètres en diminuant vers le Nord.

Les roches de cette assise se distinguent par des couleurs claires, jaunâtres et gris-verdâtres. La partie Sud comporte des poudingues et grès bruns rougeâtres. La puissance de l'assise atteint 230 – 250 m.

3.4.1.2. Assise argileuse

Se distingue par une prédominance des roches argileuses, schisteuses. Les grès micacés se présentent sous forme de rares bancs peu puissants dans la partie Sud.
Cette assise constitue deux zones latitudinales rapprochées et séparées par les formations numidiennes. L'assise argileuse comprend deux faisceaux réciproquement liés par des passages graduels : argileux à blocs et marno-argilo-gréseux.

1) Faisceau marno-argileux à blocs

Ce faisceau est puissant de 250 m et représenté par des argilites jaunâtres, finement écaillées, intercalées de marnes esquilleuses gris verdâtres à enclaves de calcaires, marnes, grès et microbrèches.

2) Faisceau marno-argilo-gréseux

Ce faisceau a une puissance de l'ordre de 170 m. Outre les roches communes à la série précédente, il comporte des grès quartzitoïdes et des quartzites. Ce sont des roches grises et gris foncé, très compactes à grains fins (rarement moyens) finement litées habituellement à stratification horizontale mais souvent à stratification oblique.

Les grès forment des lits de puissance variable centimétrique à métrique, qui sont inégalement répartis. Certains niveaux contiennent des grès en proportion allant jusqu'à 30 % du volume, d'autres en sont pratiquement dépourvus, ce qui conditionne un rythme irrégulier. Les grès alternent avec des argilites silicifiées, de couleur gris foncé, noire et bleuâtre, plus rarement avec des marnes grises. Les rythmes sont en général des séquences de grès, argilites et marnes, avec parfois des phtanites au sommet du rythme. Celles ci forment localement des bancs puissants (jusqu'à 10 m) nettement stratifiés.

La puissance totale de l'assise est de 400 – 450 m.

3.5. Socle kabyle

3.5.1. Précambrien

Dans les limites du territoire en question, le complexe Kabyle est représenté par trois séries de roches développées dans la partie Sud-Est des secteurs et présente quelques affleurements restreints tout à fait à l'Ouest du territoire, le long de la vallée de l'Oued Zhour.

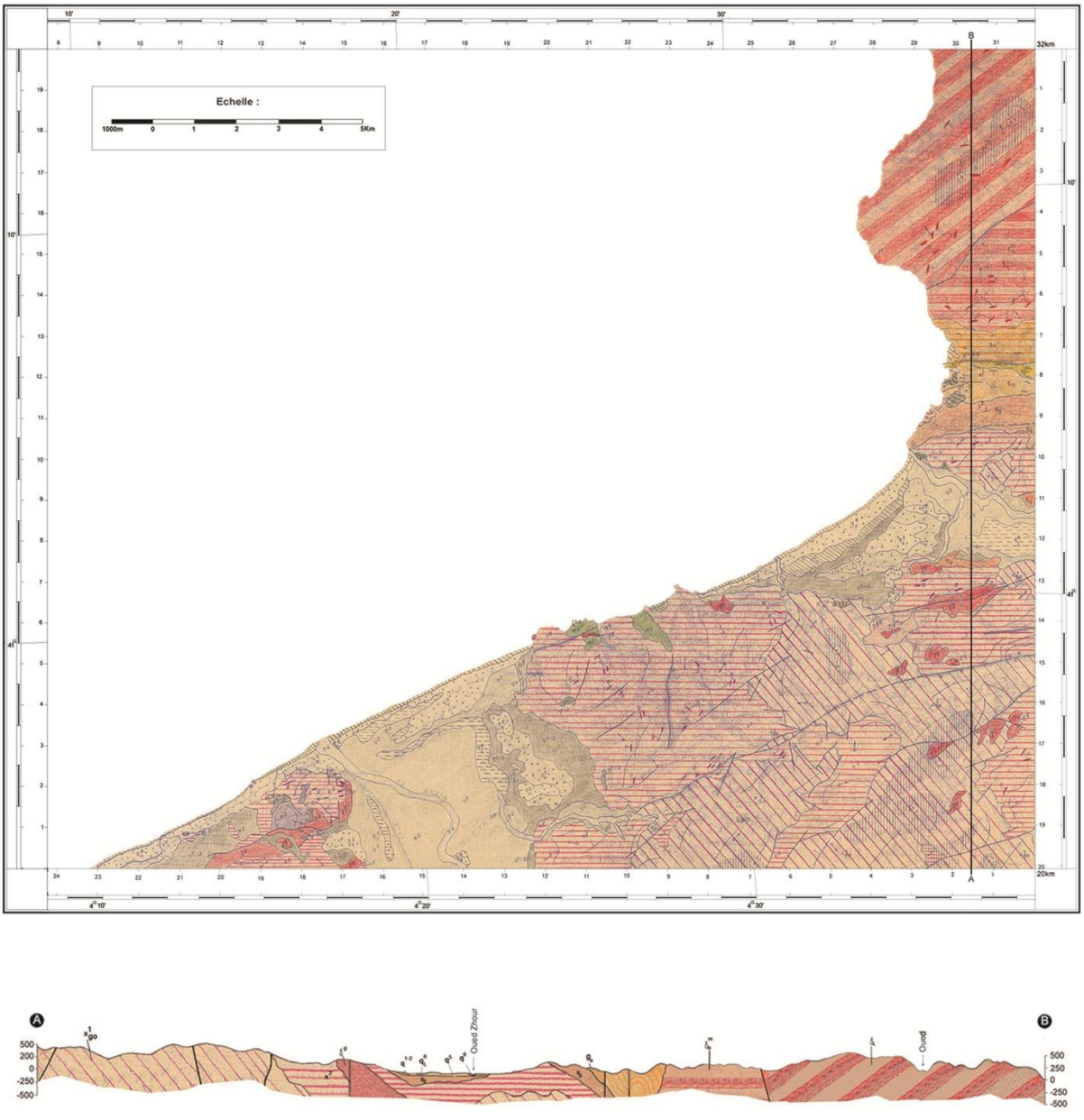


Figure n°13 : Carte et coupe géologique de la région d'Oued Zhour et Oued El Kébir (Negroutsa V. et al. 1970)

3.5.2. Série Kabyle inférieure

Elle est représentée par des roches gneissiques monotones à mica-quartz-feldspath, parmi lesquelles prédominent les variétés œillées, porphyroblastiques hétéro-granulées. La puissance incomplète de la série Kabyle inférieure est de plus de 500 m. Nous pouvons considérer la série Kabyle inférieure comme étant une assise volcano terrigène ayant subit un métamorphisme régional.

3.5.3. Série Kabyle moyenne

Elle est constituée de schistes cristallins avec quartzites et calcaires cristallisés subordonnés. Le contact entre les séries inférieure et moyenne est relevé avec un grand degré d'exactitude.

Les pendages des couches de deux séries au voisinage du contact, sont pratiquement les mêmes.

Il est difficile de donner un chiffre précis pour caractériser la puissance de la série Kabyle moyenne en raison des plissements très complexes et des nombreux rejets subhorizontaux qui l'affectent. Son épaisseur est estimée approximativement à 1000 m.

3.5.4. Série Kabyle supérieure

Cette série est développée dans la partie Ouest du territoire en question, sur la ligne de partage entre les vallées des oueds Mazzen et Meid Bel Ajou, et plus à l'Est ou elle forme deux plissynclinaux isolés. Elle est représentée par une assise homogène de schistes bleuâtres, faiblement métamorphisés dans lesquels apparaissent des variétés à séricite, chlorite-séricite, quartz-chlorite et séricite, quartz-séricite, séricite quartz et graphites. La puissance de la série Kabyle supérieure dépasse 100 m.

4. ROCHES INTRUSIVES

On distingue sur le territoire en question les ensembles intrusifs du Précambrien et Paléogène tardif. Les granites du Paléogène tardif sont très répandus dans la partie Nord du territoire. Les intrusions précambriennes ont un développement très limité et se localisent dans les roches métamorphiques sous forme de corps relativement petits.

4.1. Intrusions précambriennes

On y distingue les roches basiques, neutres et acides qui correspondent à des intrusions indépendantes. Les formations intrusives précambriennes portent partout les traces du métamorphisme.

Les granites sont développés exclusivement dans les formations des séries Kabyles moyenne et inférieure et ne recoupent nulle part les roches de la série Kabyle supérieure. Pour cette raison nous pouvons donc leur attribuer un âge anté Kabyle supérieur.

4.2. Amphibolites

Les amphibolites sont à texture gabbroïde résiduelle et sont représentées par deux corps sub stratiformes, rapprochés qui se trouvent non loin de l'embouchure de l'Oued Zahel. Ils sont conformes à la foliation des schistes cristallins encaissants et montrent une linéation.

4.3. Granodiorites gneissoïdes à biotite

Les granodiorites gneissoïdes forment une série de corps isométriques rapprochés, développés aux alentours du village de Bou Nahar. Elles recoupent les gneiss œillés et les

schistes cristallins de la série Kabyle moyenne. Les granodiorites sont des roches porphyroïdes à grains moyens, verdâtres et gris foncé.

4.4. Granites gneissoïdes à deux micas

Ils se trouvent sous forme de corps étirés relativement petits orientés conformément à la structure des roches encaissantes. Le plus souvent, les granites constituent des dykes stratifiés. Ces derniers sont légèrement boudinés et suivent le plissement des roches encaissantes.

4.5. Pegmatites

Elles sont largement développées dans les schistes cristallins de la série Kabyle moyenne. Les filons de pegmatite sont d'habitude concordants avec la stratification des schistes cristallins avec lesquelles ils forment des plis communs. Néanmoins, les filons sécants ne sont pas rares. Les filons sont habituellement peu puissants (0,3 – 2 m). Ils se suivent en direction jusqu'à 200 m.

4.6. Intrusions du paléogène tardif

Les granites leucocrates et mélanocrates à biotite sur le territoire de la feuille d'Oued Zhour sont semblables à ceux observés sur le territoire de la feuille limitrophe n°2 (Cap Bougaroun). Ces granites représentent les formations de la deuxième et la troisième phase du cycle intrusif du Paléogène tardif.

4.7. Granites mélanocrates à biotite

Les granites mélanocrates à biotite sont à grains réguliers, moyens, gris rosâtre à gris, parfois nuancés de verdâtre et massifs et à décomposition en masse. Ils sont formés de feldspath (25 – 45 %), plagioclase (20 – 25 %), quartz (20 – 29 %) et biotite (20 – 15 %). Leur texture est granitique.

4.8. Granites leucocrates

Les granites leucocrates sont à gros et moyens grains, de couleur gris clair, à linéation faible et à décomposition en bancs. Ils sont composés de feldspath potassique à 40 %, plagioclase à 35 %, quartz à 30 % et muscovite. La biotite et l'hornblende sont secondaires.

4.9. Dykes et filons d'aplites

Les aplites sont à grains fins, gris clair composées de quartz, feldspath potassique, plagioclase acide, biotite et minéraux métallifères. Elles sont caractérisées par une teneur élevée en alcalins. La texture est aplitique.

5. TECTONIQUE

La structure tectonique du territoire de la feuille d'Oued Zhour est prédéterminée par la position que celle-ci occupe dans la zone de raccordement du massif du Cap Bougaroun aux blocs Skikda-El Milia de la Kabylie de Collo. Dans cette zone étroite affleurent les terrains (tardi-Oligocène) qui forment un grand pli synclinal asymétrique représentant la terminaison Ouest du synclinorium de Collo-Oued Zhour.

Les grands accidents tectoniques du type failles de décrochement qui partagent le territoire en blocs subparallèles relativement étroits sont orientés Nord-Est, conformément aux structures essentielles de la région. Les plans des failles sont d'habitude raides avec un

pendage de 60 – 75° au Nord-Ouest. Les fractures secondaires sont subméridiennes orientées Nord-Ouest.

Deux étages structuraux se distinguent nettement sur le territoire de l'étude : l'étage Précambrien et l'étage Paléogène supérieur.

5.1. Étage Précambrien (socle Kabyle)

II est constitué de terrains métamorphiques du complexe intrusif basique et acide. L'étage comprend trois sous étages structuraux :

5.1.1. Sous étage Kabyle inférieur

II est composé de gneiss œillés qui forment habituellement les cœurs déformés des structures anticlinales comme le montre l'examen structural de la Kabylie de Collo. Les gneiss œillés affleurant sur le territoire en question et constituent aussi le flanc Nord-Ouest d'une grande structure en dôme. Les gneiss se distinguent par une inclinaison relativement faible. Leur linéation devient plus raide et au contact avec les schistes cristallins, elle suit la direction et le pendage de ce dernier.

5.1.2. Sous étage Kabyle moyen

II est constitué de schistes cristallophylliens qui forment des plis synclinaux d'ordre varié. La schistosité cristalline des roches reflète leur litage primaire. Les pendages de la schistosité ne dépassent pas 30 – 45°. L'orientation de plis est plus ou moins proche de la direction méridienne. Les petits plis sont souvent dirigés obliquement ou même parfois perpendiculairement aux grands plis. Les plis couchés, synclinaux et anticlinaux ainsi que les plis d'étirement sont fréquents. Les plans des failles sont souvent subhorizontaux et les rejets horizontaux des compartiments sont considérables. Au contact avec les gneiss œillés, les schistes cristallophylliens fléchissent parfois et se placent sous les masses rigides des gneiss. Souvent, sur les contacts, les schistes et les gneiss semblent concordants.

Sur le plan régional, la discordance des structures du sous étage Kabyle moyen par rapport à celle du sous étage Kabyle inférieur apparaît nettement.

5.1.3. Sous étage Kabyle supérieur

II est constitué de phyllades qui forment deux petits plis synclinaux, de forme ovale dans le plan, avec des pendages de 20 – 30° sur les flancs. Il a été impossible d'éclaircir la constitution interne de ce sous étage et le caractère du contact de ces terrains avec les formations plus anciennes en raison de la rareté des affleurements. Les schistes de cette série sont souvent plissés et forment de petits plis orientés essentiellement Nord-Nord-Est. Les roches se distinguent par un clivage très particulier. Une des particularités des terrains du sous étage Kabyle supérieur est la grande quantité des filons de quartz différemment orientés qui les recoupent. Les filons sont souvent plissés et boudinés.

5.2. Étage tardi-Paléogène

Les structures de cet étage sont constituées de roches marno-argileuses et détritiques qui se sont déposées au cours d'un même cycle de sédimentation.

5.3. Couverture du socle kabyle

Elle repose avec une discordance majeure sur les terrains précambriens et forment un pli synclinal asymétrique relativement étroit de direction sublatitudinale qui se trouve dans la zone de jonction entre le massif du Cap Bougaroun et le bloc tectonique de Skikda-El Milia.

Les pendages des couches, sur le flanc Sud du pli sont de 10 – 40° et de 50 – 80° sur le flanc Nord. Le plan de contact entre les granites tardi-paléogènes et les roches oligocènes présentent pratiquement la même orientation que l'axe des plis. Les terrains oligocènes constituent une assise rythmique qui présente une grande ressemblance avec les formations du type flysch. Les puissants niveaux de conglomérats, qu'on trouve dans cette assise témoignent d'un relief fortement découpé de la région, d'apport de ses matériaux et de l'intensité des mouvements tectoniques qui se manifestent au début du cycle. La transgression du bassin marin s'est poursuivie dans des conditions de mouvement pulsatif du fond.

Elle fut accompagnée de tectonique faillée à l'issue de laquelle des écailles du flysch Crétacé furent déplacées dans le bassin de sédimentation. La régression du cycle Oligocène est marquée par la formation du complexe numidien. Le massif de granitoïde du Cap Bougaroun s'est mis en place à la fin de l'Oligocène et recoupe la nappe numidienne. Les deux sous étages structuraux surmontés par les terrains du Quaternaire sont discordants. Ces derniers remplissent les dépressions de l'Oued El Kébir et Oued Zhour et sont pratiquement horizontaux ou faiblement inclinés vers le centre de la dépression.

La mise en place et la formation de nombreuses fractures, auxquelles incombent vraisemblablement le contrôle structural de la minéralisation sont associés aux mouvements tectoniques oligocènes. La plupart de ces fractures continuent d'exister au Néogène et ont rejoué par la suite à de nombreuses reprises, comme le montre les filons de quartz et de barytine associés qui sont souvent intensément bréchifiés, schistifiés ou mylonitisés.

Les fractures affectent parfois même les terrains d'altération kaolinitique qui sont développés sur les gneiss œillés.

6. HYDROGÉOLOGIE

Le territoire de la feuille d'Oued Zhour se distingue par une pluviométrie élevée (+ 1000 mm par an) et par des précipitations irrégulièrement reparties le long de l'année. Il présente aussi une topographie complexe et se caractérise par une grande extension des terrains peu imperméables. Les conditions physico géographiques et géologiques indiquées contribuent au ruissellement des eaux et déterminent dans l'ensemble la pauvreté relative des nappes aquifères. Les réserves d'eau importantes ne se rencontrent que dans les deltas des Oueds El Kébir et Zhour qui sont constitués de terrains de dunes de sables littorales. Cependant, la valeur pratique de ces nappes est insignifiante compte tenu de leur minéralisation élevée qui s'explique par la circulation très lente de ces eaux et les échanges d'eaux très faibles dans les alluvions.

Des sources à débits très faibles sont associées aux grès paléogènes constituant la rive droite de l'Oued Zhour. Les eaux sont potables, chloruro-hydrocarbonatées sodiques, avec une minéralisation de l'ordre de 0,5 g/l.

Des eaux de composition analogues avec un résidu sec de 0,15 à 0,2 g/l sont développées dans la zone d'altération des granites et des terrains métamorphiques. Elles se distinguent par une circulation plus profonde et une décharge rapide sous forme de source débitant quelques centièmes de litre à la seconde. Des sources permanentes aux débits atteignant 0,11 l/s ne se trouvent que dans les zones faillées. Les eaux de ces sources se distinguent d'ailleurs par une minéralisation de 0,4 à 0,5 g/l et une teneur plus haute en chlore.

7. SUBSTANCES UTILES

Les gisements et les indices connus antérieurement sur le territoire de la feuille d'Oued Zhour sont le gisement de kaolin de Tamazert, trois indices de plomb et un indice d'étain. A l'issue des travaux de terrain, il a été mis en évidence plusieurs nouveaux indices et auréoles de plomb, étain, tungstène, or et des gisements et indices de substances utiles non métalliques (barytine, kaolin, disthène, grenat, matériaux de construction : galets, graviers et sables).

7.1. Substances utiles métalliques

7.1.1. Plomb

Trois indices sont connus sur le territoire de la feuille d'Oued Zhour :

- **Indice** n°11 : (x = 405 770, y = 817 450) ;
- **Indice** n°14 : (x = 404 730, y = 878 670) ;
- **Indice** n°22 : (x = 401 450, y = 801 440).

7.1.2. Étain

La mise en place de la cassitérite est conditionnée par la greïsinisation et l'albitisation des roches. La cassitérite se présente sous forme de cristaux aux faces bien accusées, d'une taille variable de 3 cm à moins du millimètre.

7.1.3. Tungstène

L'indice de tungstène n°3 a été mis en évidence au cours des recherches. D'après les données de l'étude sur les poudres, le tungstène proviendrait de la scheelite qui se rencontre dans les filons de quartz, associée à la cassitérite.

7.1.4. Or

L'or est rencontré avec l'étain et le tungstène. D'après une analyse spectrale sa teneur varierait de 0,03 à 0,1 g/t. Dans l'indice n°2, le filon de quartz à cassitérite titre jusqu'à 1 g/t d'or. De l'or en traces a été constaté dans deux échantillons alluvionnaires lavés sur la rive droite de l'oued El Kantara, et dans le lit de l'oued Bouguerrac. A l'embouchure de l'oued Berkou, une pépite d'or pesant 1 g a été rencontrée par L. Thiebaut en 1948.

7.1.5. Mercure

Des teneurs dosables en cinabre 0,8 g/cm^3 ont été constatées dans un concentré seulement. La source du cinabre doit être rattachée aux fractures tectoniques minéralisées en pyrite et polymétaux.

7.2. Substances utiles non métalliques

7.2.1. Kaolin

Le gisement de Tamazert n'est présent que par sa partie Nord sur le territoire de la feuille d'Oued Zhour. La moitié Sud se trouve dans les limites de la feuille n°28.

La zone est caractérisée par les paramètres suivant puissance 48 m, longueur 550 m, largeur 60 à 300 m.

Un indice de Kaolin (x=402 350, y=217 350) se trouve à 5 km au Nord de Tamazert.

7.2.2. Barytine

Des indices (n°7 et 8) représentés par des filons de barytine sans intérêt sont notés sur le territoire de la feuille d'Oued Zhour (x = 406 000, y = 816 840) et (x = 406 200, y = 817 500).

7.2.3. Disthène et grenat

C'est un minéral présent dans lés schistes cristallins. On connaît quatre indices dont les coordonnées sont : (x = 406 000, y = 816 420), (x = 403 250, y = 809 870), (x = 403 500, y = 812 170) et (x = 403 850, y = 816 770).

7.2.4. Matériaux de construction

7.2.4.1. Graviers et galets

Des occurrences de ces matériaux se trouvent dans la vallée de l'Oued El Kébir et sont associés aux alluvions actuelles.

7.2.4.2. Sables

Plusieurs indices se trouvent dans la vallée de l'Oued El Kébir et un indice dans la vallée d'Oued Zhour.

7.2.4.3. Granites, Amphibolites et Grès

Les granites, les amphibolites et les grès numidiens sont largement répandus sur le territoire de la feuille d'Oued Zhour et peuvent être utilisés comme pierres de fondation ou dans l'industrie du bâtiment.

CHAPITRE 3 – ÉTUDE DES SABLES CÔTIERS D'OUED ZHOUR ET OUED EL KÉBIR

Ce chapitre est consacré à l'étude des sables côtiers d'Oued Zhour et Oued El Kébir. Où on a décrit la méthode d'échantillonnage, l'analyse granulométrique, l'analyse chimique, l'analyse minéralogique, l'étude des lames minces des sables au microscope polarisant et l'interprétation des résultats.

1. MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage vertical creusé sur toute l'épaisseur du sable de la plage d'Oued Zhour et Oued El Kebir, prélevant six (06) échantillons moyen sur le tas de tout le sable extrait du puits après mélange (Voir les figures n°15 et 17). Les plans d'échantillonnage et les coordonnées UTM des échantillons des sables côtiers d'Oued Zhour et Oued El Kebir figure sur les plans suivants :



Figure n°14 : Plan d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued Zhour



Figure n°15 : Méthode d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued Zhour

2. TRAVAUX DE LABORATOIRE

Pour une étude approfondie des caractéristiques géologiques, minéralogiques, pétrographiques et sédimentologiques des sables côtiers d'Oued Zhour et Oued El Kébir on a effectué un complexe des travaux de laboratoire qui comprenait l'analyse granulométrique, mesure du poids spécifique, coefficient d'écoulement, équivalent de sable, analyse chimique, analyse minéralogique, étude morphoscopique au microscope binoculaire et en fin une étude pétrographique des lames minces des sables au microscope polarisant. Ces travaux de laboratoire ont été réalisés au Laboratoire du centre d'études et de services technologiques de l'industrie des matériaux de construction « CETIM de BOUMERDES ».



Figure n°16 : Plan d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued El Kébir



Figure n°17 : Méthode d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued El Kébir

3. ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

3.1. Analyse granulométrique par tamisage

L'analyse granulométrique par tamisage a été réalisée sur les échantillons (OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6) selon les modalités de la norme NF EN 933 – 1, et elle figure sur les tableaux suivants :

Tableau n°1 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZH-1

Masse sèche totale : M_1 = 1459 g **Masse sèche après lavage : M_2 = 1457 g**
Masse sèche des fines retirées par lavage : $M_1 - M_2$ = 2 g

	Tamis Ouverture (mm)	M. des refus cumulés (g)	% Refus cumulés (%)	% Tamisats Cumulé (%)
OZH-1	2	0	0,00	100,00
	1	3	0,21	99,79
	0,63	7	0,48	99,52
	0,5	96	6,58	93,42
	0,315	231	15,83	84,17
	0,25	1229	84,24	15,76
	0,16	1418	97,19	2,81
	0,125	1456	99,79	0,21
	0,08	1457	99,86	0,14
	0,063	1457	99,86	0,14
	FT	1457	99,86	0,14

Mat. resté au fond P = 0 g

$\sum R_i$ + P = 1457 g

- **Teneur en fines (f) sur le tamis de 63 µm : f = 0,14 %**
- **Module de finesse : M_f = 2,14**

Figure n°18 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZH-1

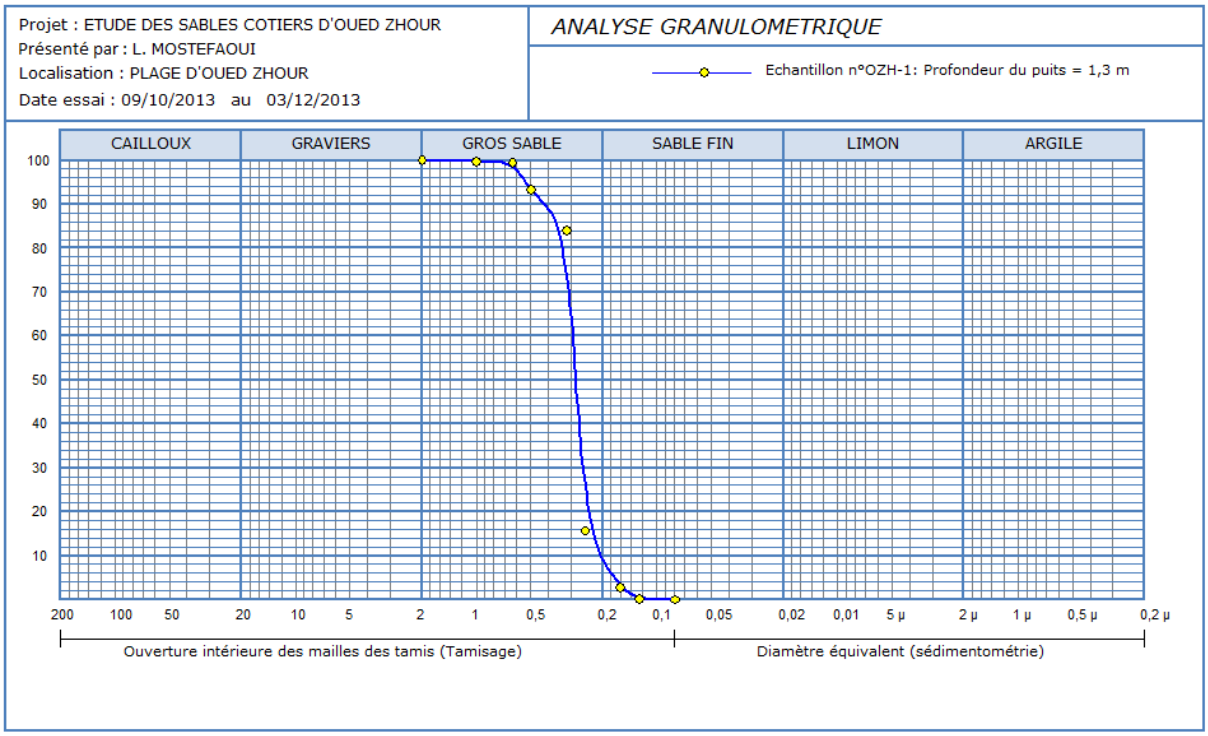


Tableau n°2 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZH-2

Masse sèche totale : M_1 = 1497 g **Masse sèche après lavage : M_2 = 1496 g**
Masse sèche des fines retirées par lavage : $M_1 - M_2$ = 1 g

	Tamis Ouverture (mm)	M. des refus cumulés (g)	% Refus cumulés (%)	% Tamisats Cumulés (%)
OZH-2	2	0	0,00	100,00
	1,25	3	0,20	99,80
	1	5	0,33	99,67
	0,63	88	5,88	94,12
	0,5	241	16,10	83,90
	0,315	1294	86,44	13,56
	0,25	1455	97,19	2,81
	0,16	1492	99,67	0,33
	0,125	1493	99,73	0,27
	0,08	1494	99,80	0,20
	0,063	1495	99,87	0,13
	FT	1496	99,93	0,07

Mat. resté au fond P = 1 g

$\sum R_i$ + P = 1496 g

- **Teneur en fines (f) sur le tamis de 63 µm : f = 0,13 %**
- **Module de finesse : M_f = 2,10**

Figure n°19 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZH-2

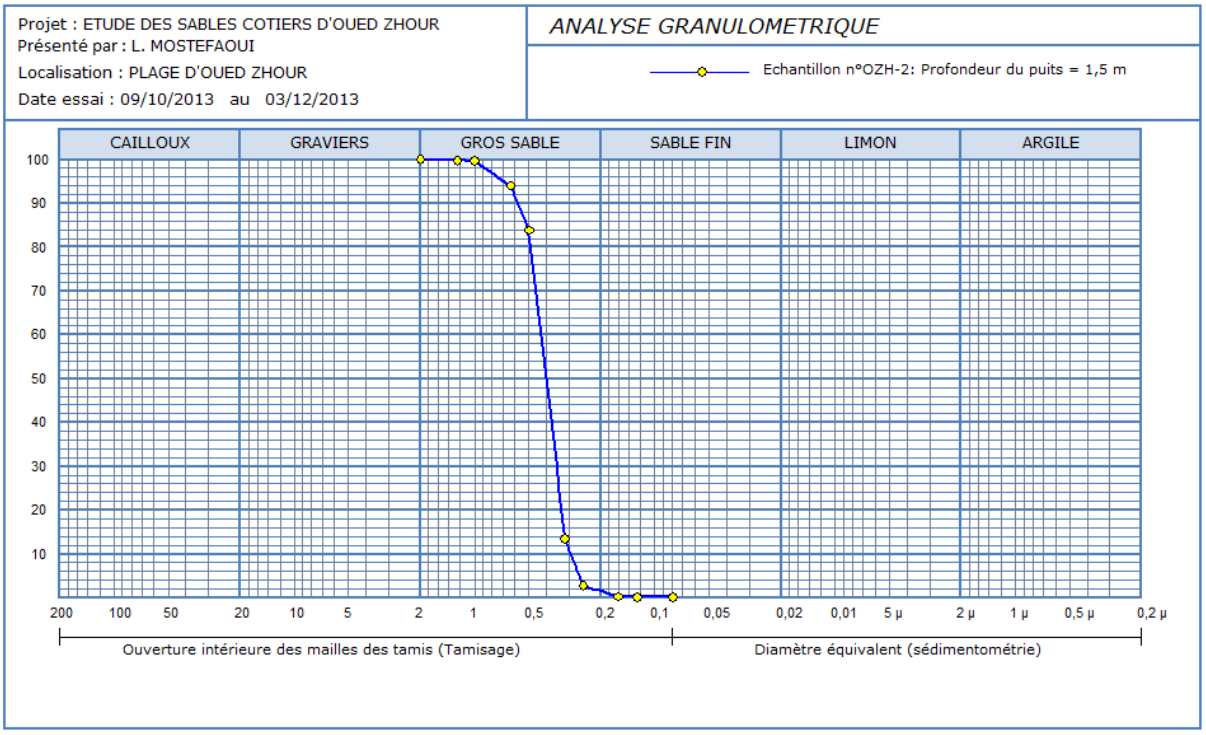


Tableau n°3 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZH-3

Masse sèche totale : M_1 = 1453 g **Masse sèche après lavage : M_2 = 1449 g**
Masse sèche des fines retirées par lavage : $M_1 - M_2$ = 4 g

	Tamis Ouverture (mm)	M. des refus cumulés (g)	% Refus cumulés (%)	% Tamisats Cumulés (%)
OZH-3	1	0	0,00	100,00
	0,63	65	4,47	95,53
	0,5	174	11,98	88,02
	0,315	1199	82,52	17,48
	0,25	1402	96,49	3,51
	0,16	1445	99,45	0,55
	0,125	1446	99,52	0,48
	0,08	1448	99,66	0,34
	0,063	1448	99,66	0,34
	FT	1449	99,72	0,28

Mat. resté au fond P = 1 g
$\sum R_i$ + P = 1449 g

- **Teneur en fines (f) sur le tamis de 63 µm : f = 0,34 %**

Figure n°20 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZH-3

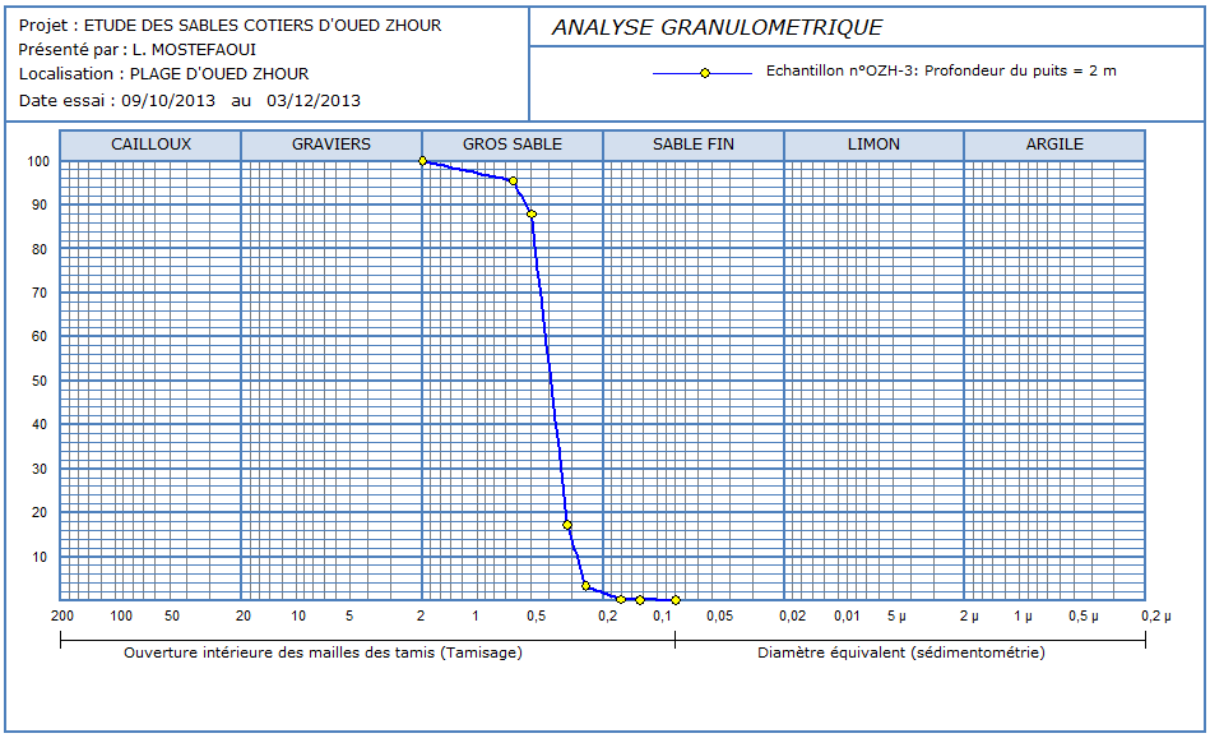


Tableau n°4 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OEK-4

Masse sèche totale : M_1 = 1439 g **Masse sèche après lavage : M_2 = 1427 g**
Masse sèche des fines retirées par lavage : $M_1 - M_2$ = 12 g

	Tamis Ouverture (mm)	M. des refus cumulés (g)	% Refus cumulés (%)	% Tamisats Cumulés (%)
OEK-4	4	0	0,00	100,00
	3,15	5	0,35	99,65
	2,5	18	1,25	98,75
	2	42	2,92	97,08
	1,25	191	13,27	86,73
	1	294	20,43	79,57
	0,63	863	59,97	40,03
	0,5	943	65,53	34,47
	0,315	1313	91,24	8,76
	0,25	1393	96,80	3,20
	0,16	1423	98,89	1,11
	0,125	1424	98,96	1,04
	0,08	1425	99,03	0,97
	0,063	1426	99,10	0,90
	FT	1427	99,17	0,83

Mat. resté au fond P = 1g

$\sum R_i$ + P = 1427g

- **Teneur en fines (f) sur le tamis de 63 µm : f = 0,90 %**
- **Module de finesse : M_f = 2,80**

Figure n°21 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OEK-4

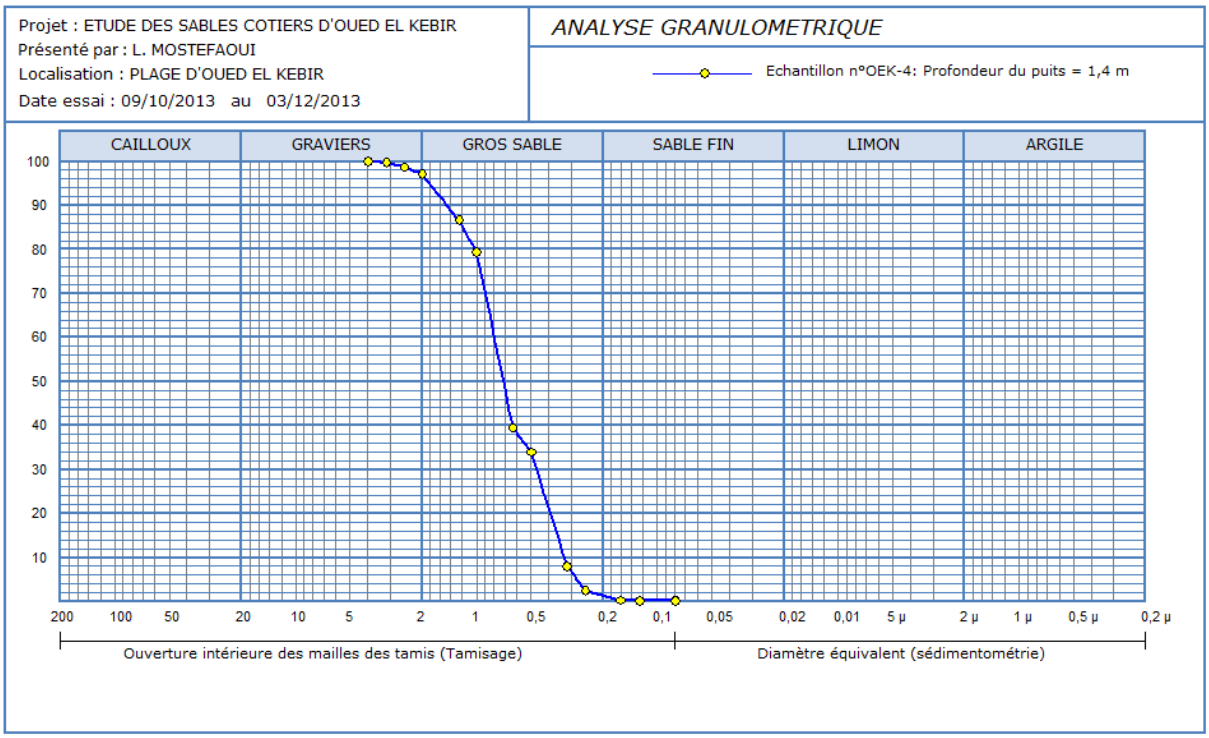


Tableau n°5 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OEK-5

Masse sèche totale : M_1 = 1457 g **Masse sèche après lavage : M_2 = 1455 g**
Masse sèche des fines retirées par lavage : $M_1 - M_2$ = 2 g

	Tamis Ouverture (mm)	M. des refus cumulés (g)	% Refus cumulés (%)	% Tamisats Cumulés (%)
OEK-5	4	0	0,00	100,00
	3,15	15	1,03	98,97
	2,5	37	2,54	97,46
	2	90	6,18	93,82
	1,25	401	27,52	72,48
	1	646	44,34	55,66
	0,63	1192	81,81	18,19
	0,5	1313	90,12	9,88
	0,315	1440	98,83	1,17
	0,25	1451	99,59	0,41
	0,16	1454	99,79	0,21
	0,125	1454	99,79	0,21
	0,08	1454	99,79	0,21
	0,063	1454	99,79	0,21
	FT	1455	99,86	0,14

Mat. resté au fond P = 1 g

$\sum R_i$ + P = 1455 g

- **Teneur en fines (f) sur le tamis de 63 µm : f = 0,21 %**
- **Module de finesse : M_f = 3,40**

Figure n°22 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OEK-5

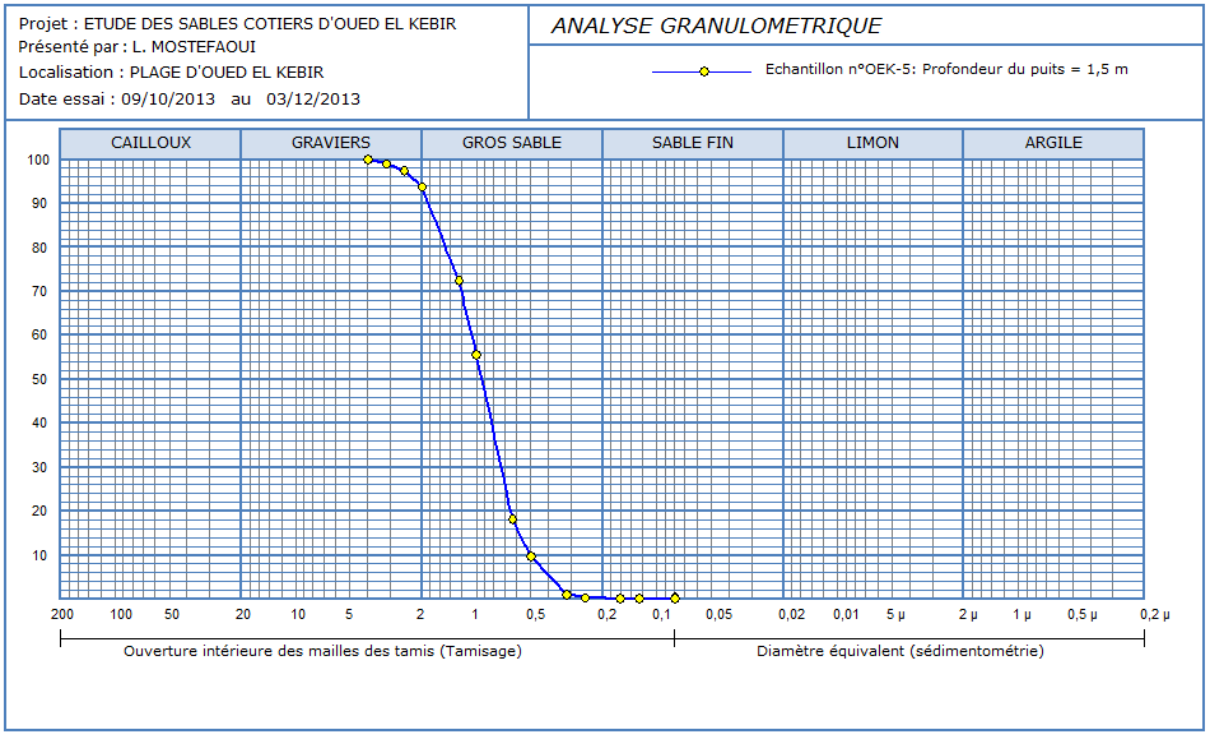


Tableau n°6 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OEK-6

Masse sèche totale : M_1 = 1443 g **Masse sèche après lavage : M_2 = 1429 g**
Masse sèche des fines retirées par lavage : $M_1 - M_2$ = 14 g

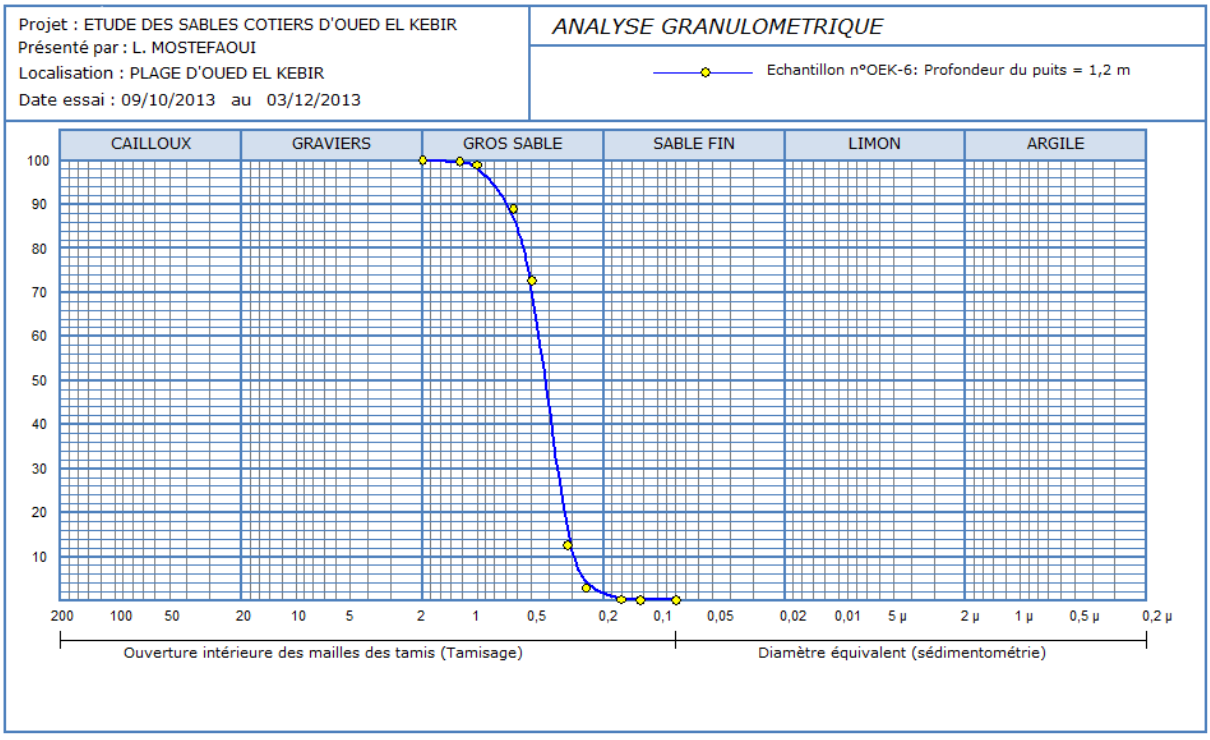
	Tamis Ouverture (mm)	M. des refus cumulés (g)	% Refus cumulés (%)	% Tamisats Cumulés (%)
OEK-6	2	0	0,00	100,00
	1,25	5	0,35	99,65
	1	14	0,97	99,03
	0,63	156	10,81	89,19
	0,5	390	27,03	72,97
	0,315	1249	86,56	13,44
	0,25	1387	96,12	3,88
	0,16	1425	98,75	1,25
	0,125	1426	98,82	1,18
	0,08	1427	98,89	1,11
	0,063	1428	98,96	1,04
	FT	1429	99,03	0,97

Mat. resté au fond P = 1 g

$\sum R_i$ + P = 1429 g

- **Teneur en fines (f) sur le tamis de 63 µm : f = 1,04 %**
- **Module de finesse : M_f = 2,20**

Figure n°23 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OEK-6



3.2. Mesure du poids spécifique

Le poids spécifique a été réalisé sur les échantillons (OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6) selon la méthode LE CHATELIER, et elle figure sur le tableau suivant :

Tableau n°7 : Poids spécifique des échantillons n°OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6

Code Échantillon	Masse échantillon (g)	Volume d'eau initial (cm^3)	Volume d'eau final (cm^3)	Poids spécifique (g/cm^3)
OZH-1	55	250	269,5	**2,821**
OZH-2	55	250	270,3	**2,709**
OZH-3	55	250	270,4	**2,696**
OEK-4	55	250	270,2	**2,723**
OEK-5	55	250	270,5	**2,683**
OEK-6	55	250	270,4	**2,696**

3.3. Coefficient d'écoulement

La détermination du coefficient d'écoulement du sable a été réalisée sur les échantillons (OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6) selon les modalités de la norme NF EN 932 - 3, et elle figure sur le tableau suivant :

Tableau n°8 : Coefficient d'écoulement des échantillons n°OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6

Code échantillon	OZH-1	OZH-2	OZH-3	OEK-4	OEK-5	OEK-6
Masse de la prise d'essai (kg)	0,990	1,001	0,990	0,990	1,000	0,979
Masse volumique réelle (Mg/m^3)	2,672	2,703	2,674	2,672	2,700	2,644
Diamètre de l'entonnoir (mm)	12	12	12	12	12	12
Temps d'écoulement (sec)	**24,9-24,8-24,8-24,9-24,9**	**24,4-24,4-24,8-24,4-24,5**	**25,2-25,3-25,3-25,3-25,3**	**27,4-27,5-27,5-27,6-27,4**	**30,6-30,6-30,9-30,7-30,8**	**24,9-24,9-25,0-24,8-24,9**
E_{cs} (moyenne)	**25**	**25**	**25**	**28**	**31**	**25**

3.4. Équivalent de sable

L'équivalent de sable a été réalisé sur les échantillons (OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6) selon les modalités de la norme NF EN 933 - 8, et elle figure sur le tableau suivant :

Tableau n°9 : Équivalent de sable des échantillons n°OZH-1, OZH-2 et OZH-3

Code Échantillon	OZH-1		OZH-2		OZH-3	
	1ère Prise	2ème Prise	1ère Prise	2ème Prise	1ère Prise	2ème Prise
Masse de la prise d'essai M_T en (g)	**123,4**		**120,2**		**123,9**	
Teneur en fines (%)	**0,1**		**0,1**		**0,3**	
Humidité (%)	**2,810**		**0,200**		**3,32**	
h_1 (mm)	100	102	94	95	109	102
h_2 (mm)	98	97	87	90	100	96
$SE_{(10)}$= 100 x (h_2 / h_1)	98,0	95,1	92,6	94,7	91,7	94,1
Moyenne-$SE_{(10)}$	**97**		**94**		**93**	

Tableau n°10 : Équivalent de sable des échantillons n°OEK-4, OEK-5 et OEK-6

Code Échantillon	OEK-4		OEK-5		OEK-6	
	1ère Prise	2ème Prise	1ère Prise	2ème Prise	1ère Prise	2ème Prise
Masse de la prise d'essai M_T en (g)	**125,1**		**123,5**		**124,7**	
Teneur en fines (%)	**0,9**		**0,2**		**1,0**	
Humidité (%)	**4,239**		**2,951**		**3,950**	
h_1 (mm)	105	106	99	105	106	99
h_2 (mm)	95	96	95	95	96	95
$SE_{(10)}$= 100 x (h_2 / h_1)	90,5	90,6	96,0	90.5	90.6	96.0
Moyenne-SE $_{(10)}$	**91**		**96**		**93**	

4. ANALYSE CHIMIQUE

L'analyse élémentaire des sables par spectrométrie de fluorescence X est réalisée selon les modalités de la norme NF PI 5 - 467. La détermination de la perte au feu est réalisée selon les modalités de la nonne NF EN 1744 - 1. L'analyse chimique figure sur le tableau suivant :

Tableau n°11 : Composition chimique des échantillons n°OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6

Code Échantillon	Teneurs %										
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	TiO_2	PF
OZH-1	80,90	4,46	2,44	5,11	0,45	0,01	0,96	0,25	0,06	0,20	5,16
OZH-2	78,79	5,21	4,00	4,94	0,53	0,02	0,75	0,25	0,08	0,33	5,10
OZH-3	81,22	3,70	2,30	5,59	0,39	0,01	0,75	0,22	0,06	0,18	5,60
OEK-4	69,98	4,24	4,04	10,09	0,59	0,02	0,78	0,33	0,08	0,20	9,66
OEK-5	75,93	4,28	2,76	7,59	0,54	0,02	0,87	0,47	0,07	0,17	7,31
OEK-6	65,26	2,85	6,32	12,77	0,51	0,04	0,39	0,16	0,09	0,22	11,38

5. ANALYSE MINÉRALOGIQUE

L'analyse minéralogique des sables a été réalisée par spectrométrie de diffraction X sur les échantillons consiste à déterminer la nature des constituants minéraux.

La composition minéralogique estimative (semi quantitative) a été évaluée sur la base des résultats chimiques et elle figure sur le tableau suivant :

Tableau n°12 : Composition minéralogique des échantillons n°OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6

Minéraux présents	Composition minéralogique en % Code Échantillons					
	OZH-1	OZH-2	OZH-3	OEK-4	OEK-5	OEK-6
Quartz	74	71	76	64	67,5	62
Calcite	09	08	09	16	12	23
Dolomite	01	01	01	02	02	-
Albite	02	02	02	02	03	01
Feldspaths K (orthoclase)	03	03	02	02	03	01
Muscovite + Biotite	03	02	03	04	04	02
Kaolinite	04	07	03	04	04	03
Chlorite	02	02	02	02	02	02
Amphibole	-	-	-	-	-	-
Minéraux Ferrugineux	02	04	02	04	02,5	06
Autres	-	-	-	-	-	-

Figure n°24 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZH-1

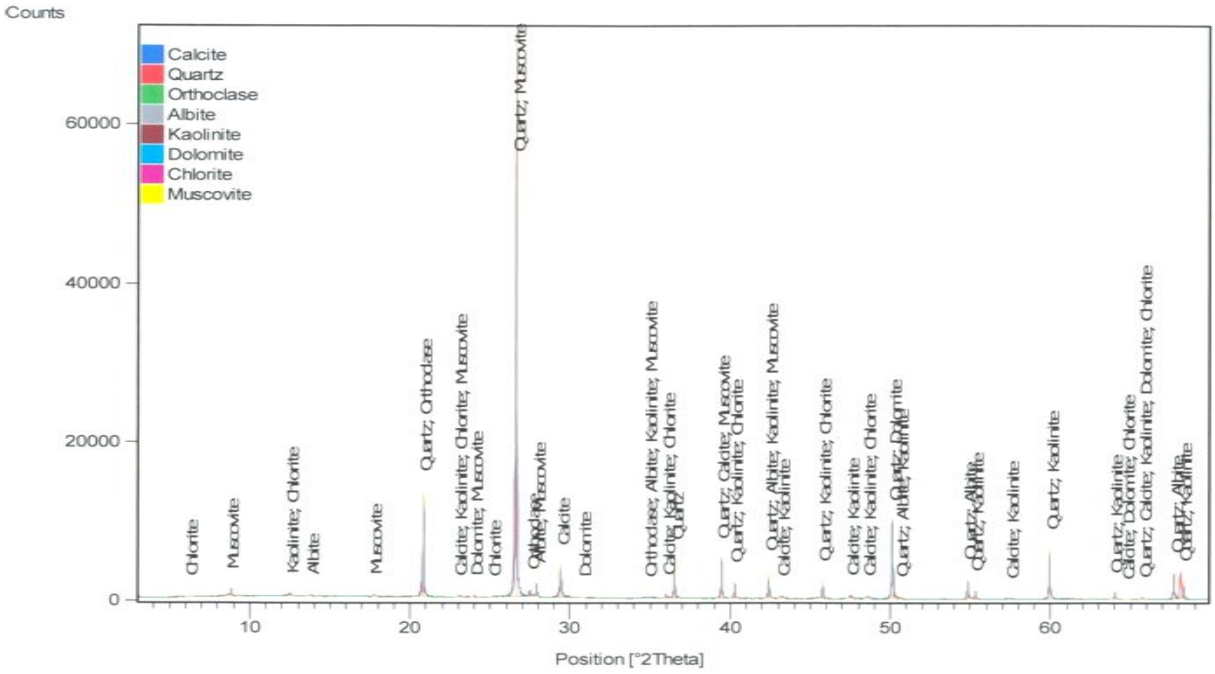


Figure n°25 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZH-2

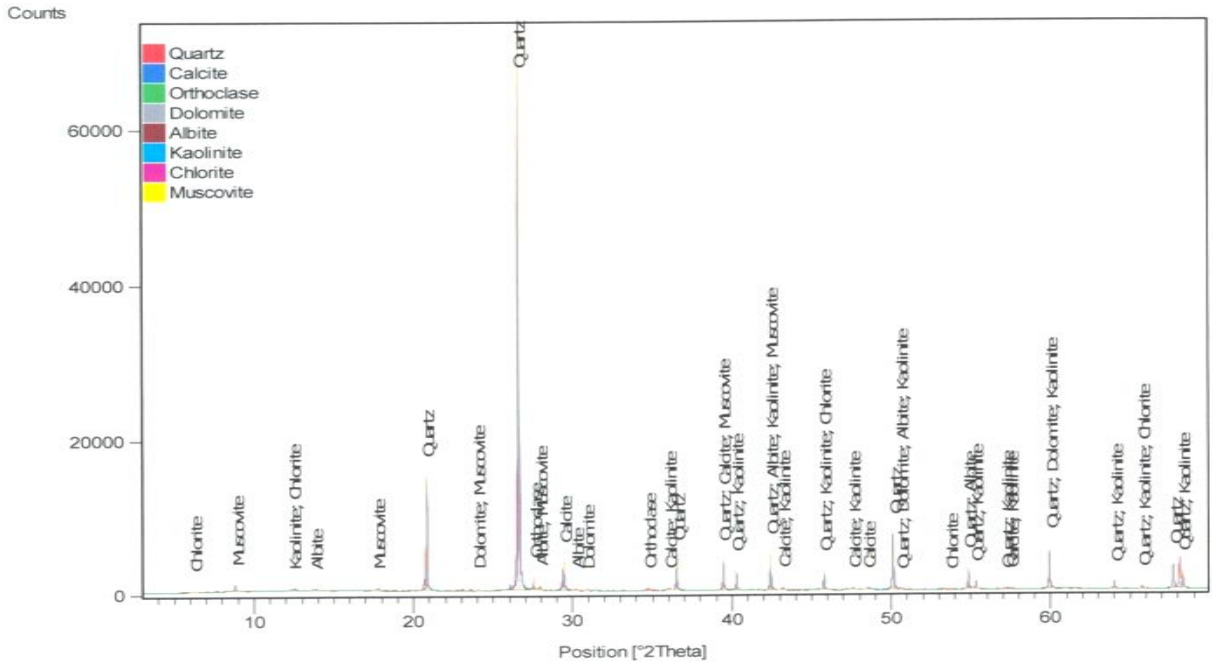


Figure n°26 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZH-3

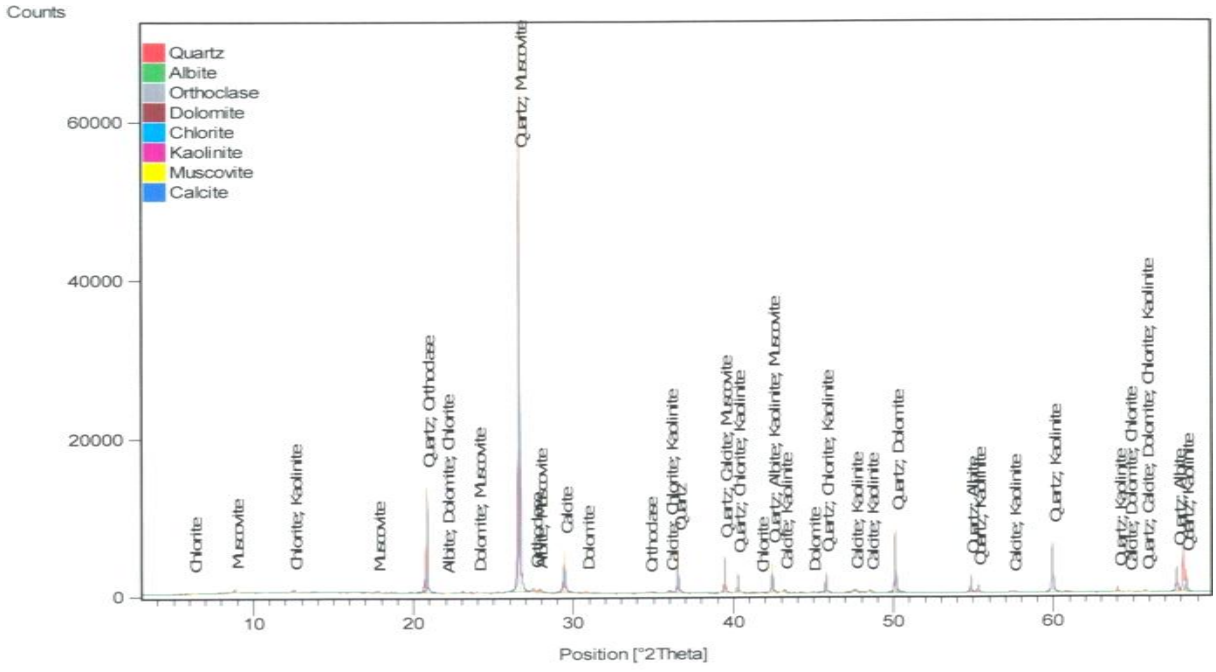


Figure n°27 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OEK-4

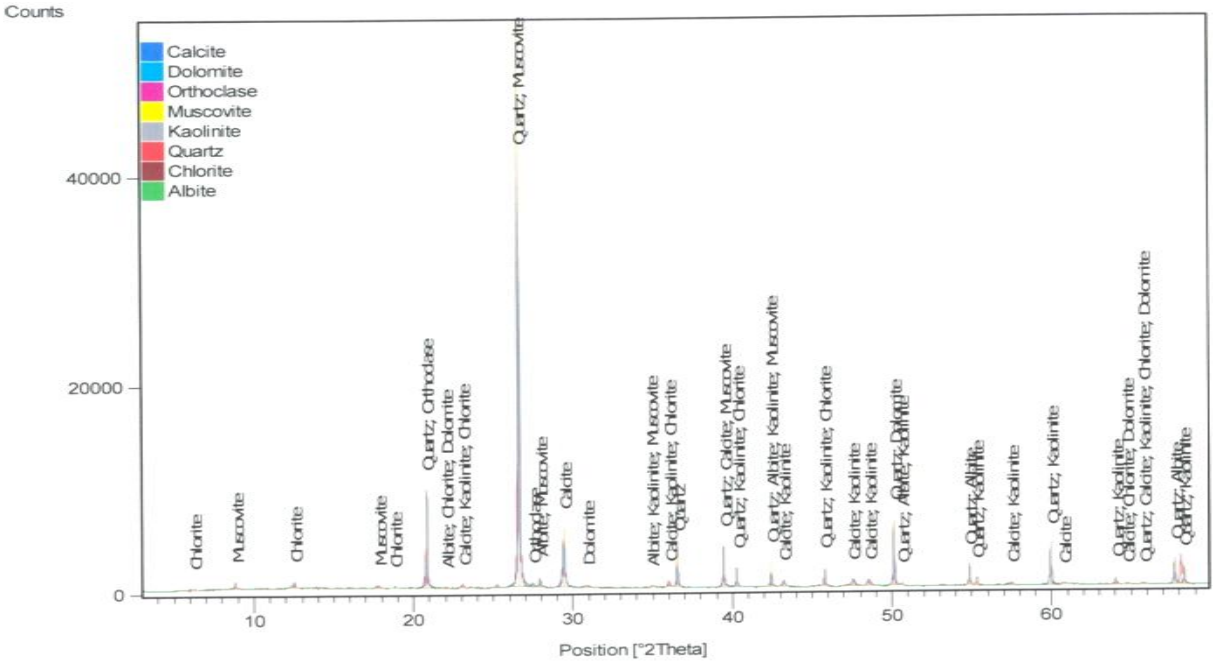


Figure n°28 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OEK-5

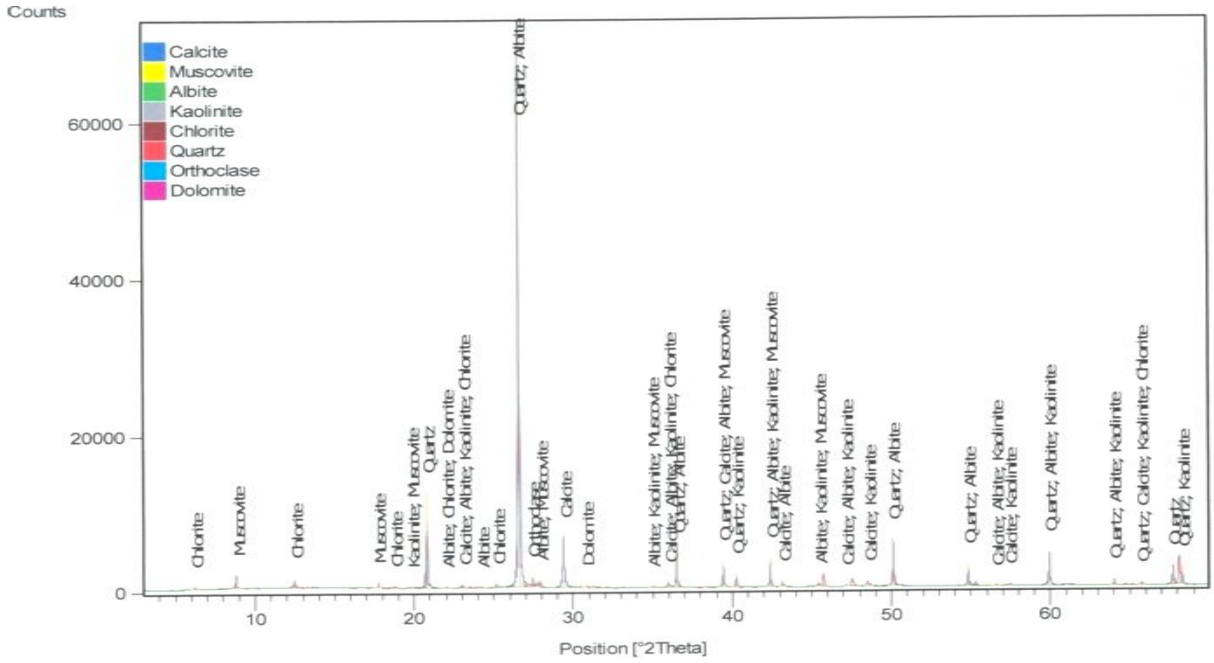
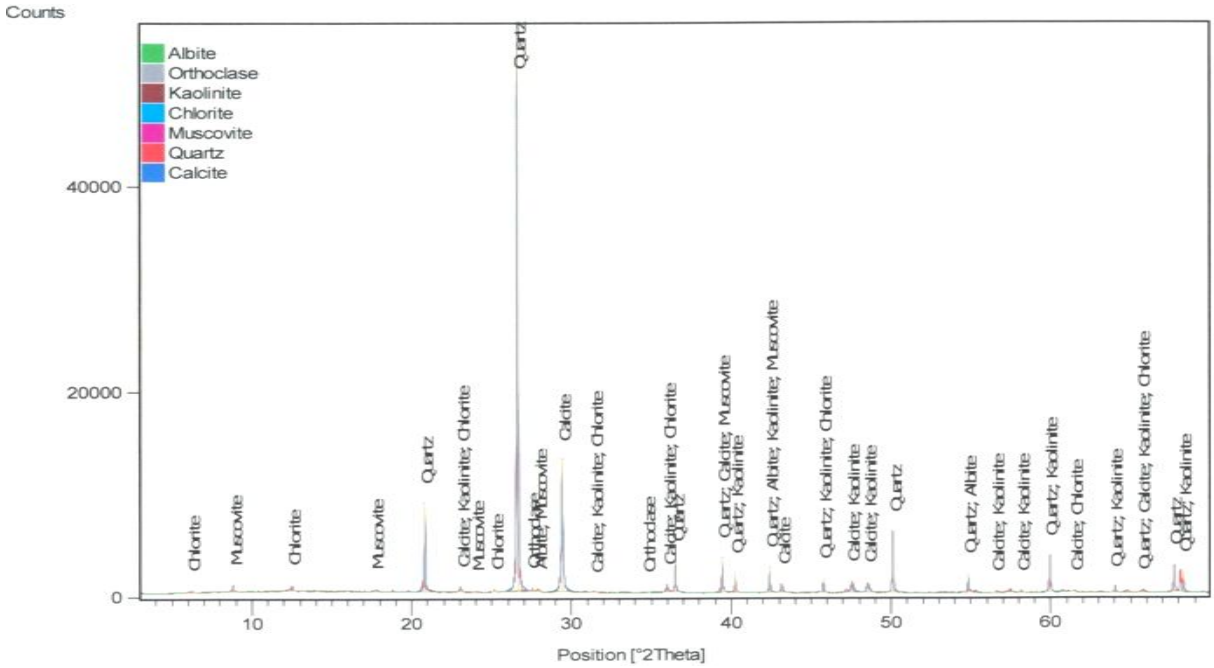


Figure n°29 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OEK-6

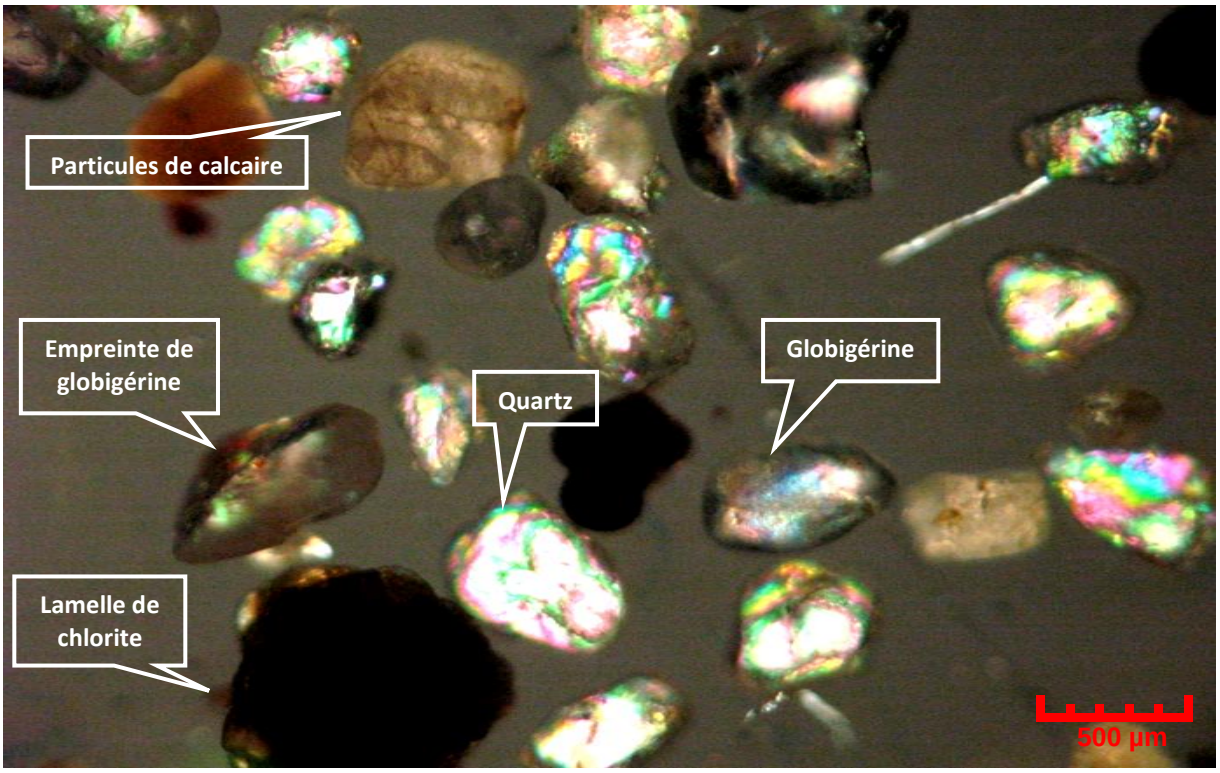


6. ÉTUDE DES LAMES MINCES DES SABLES AU MICROSCOPE POLARISANT

L'étude pétrographique a été réalisée selon les modalités de la norme NF EN 932 - 3. Les lames minces figurent ci-dessous :

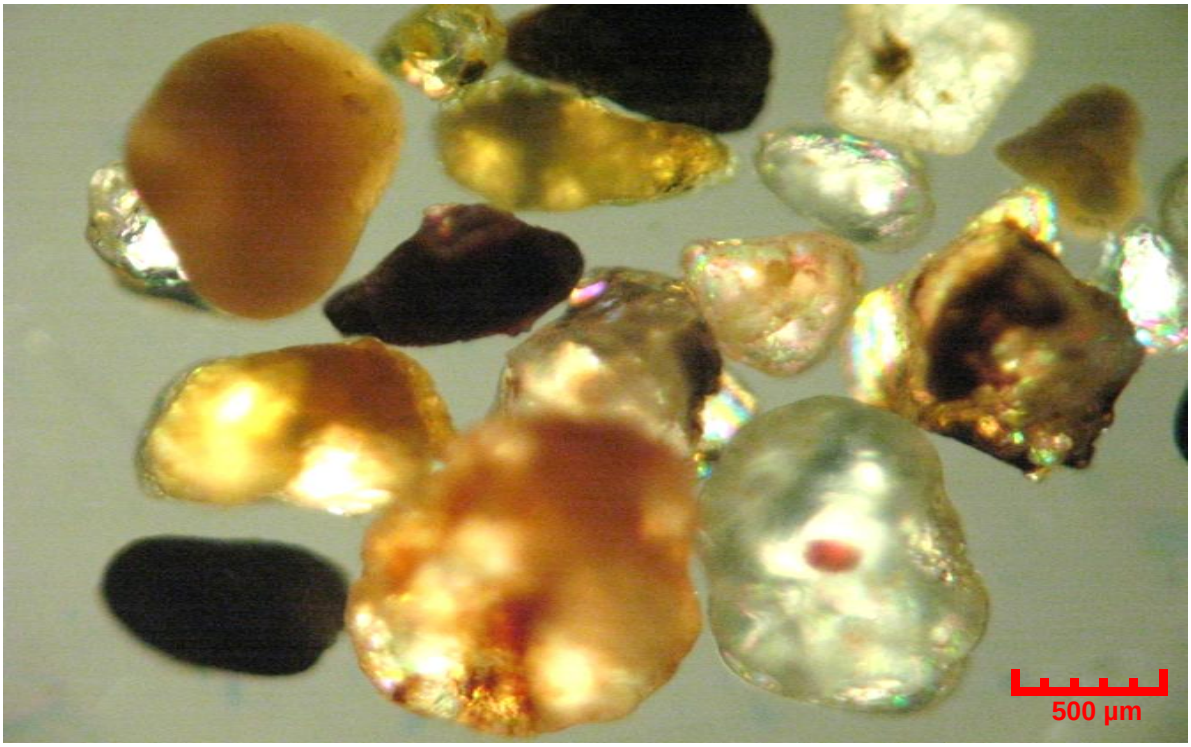
6.1. Lame mince de l'échantillon n°OZH-1 (Objectif 5x0,13 LPA)



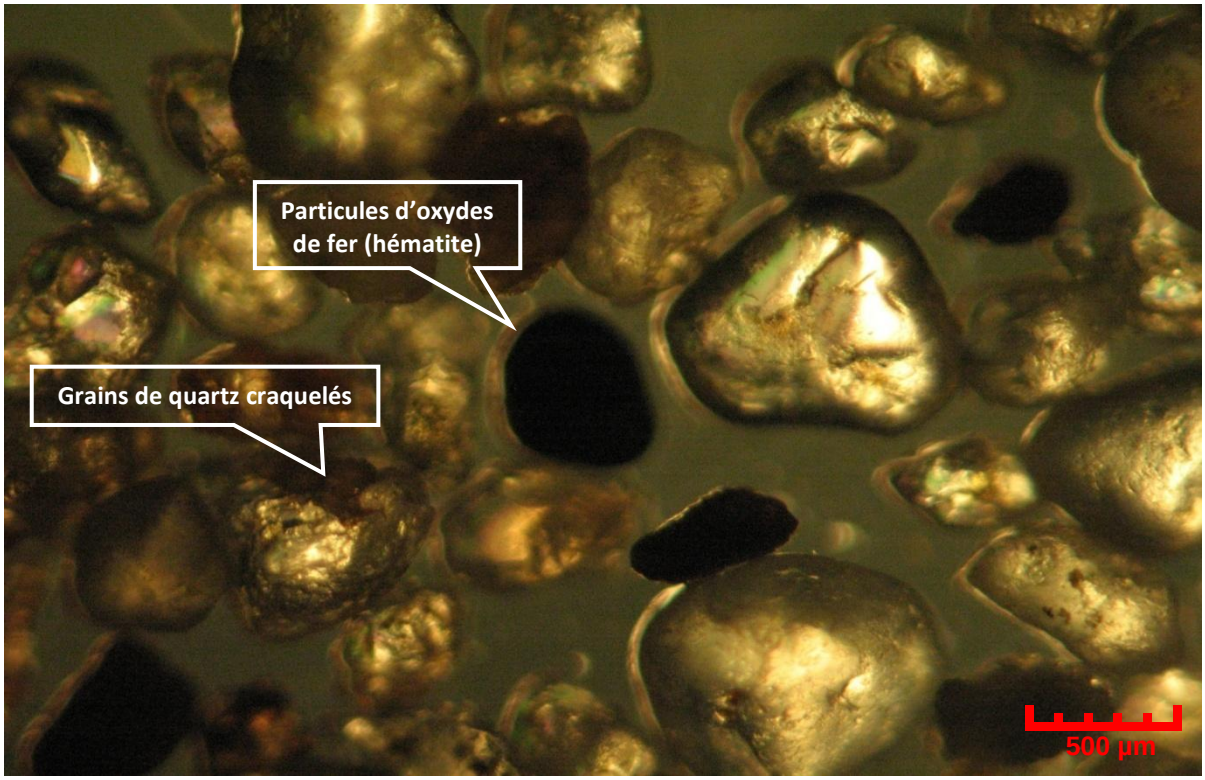


6.2. Lame mince de l'échantillon n°OZH-2 (Objectif 5x0,13 LPA)

Grains de quartz incolore piquetés de tâches noirâtres d'oxydes de fer (hématite) collés sur les bords.

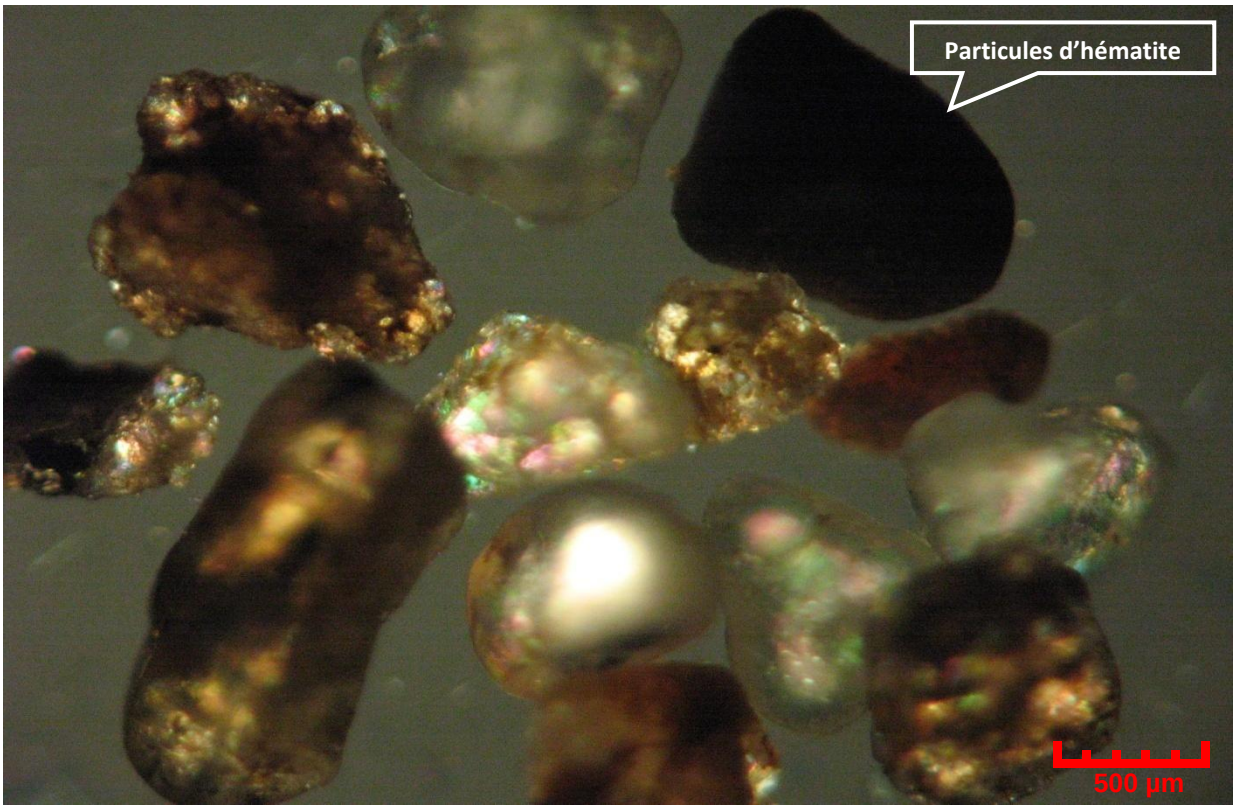


Grains de quartz de couleur jaune orangée avec de fines disséminations punctiformes d'oxydes de fer uniformément réparties sur les bords et avec les cassures et creux colmatées d'hydroxydes de fer.

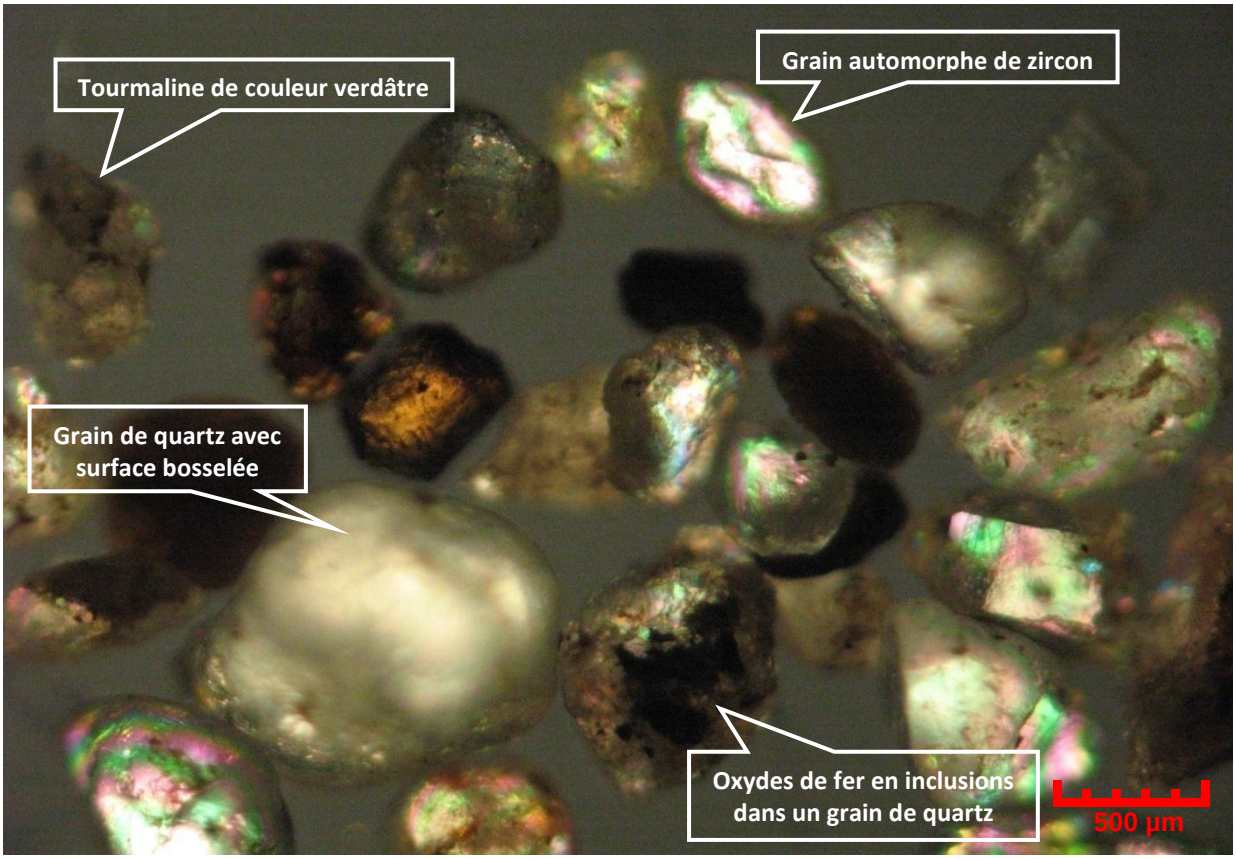


Grains de quartz aux formes semi arrondies et avec des surfaces bosselées.

6.3. Lame mince de l'échantillon n°OZH-3 (Objectif 5x0,13 LPA)

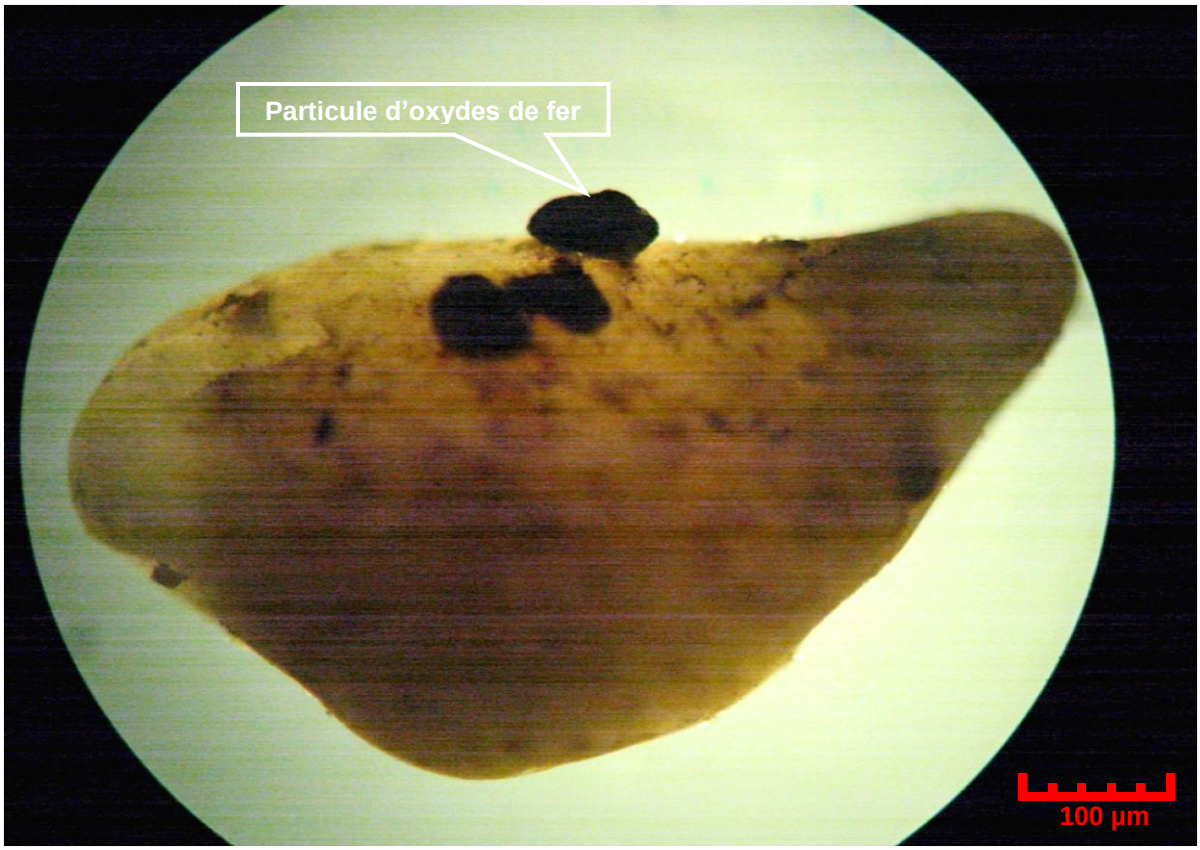


Grains de quartz colorés en jaune orangé par les oxydes de fer (hématite).



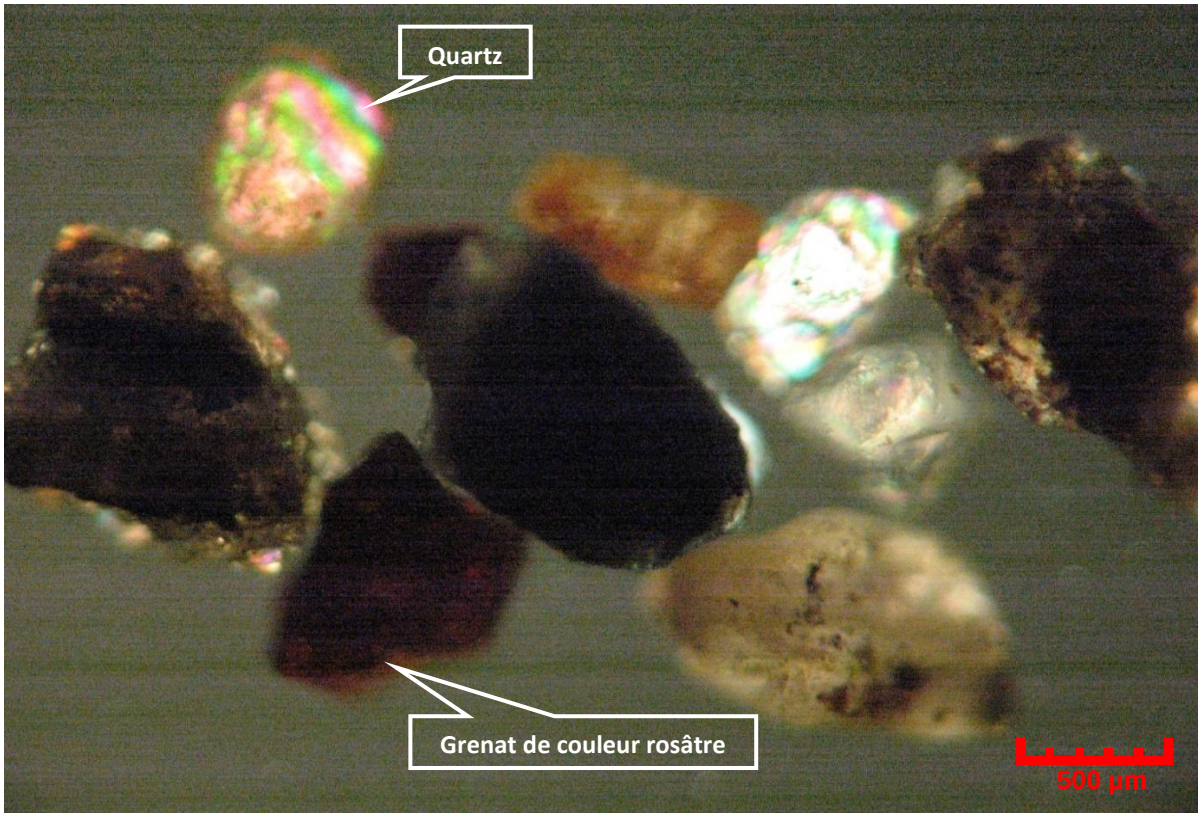
6.4. Lame mince de l'échantillon n°OEK-4 (Objectif 10x0,20 LPA)



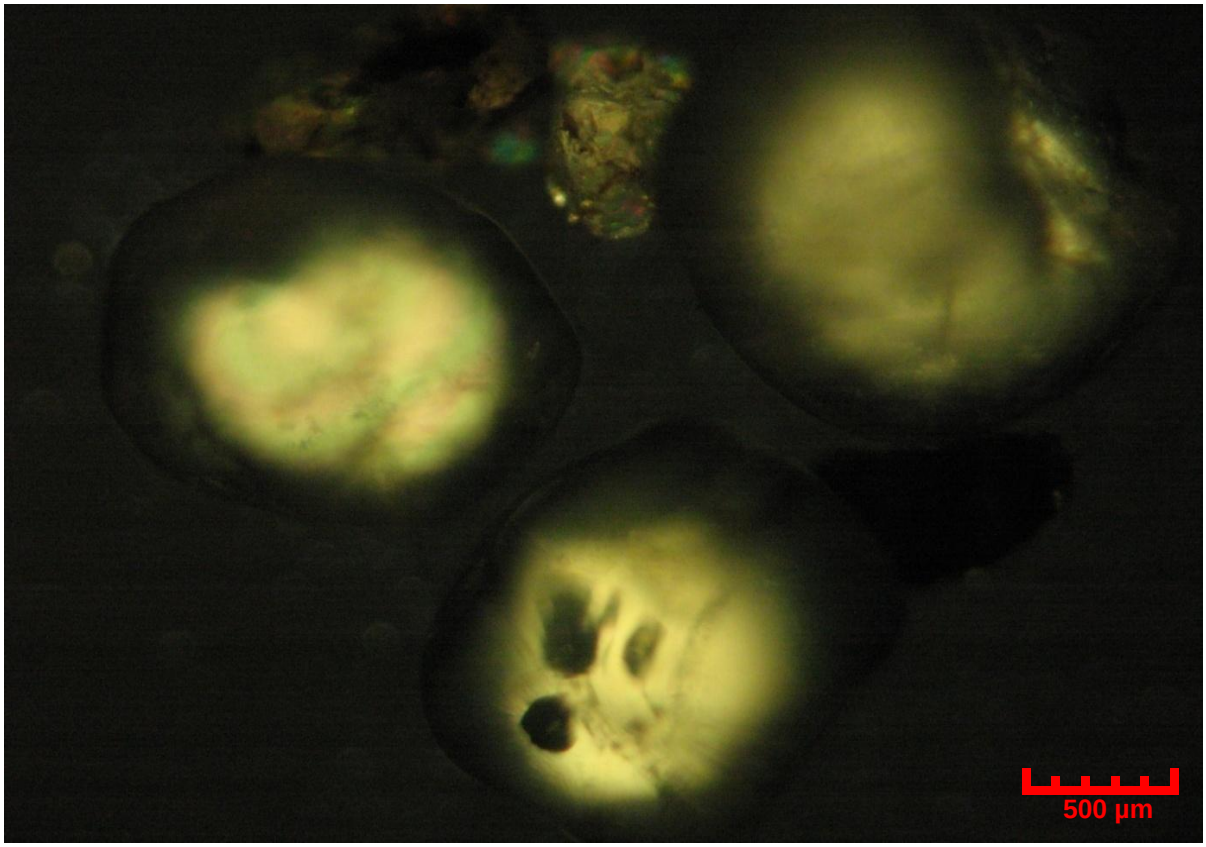


Grains de quartz incolore et jaune orangé piquetés de tâches noirâtres d'oxydes de fer (hématite).

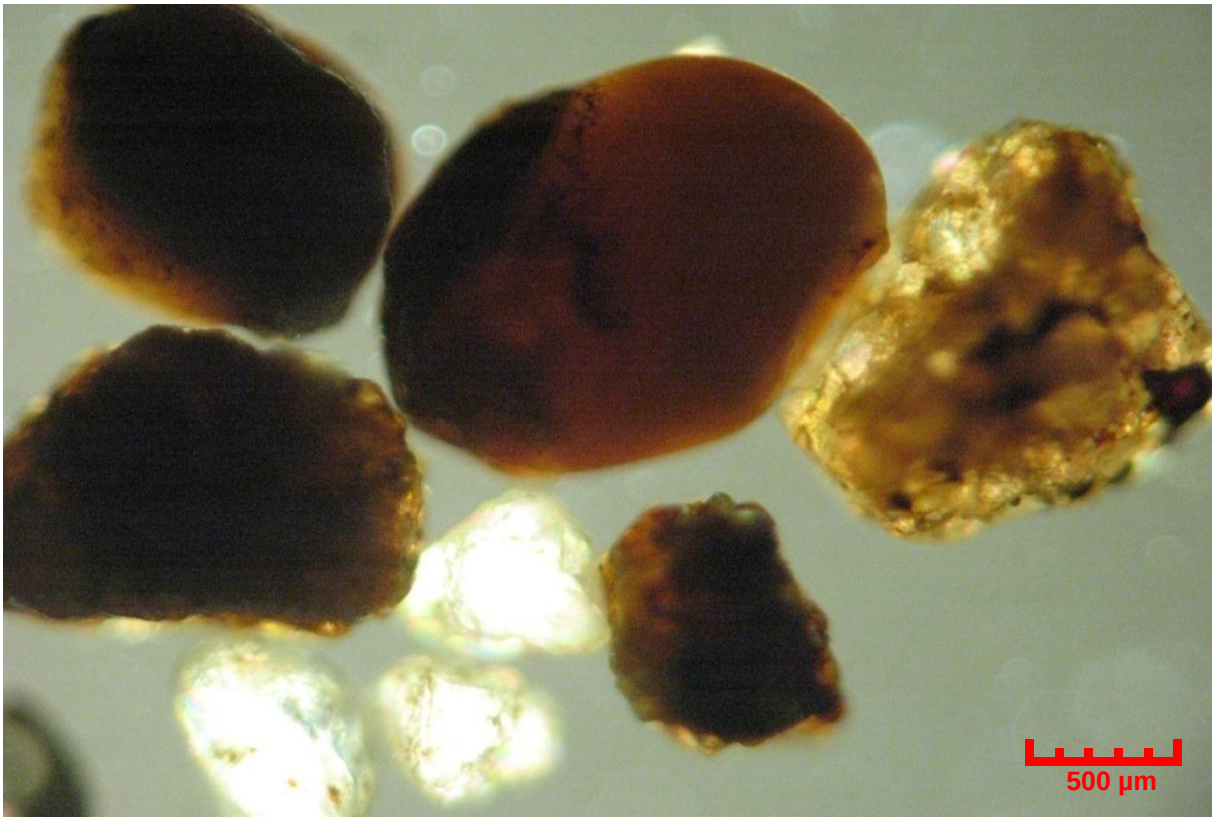
6.5. Lame mince de l'échantillon n°OEK-5 (Objectif 5x0,13 LPA)



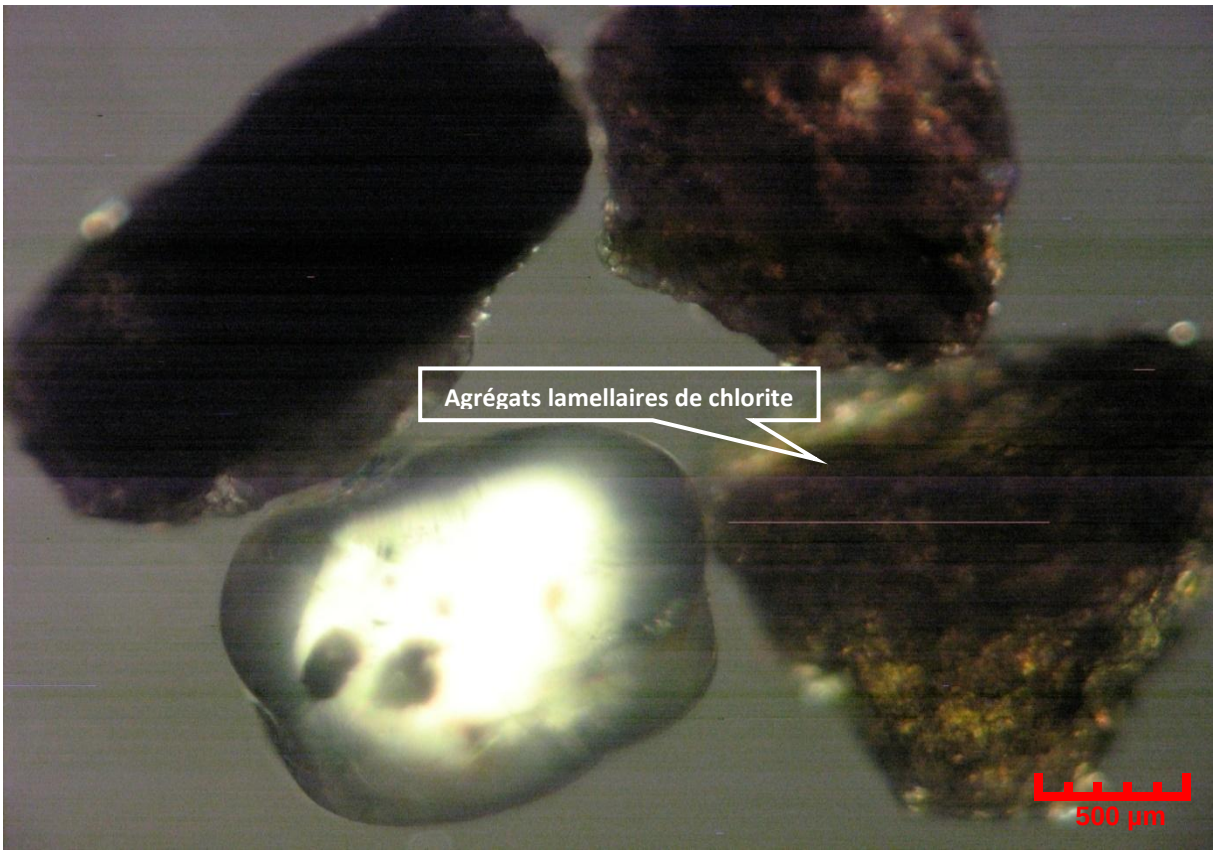
Grain de quartz aux formes semi-arrondies montrant des surfaces bosselées et des creux.



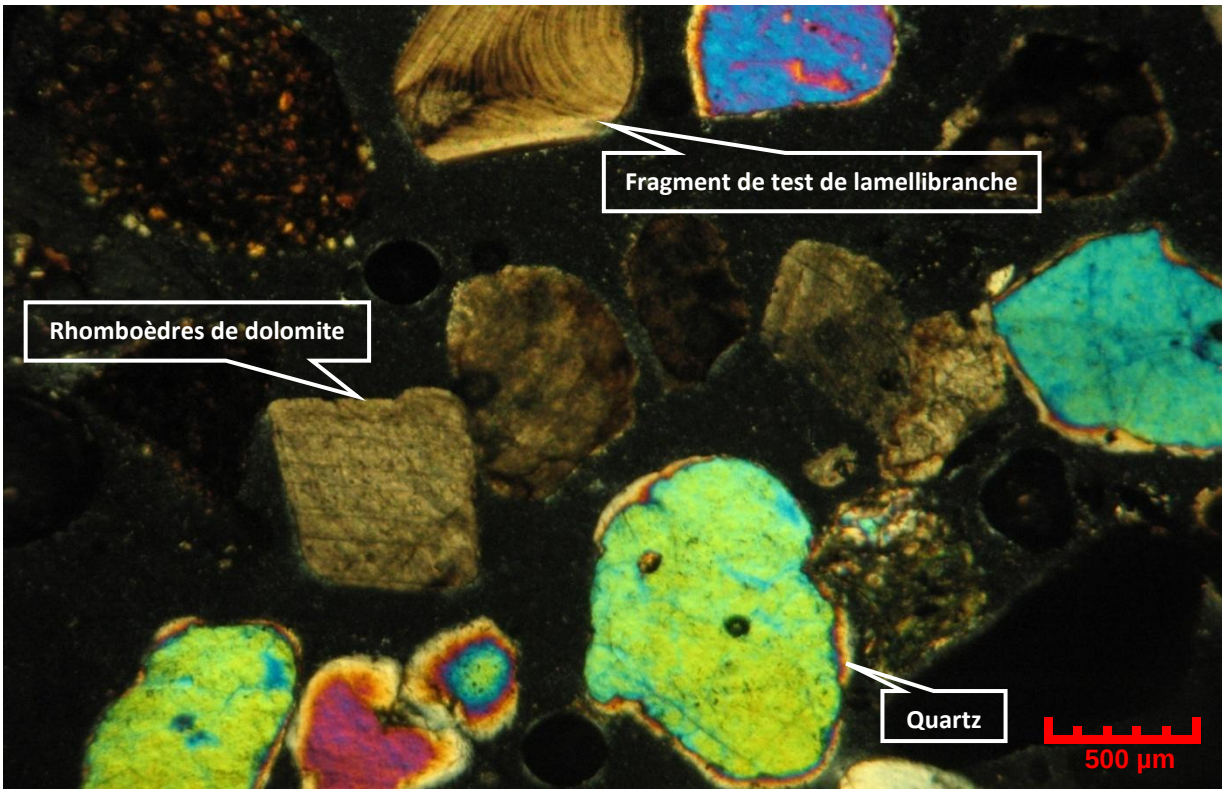
Grain de quartz piqueté de tâches noirâtres d'oxydes de fer.

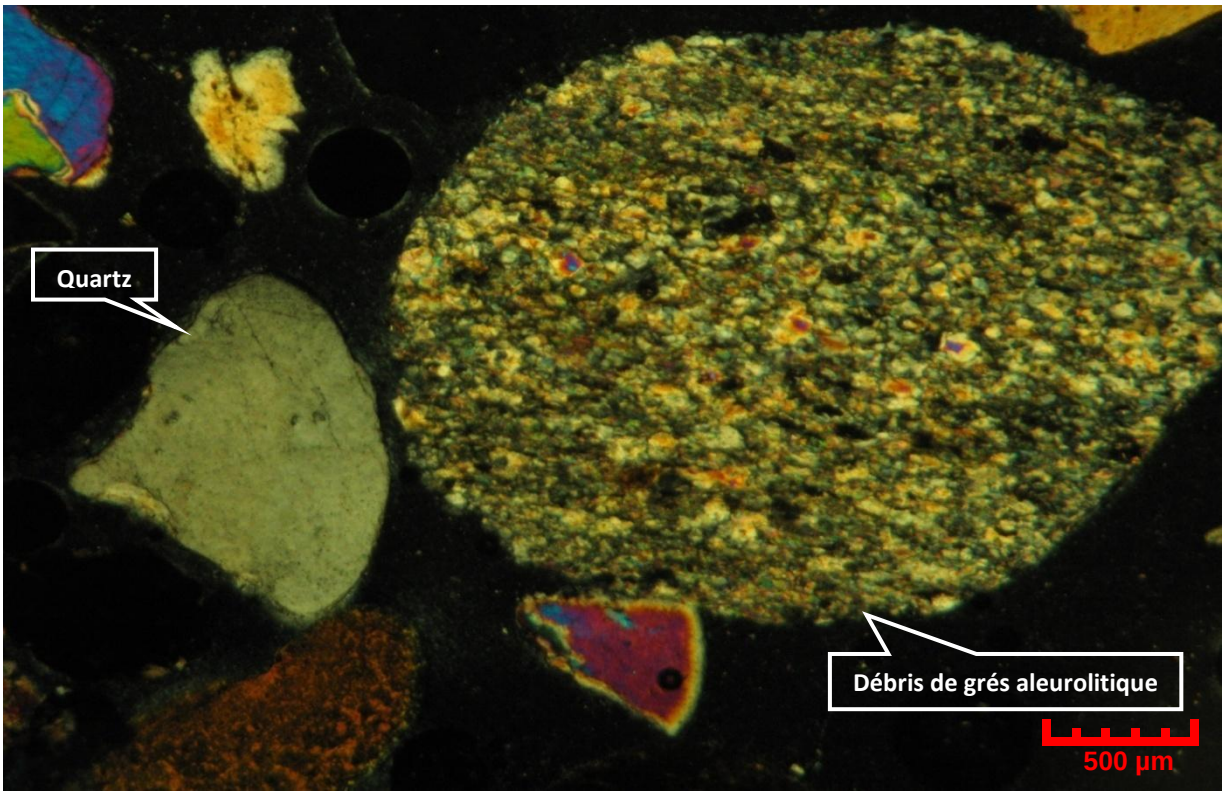


Grains de quartz de couleur jaune orangé montrant un éclat translucide.

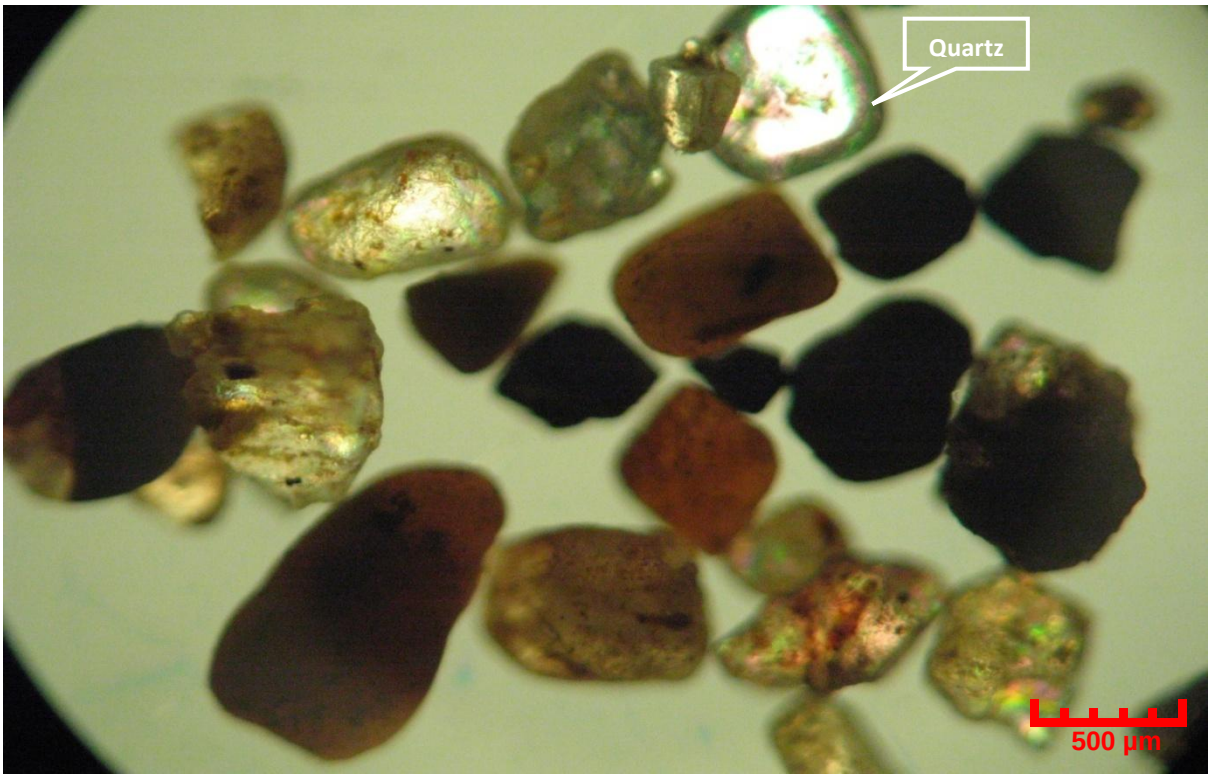


Quartz avec inclusions d'oxydes de fer.

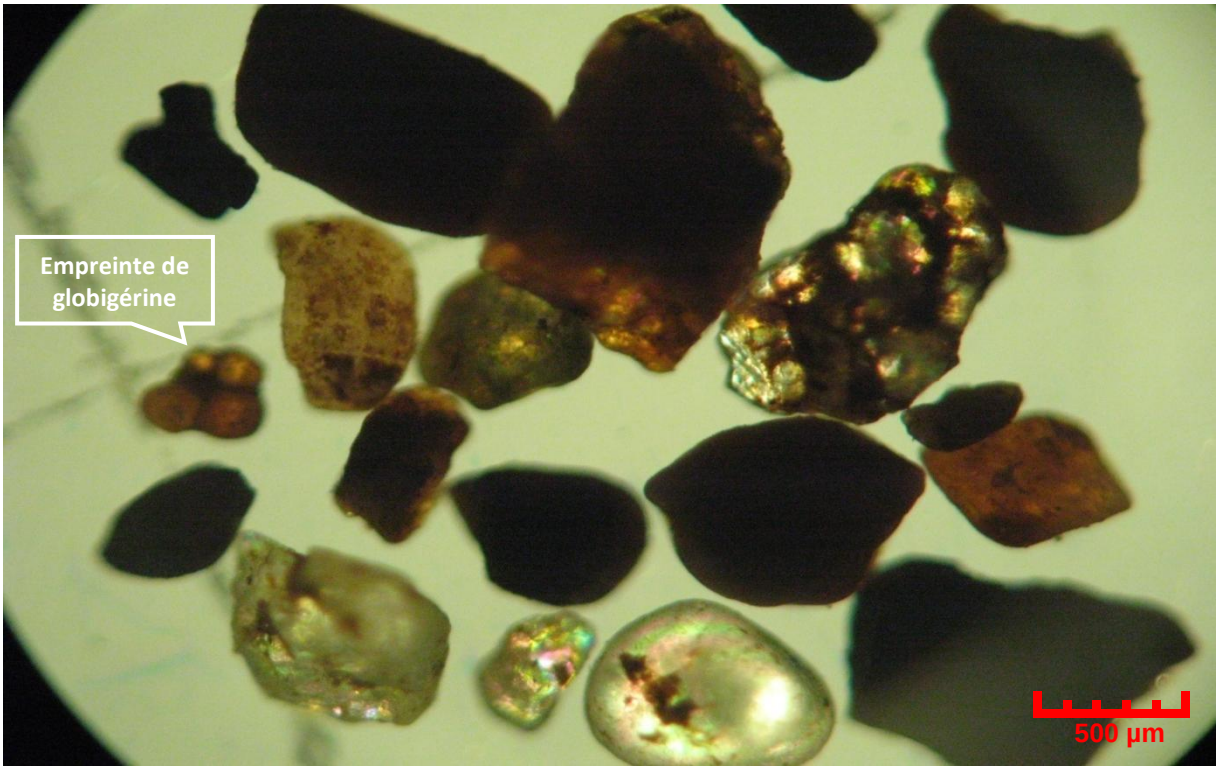

Fragment de test de lamellibranche
Rhomboèdres de dolomite
Quartz
500 µm


Quartz
Débris de grés aleurolitique
500 µm

6.6. Lame mince de l'échantillon n°OEK-6 (Objectif 5x0,13 LPA)



Grains de quartz aux arêtes anguleuses à sub-arrondies uniformément colorés en jaune orangée et piquetés de tâches de noirâtres d'oxydes de fer (hématite).



7. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

1.1. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZH-1

L'échantillon ponctuel étudié par nos soins correspondant à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 1 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le tamis de 0,063 mm = 0,14 %, le module de finesse = 2,14, le poids spécifique = 2,821 g/cm^3, le coefficient d'écoulement = 25 secondes et l'équivalent de sable = 97.

C'est un sable plus ou moins homogène de couleur jaune beige clair. Il est composé dans sa majorité de quartz se présentant en grains souvent incolores parfois irrégulièrement colorés dans les tons brun-jaunâtre, rosâtre à jaune orangé rougeâtre. L'examen à la loupe ordinaire et au microscope polarisant de l'échantillon nous a permis de déterminer la composition minéralogique de l'échantillon et les caractères morphoscopiques des grains de quartz.

Le quartz représente l'élément constitutif essentiel de cet échantillon dont le pourcentage atteint 78 %. Les autres minéraux sont représentés par les feldspaths ≈ 5 % (plagioclases, microcline), micas ≈ 5 % (biotite, muscovite, chlorite, séricite), particules de carbonates ≈ 9 % (calcite, dolomite, quelques sections de fossiles), oxydes de fer (hématite) ≈ 2 % avec comme minéraux accessoires ≈ 1 % de la tourmaline de couleur vert olive, de zircon, grenat de couleur rosâtre.

1.1.1. Quartz

Le quartz se présente en grains de forme et grosseur variée répartis sur 03 fractions (fine, moyenne et grosse).

1.1.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,08 mm et 0,3 mm)

La fraction fine occupant ≈ 38 % de la masse totale de l'échantillon, cette fraction est représentée par des grains de quartz la plupart transparents, incolores et souvent avec un éclat vitreux. Observés sous la loupe le quartz se présente en grains plus ou moins roulés la plupart avec des formes arrondies à sub-arrondies et un aspect vitreux parfois luisant. Certains grains sont recouverts par contre d'une fine pellicule d'hydroxydes de fer qui leur donnent une couleur jaunâtre. Leurs dimensions moyennes varient entre 0,08 mm et 0,3 mm. Dans cette fraction nous rencontrons également de rares grains de couleur jaune orangé.

1.1.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,4 mm et 0,6 mm)

La fraction moyenne composant ≈ 28 % de la masse totale de l'échantillon, cette fraction est constituée de grains de quartz de grosseur homogène variant entre 0,4 mm et 0,6 mm. Ces grains apparaissent sous la loupe binoculaire avec des arêtes sub-arrondies à sub-anguleuses rarement arrondies. Ils se présentent en grains souvent incolores rarement de couleur jaunâtre, parfois jaune orangé ou rougeâtre.

Leur couleur est due aux inclusions ferrugineuses (hématite) qui se présentent sous forme de fines particules. Ces inclusions sont disposées soit uniformément à l'intérieur des grains, soit collés sur la surface ou sur les bords (voir lame mince de l'échantillon n°OZH-01). Certains grains sont voilés par contre d'une fine pellicule d'oxydes de fer qui leur donnent une couleur jaunâtre à rosâtre. Dans cette fraction on remarque que certains grains sont craquelés avec les cassures souvent vides parfois colmatées d'hydroxydes de fer, d'autres sont chagrinés, aux bords d'aspect rongé entamés de cassures conchoïdales (voir lame mince de l'échantillon n°OZH-01).

1.1.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 0,8 mm et 1,4 mm)

La fraction grosse est moins abondante, cette fraction compose ≈ 12 % de l'échantillon. Dans cette fraction certains grains de quartz sont sans forme cristalline. Ils apparaissent avec des formes allongées soulignées par des terminaisons anguleuses ou avec des surfaces bosselées. Certains par contre sont plus ou moins roulés de forme globuleuse et aux angles légèrement émoussés.

Ils sont parfois piquetés de tâches noirâtres d'oxydes de fer distribuées essentiellement dans les parties périphériques soit régulièrement dans tout le cristal de quartz. Dans ce cas le quartz prend une couleur brun rougeâtre et un aspect translucide. Des grains incolores, rosaires à jaunâtres parfois transparents s'observent également dans cette fraction. Dans cette fraction on remarque également que certains grains sont fragmentés et craquelés avec les cassures souvent vides parfois colmatées d'hydroxydes de fer qui leur donnent une coloration jaunâtre.

1.1.2. Feldspaths (Plagioclases et Microcline)

1.1.2.1. Plagioclases

Observés au microscope optique, les plagioclases sont représentés par des cristaux subautomorphes, prismatiques et de taille n'excédant pas 0,20 mm montrant des macles polysynthétiques parfois déformées.

1.1.2.2. Microcline

Il se présente en petits cristaux xénomorphes avec le quadrillage caractéristique.

1.1.3. Micas

Ils sont représentés par de la muscovite en lamelles déchiquetées incolore tassées les unes contre les autres. Elle est accompagnée par de la biotite de couleur brun jaunâtre et à la chlorite en agrégats lamellaires de couleur vert olive. La séricite en agrégats microécailleux incolores s'observe également parmi ces minéraux.

1.1.4. Minéraux accessoires (Tourmaline, Zircon et Grenats)

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

1.1.5. Oxydes de fer (Hématite)

Les oxydes de fer (hématite) présents en très faible teneur dans l'échantillon se présentent :

- Soit sous forme de grains isolés sans formes cristallines, de couleur marron brunâtre à opaque noirâtre et de taille atteignant 0,1 mm.
- Soit sous forme de fines disséminations punctiformes noirâtres distribuées à l'intérieur du grain de quartz souvent dans les parties périphériques parfois collés à la surface du grain (sur les bords).
- Soit sous forme de fine pellicule jaunâtre (hydroxydes de fer) à jaune ocre étalée sur toute la surface du grain de quartz ou concentrée dans les cassures ou creux.

1.2. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZH-2

L'échantillon ponctuel étudié par nos soins correspondant à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 1,25 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le tamis de 0,063 mm = 0,13 %, le module de finesse = 2,10, le poids spécifique = 2,709 g/cm^3, le coefficient d'écoulement = 25 secondes et l'équivalent de sable = 94.

Macroscopiquement l'échantillon apparaît dans des tons dégradés avec une couleur jaune beige parsemée de tâches marron brunâtre, brun jaunâtre à blanchâtres. Il s'agit d'un sable hétérogène ocre et essentiellement quartzeux composé dans sa majorité de quartz. Examiné à la loupe ordinaire et au microscope polarisant l'échantillon a révélé la présence d'une composition minéralogique à prédominance de quartz auxquels s'ajoutent des feldspaths ≈ 4 % (plagioclases, microcline), des micas ≈ 5 % (biotite, muscovite, chlorite), des particules d'oxydes de fer ≈ 3 % (hématite) qui apparaissent sous forme de tâches noirâtres, de carbonates ≈ 9 %, (calcite, dolomite) et comme minéraux accessoires < 1 % de la tourmaline, du zircon et de rares grains de grenats de couleur rosâtre.

Leur observation nous a permis aussi de déterminer la morphologie des différents grains de quartz composant le sable.

1.2.1. Quartz

Le quartz est distribué dans trois fractions en quantités inégales (fine, moyenne et grosse).

1.2.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,1 mm et 0,3 mm)

Plus abondante, la fraction fine compose ≈ 39 % de l'échantillon. Elle est composée de grains de quartz de grosseur variant entre 0,1 mm et 0,3 mm. Observés sous la loupe binoculaire les grains de quartz sont souvent incolores, transparents et avec un aspect vitreux, rarement jaunâtres. La plupart des grains de quartz se présentent avec des arêtes arrondies. Certains apparaissent par contre avec des formes sub-arrondies et voilés d'une fine pellicule d'oxydes de fer qui les colorent en jaune pâle.

1.2.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,4 mm et 0,8 mm)

Moins abondante, cette fraction compose ≈ 28 % de l'échantillon. Elle est représentée par des grains de quartz de diamètre variant entre 0,4 mm et 0,8 mm. La plupart sont incolores parfois colorés en Jaune pâle à rosâtre. De rares grains de quartz de couleur grisâtre à rouge brique s'observent également dans cette fraction. Leur couleur est due à des inclusions ferrugineuses.

- Ils sont soit piquetés de tâches rougeâtres à noirâtres (opaques) d'oxydes de fer (hématite). Ces oxydes de fer se présentant également sous forme de grosses particules informes isolées.

  Ils sont disposés soit en inclusions à l'intérieur des grains de quartz ou collés sur la surface des grains, soit sous forme de fines disséminations distribuées uniformément à l'intérieur des grains, le quartz dans ce cas apparaît avec une couleur rougeâtre à brun jaune orangé.
- Ils sont soit voilés d'une fine pellicule d'oxydes de fer de couleur jaunâtre. Certains montrent par contre des cassures irrégulières parfois des creux colmatés par les oxydes de fer.

1.2.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 1,0 mm et 1,2 mm)

Peu abondante la fraction grosse compose ≈ 12 % de l'échantillon. Elle est composée de grains de quartz de grosseur variant entre 1,0 mm et 1,2 mm. Observés sous la loupe binoculaire les grains de quartz sont souvent incolores à transparents parfois jaunâtres, jaune orangée à rougeâtre.

Leurs contours sont souvent irréguliers marqués par des terminaisons anguleuses parfois triangulaires. Dans cette fraction on observe aussi quelques grains avec des formes allongées, parfois aux arêtes légèrement émoussées. Ils sont soit piquetés de tâches rougeâtres à opaques d'hématite.

L'hématite se présentent sous forme de grosses particules disposées soit à l'intérieur des grains de quartz ou collés sur la surface. Certains grains sont recouverts d'une fine pellicule d'oxydes de fer qui leur donnent une couleur jaunâtre à rosâtre ou parcourus par des cassures colmatées d'oxydes de fer. Dans cette fraction on note la présence de rares débris de microquartzites.

1.2.2. Feldspaths (Plagioclases et Microcline)

1.2.2.1. Plagioclases

Ils s'observent en cristaux subautomorphes à section allongée montrant une allure prismatique et de taille n'excédant pas 0,1 mm, Ils sont colorés en jaune orangé par une fine pigmentation ferrugineuse.

1.2.2.2. Microcline

Elle se présente en cristaux à bords déchiquetés et montrant un quadrillage flou.

1.2.3. Micas

Ils sont représentés par un empilement de lamelles de muscovite incolore et de biotite de couleur brun jaunâtre en lamelles déchiquetées tassées les unes contre les autres. Elle est accompagnée par du chlorite en agrégats lamellaires de couleur vert olive en association avec la séricite en agrégats microlamellaires incolores.

1.2.4. Minéraux accessoires (Tourmaline, Zircon et Grenats)

Parmi ces minéraux on note l'abondance de la tourmaline qui se présente soit en petits grains semi-arrondis de couleur verdâtre à jaune verdâtre (type Dravite) soit sous forme d'éclats au quelle s'associe le zircon en petits prisme incolore et les grenats de couleur rosâtre.

1.3. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZH-3

L'échantillon ponctuel étudié par nos soins correspondant à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 0,63 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le tamis de 0,063 mm = 0,34 %, le poids spécifique = 2,696 g/cm^3, le coefficient d'écoulement = 25 secondes et l'équivalent de sable = 93.

Le quartz constitue la phase minérale la plus importante de l'échantillon ou il compose 78 % de sa masse totale. Il est accompagné par les feldspaths ≈ 4 % (plagioclases, microcline), micas ≈ 6 % (biotite, muscovite, chlorite), les oxydes de fer (hématite) ≈ 3 %, particules de carbonates ≈ 9 % (calcite, dolomite, fossiles), avec comme minéraux accessoires < 1 % (tourmaline, zircon).

1.3.1. Quartz

Le quartz est distribué dans trois fractions en quantités inégales (fine, moyenne et grosse).

1.3.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,15 mm et 0,3 mm)

Relativement abondante la fraction fine compose ≈ 40 % de l'échantillon. Elle est composée de grains de quartz fins de grosseur variant entre 0,15 mm et 0,3 mm. Observés sous la loupe binoculaire les grains de quartz sont souvent incolores, transparents, avec un aspect vitreux. Certains par contre sont voilés d'une fine pellicule d'oxydes de fer qui les colorent en jaune pâle.

1.3.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,4 mm et 0,8 mm)

Moins abondante, cette fraction compose ≈ 30 % de l'échantillon. Elle est représentée par des grains de quartz aux formes rarement allongées marquées par des arêtes sub-anguleuses souvent arrondies à sub-arrondies et de diamètre variant entre 0,4 mm et 0,8 mm. La plupart sont incolores parfois ≈ 3 %, colorés en jaune pâle à jaune orangée. De rares grains de quartz de couleur rouge brique s'observent également dans cette fraction. Leur couleur est due à des inclusions ferrugineuses.

- Ils sont soit piquetés de tâches rougeâtres à noirâtres (opaques) d'oxydes de fer (hématite) sous forme de grosses particules informes disposées en inclusions à l'intérieur des grains de quartz ou sous forme de fines disséminations distribuées uniformément à l'intérieur des grains qui prend une couleur rougeâtre à jaune orangé.
- Ils sont soit voilés d'une fine pellicule de couleur jaunâtre. Certains montrent par contre des cassures irrégulières parfois des creux colmatés par une patine argileuse colorée en jaune par les oxydes de fer.

1.3.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 1,0 mm et 1,2 mm)

Peu abondante la fraction fine compose ≈ 08 % de l'échantillon. Elle est composée de grains de quartz de grosseur variant entre 1,0 mm et 1,2 mm. Observés sous la loupe binoculaire les grains de quartz sont souvent incolores à transparents parfois jaunâtres, brun jaune orangé.

La majorité des grains de quartz se présentent avec des contours déchiquetés soulignés par des creux, rarement avec des formes arrondies à sub-arrondies et un aspect rongé sur les bords. Ils sont également fracturés avec les cassures colmatées d'hydroxydes de fer de couleur jaune orangée. Ils apparaissent parfois avec des formes allongées soulignées par des terminaisons anguleuses et avec des surfaces bosselées.

Certains par contre sont plus ou moins roulés, émoussés avec une forme globuleuse d'autres sont chargés de grosses inclusions d'oxydes de fer collées à la surface ou distribuées irrégulièrement dans tout le cristal de quartz se concentrant préférentiellement sur les parties centrales.

1.4. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OEK-4

L'échantillon ponctuel étudié par nos soins correspondant à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 3,15 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le

tamis de 0,063 mm = 0,90 %, le module de finesse = 2,80, le poids spécifique = 2,723 g/cm^3, le coefficient d'écoulement = 28 secondes et l'équivalent de sable = 91.

C'est un sable à grains hétérométriques fins à grossiers et de couleur dégradée dans les tons jaune-beige foncé à marron brunâtre. L'élément constitutif essentiel de cet échantillon est représenté par le quartz dont le pourcentage atteint 67 %.

Les autres minéraux sont représentés par les feldspaths ≈ 5 % (plagioclases, feldspaths potassiques), de micas ≈ 10 % (biotite, muscovite et chlorite), des particules d'oxydes de fer ≈ 3 % (hématite) qui apparaissent sous forme de tâches noirâtres, carbonates ≈ 15 % (particules de roches carbonatées + calcite, dolomite) avec comme minéraux accessoires < 1 % de la tourmaline, du zircon et de rares grains de grenats de couleur rosâtre.

1.4.1. Quartz

Le quartz se présente en grains de forme et grosseur variée répartis sur 03 fractions (fine, moyenne et grosse).

1.4.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,2 mm et 0,35 mm)

En quantité plus réduite ≈ 17 %, cette fraction est représentée par des grains de quartz la plupart transparents, incolores souvent avec un éclat vitreux. Observés sous la loupe les grains de quartz se présentent la plupart avec une forme arrondie parfois avec des arêtes sub-anguleuses à sub-arrondies. Certains sont recouverts par contre d'un voile d'hydroxydes de fer qui leur donnent une couleur jaunâtre. Leurs dimensions moyennes varient entre 0,2 mm et 0,35 mm. Dans cette fraction nous rencontrons également de rares grains de couleur rougeâtre jaune orangée et gris clair.

1.4.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,4 mm et 1,2 mm)

Plus abondante cette fraction compose ≈ 38 % de la masse totale de l'échantillon. Leurs dimensions varient entre 0,4 mm et 1,2 mm. La plupart des grains de quartz sont avec des arêtes sub-arrondies à sub-anguleuses rarement arrondies. Ils s'observent en grains souvent incolores rarement de couleur jaunâtre, rosâtre, et parfois jaune orangée riches en inclusions ferrugineuses (oxydes de fer hématite). Ces inclusions sont disposées soit uniformément à l'intérieur des grains, dans ce cas le quartz apparaît avec une couleur rougeâtre (voir lame mince de l'échantillon n°OEK-04) soit en mouchetures sur la surface des grains. Certains grains sont voilés d'une fine pellicule d'oxydes de fer qui leur donnent une couleur jaunâtre à rosâtre.

Dans cette fraction on remarque que certains grains sont fragmentés et craquelés avec les cassures souvent vides parfois colmatées d'hydroxydes de fer qui leur donnent une coloration jaunâtre.

1.4.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 1,6 mm et 5,0 mm)

Moins abondante, cette fraction compose ≈ 12 % de l'échantillon. Dans cette fraction certains grains de quartz sont sans forme cristalline. Ils sont soulignés par des terminaisons anguleuses et avec des surfaces bosselées. Dans cette fraction on remarque également que certains grains sont fragmentés et craquelés avec les cassures souvent vides parfois colmatées d'hydroxydes de fer qui leur donnent une coloration jaunâtre. Certains sont par contre plus ou moins roulés de forme globuleuse et aux angles émoussés, d'autres sont avec des angles triangulaires due aux cassures. Dans cette fraction on note la présence de

quelques particules de microquartzites de couleur blanc grisâtre et de débris de grés aleurolitiques.

1.4.2. Oxydes de fer (Hématite)

Les oxydes de fer (hématite) présents en très faible teneur apparaissent dans l'échantillon :

- Soit sous forme de grains isolés sans formes cristallines, de couleur marron brunâtre à opaque noirâtre et de taille atteignant 0,2 mm ou en grains collés sur les bords.
- Soit sous forme de fine pellicule enveloppant les grains de quartz ou colmatant les cassures.
- Soit sous forme de fines disséminations punctiformes noirâtres distribuées à l'intérieur du grain de quartz.

1.5. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OEK-5

1.5.1. Quartz

L'échantillon ponctuel étudié par nos soins correspondant à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 3,15 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le tamis de 0,063 mm = 0,21 %, le module de finesse = 3,40, le poids spécifique = 2,683 g/cm^3, le coefficient d'écoulement = 31 secondes et l'équivalent de sable = 96.

Le quartz représente la phase minérale la plus importante de cet échantillon dont le pourcentage atteint 68 %. Il se présente en grains hétérométriques irrégulièrement colorés dans les tons brun-jaunâtre, à marron mêlés de grains opaques. L'examen à la loupe ordinaire et au microscope polarisant de l'échantillon nous a permis de déterminer la nature minéralogique, les caractères morphoscopiques des grains de quartz et de voir son comportement par rapport aux oxydes de fer.

Il se présente en grains de forme et grosseur variée répartis sur 03 fractions (fine, moyenne et grosse).

1.5.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,15 mm et 0,65 mm)

Occupant ≈ 10 % de la masse totale de l'échantillon, cette fraction est représentée par des grains de quartz la plupart transparents, incolores rarement avec un éclat vitreux. Observés sous la loupe les grains de quartz se présentent parfois sans formes cristallines (sous forme d'éclats) avec des bords déchiquetés la plupart avec des arêtes arrondies rarement sub-arrondies. Leurs dimensions moyennes varient entre 0,15 mm et 0,65 mm.

1.5.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,82 mm et 2,8 mm)

Composant ≈ 30 % de la masse totale de l'échantillon, cette fraction est constituée de grains de quartz de grosseur homogène variant entre 0,82 mm et 2,8 mm. Ces grains apparaissent sous la loupe binoculaire avec des arêtes sub-arrondies à sub-anguleuses parfois arrondies, incolores rarement de couleur jaunâtre, parfois jaune orangé ou rouge brique due aux inclusions ferrugineuses (oxydes de fer hématite). Ces inclusions sont disposées soit uniformément à l'intérieur des grains, soit en mouchetures sur la surface des grains préférentiellement sur les bords (voir lame mince de l'échantillon n°OEK-05). Certains grains sont par contre voilés d'une fine pellicule d'oxydes de fer qui leur donnent une couleur jaunâtre. Dans cette fraction on remarque que certains grains sont craquelés avec les

cassures souvent colmatées d'hydroxydes de fer, d'autres sont chagrinés, aux bords d'aspect rongé entamés de cassures conchoïdales et de creux.

1.5.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 3,0 mm et 5,0 mm)

Cette fraction compose ≈ 28 % de l'échantillon. Dans cette dernière les grains de quartz apparaissent transparents et avec des formes allongées soulignées par des terminaisons anguleuses. Certains sont par contre plus ou moins roulés de forme sub-arrondie rarement arrondie et avec des surfaces bosselées. Leurs dimensions moyennes sont comprises entre 3,0 mm et 5,0 mm. Ils sont parfois piquetés de tâches noirâtres d'oxydes de fer distribuées essentiellement dans les parties périphériques soit régulièrement dans tout le cristal de quartz. Dans ce cas le quartz prend une couleur jaune orangé.

Outre le quartz nous notons la présence d'une fraction minérale faite de particules d'oxydes de fer métalliques ≈ 4 %, feldspaths ≈ 5 % (plagioclases, microcline quadrillée) accompagnés par des micas ≈ 05 % (muscovite, biotite, chlorite) avec comme accessoires de la tourmaline de couleur jaune verdâtre.

Les fragments de roches sont représentés en grande partie par des débris de calcaire micritique fossilifère ≈ 14 %, de débris de dolomie, de grés, quartzite ≈ 4 %, de schiste quartzo-micacé et de roches argileuses.

1.6. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OEK-6

L'échantillon ponctuel étudié par nos soins correspondant à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 1,25 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le tamis de 0,063 mm = 1,04 %, le module de finesse = 2,20, le poids spécifique = 2,696 g/cm^3, le coefficient d'écoulement = 25 secondes et l'équivalent de sable = 93.

L'échantillon ponctuel étudié par nos soins correspondant à un sable naturel non réactif, ne contient pas d'agent agressifs ni matière organique ni argileuses, présente une granulométrie variant entre 0,063 mm et 1,25 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le tamis de 0,063 mm = 0,13 %, le module de finesse = 2,10, le poids spécifique = 2,709 g/cm^3 et un coefficient d'écoulement = 25 secondes.

Du point de vue granulométrie c'est un sable hétérogène, de couleur jaune beige clair parsemé de tâches marron brunâtre à blanchâtres.

1.6.1. Quartz

Le quartz se présente en grains de forme et grosseur variée répartis dans 03 fractions (fine, moyenne et grosse).

1.6.1.1. Fraction fine (diamètre des grains varie entre 0,1 mm et 0,3 mm)

Occupant ≈ 20 % de la masse totale de l'échantillon, cette fraction est représentée par des grains de quartz la plupart transparents, incolores et souvent avec un éclat vitreux. Observés sous la loupe le quartz se présente en grains plus ou moins roulés la plupart avec des formes arrondies à sub-arrondies et un aspect vitreux.

1.6.1.2. Fraction moyenne (diamètre des grains varie entre 0,45 mm et 0,7 mm)

Composant ≈ 38 % de la masse totale de l'échantillon, cette fraction est constituée de grains de quartz qui apparaissent sous la loupe binoculaire avec des arêtes sub-arrondies à sub-anguleuses rarement arrondies.

Ils se présentent en grains souvent incolores rarement de couleur jaunâtre, parfois jaune orangé ou jaune ocre. Leur couleur est due aux inclusions ferrugineuses (oxydes de fer hématite) qui se présentent sous forme de fines particules. Ces inclusions sont disposées soit uniformément à l'intérieur des grains, soit collés sur la surface essentiellement sur les bords (voir lame mince de l'échantillon n°OEK-06).

Certains grains sont enrobés par contre d'une fine pellicule d'oxydes de fer qui leur donnent une couleur jaunâtre à rosâtre. Dans cette fraction on remarque que certains grains se présentent sous forme d'éclats sans forme cristalline, d'autres sont craquelés avec les cassures souvent vides parfois colmatées d'hydroxydes de fer, d'autres sont chagrinés, aux bords d'aspect rongé entamés de cassures (voir lame mince de l'échantillon n°OEK-06).

1.6.1.3. Fraction grosse (diamètre des grains varie entre 1,0 mm et 3,0 mm)

Moins abondante, cette fraction compose ≈ 10 % de l'échantillon. Dans cette fraction certains grains de quartz sont sans forme cristalline. Ils apparaissent parfois avec des formes allongées soulignées par des terminaisons anguleuses et avec des surfaces bosselées. Certains par contre sont plus ou moins roulés de forme globuleuse et aux angles légèrement émoussés, d'autres sont avec des angles triangulaires.

Ils sont parfois piquetés de tâches noirâtres d'oxydes de fer distribuées essentiellement dans les parties périphériques. Des grains incolores, rosâtres à jaunâtres parfois transparents s'observent également dans cette fraction. Dans cette fraction cristalline on remarque également que certains grains sont fragmentés et craquelés avec les cassures souvent vides parfois colmatées d'hydroxydes de fer.

Certains grains sont chargés de grosses inclusions d'oxydes de ter collées soit à la surface ou distribuées irrégulièrement dans tout le cristal de quartz se concentrant préférentiellement sur les parties périphériques ce qui leur donnent un aspect translucide.

La fraction minérale accompagnant le quartz est représentée par des feldspaths ≈ 01 % (plagioclases, feldspaths potassiques), de micas ≈ 02 % (biotite, muscovite, chlorite), des particules d'oxydes de fer ≈ 6 % (hématite) qui apparaissent sous forme de tâches noirâtres, carbonates ≈ 1 % (calcite, dolomite) avec comme minéraux accessoires de la tourmaline, du zircon et de rares grains de grenats de couleur rosâtre.

Outre ces minéraux on note la présence de quelques fragments de quartzites, grés aleurolitique ≈ 4 %, de roches carbonatées ≈ 16 % (calcaire micritique fossilifère, dolomite) et de Pélite argilo-gréseuses ≈ 02 %.

CHAPITRE 4 – GÉOLOGIE LOCALE DES SABLES CÔTIERS D'OUED ZIAMA MANSOURIA

Ce chapitre est consacré à la géologie locale, et retrace l'historique des travaux antérieurs, la stratigraphie, le magmatisme, la tectonique, l'hydrogéologie, l'historique de l'évolution géologique et les substances utiles du secteur d'Oued Ziama Mansouria.

1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le secteur de Ziama Mansouria est situé à mi-chemin entre la wilaya de Jijel (40 km) à l'Est et celle de Béjaïa (50 km) à l'Ouest, il est lié, administrativement à la commune de Ziama Mansouria (Wilaya de Jijel). L'accès au secteur se fait par une piste très raide d'environ 50 m vers le Nord de la route RN n°43 qui relie Jijel à Béjaia. La plage d'Oued Ziama est limitée au Nord par la mer méditerrané au Sud par le douar de Tizeguetam, à l'Est par le village de Ziama Mansouria et à l'Ouest par la presqu'île de Boublaten. La plage d'Oued Ziama présente une longueur d'environ 1,5 Km et une largeur qui varie entre 10 et 50 m (Voir figure n°30).

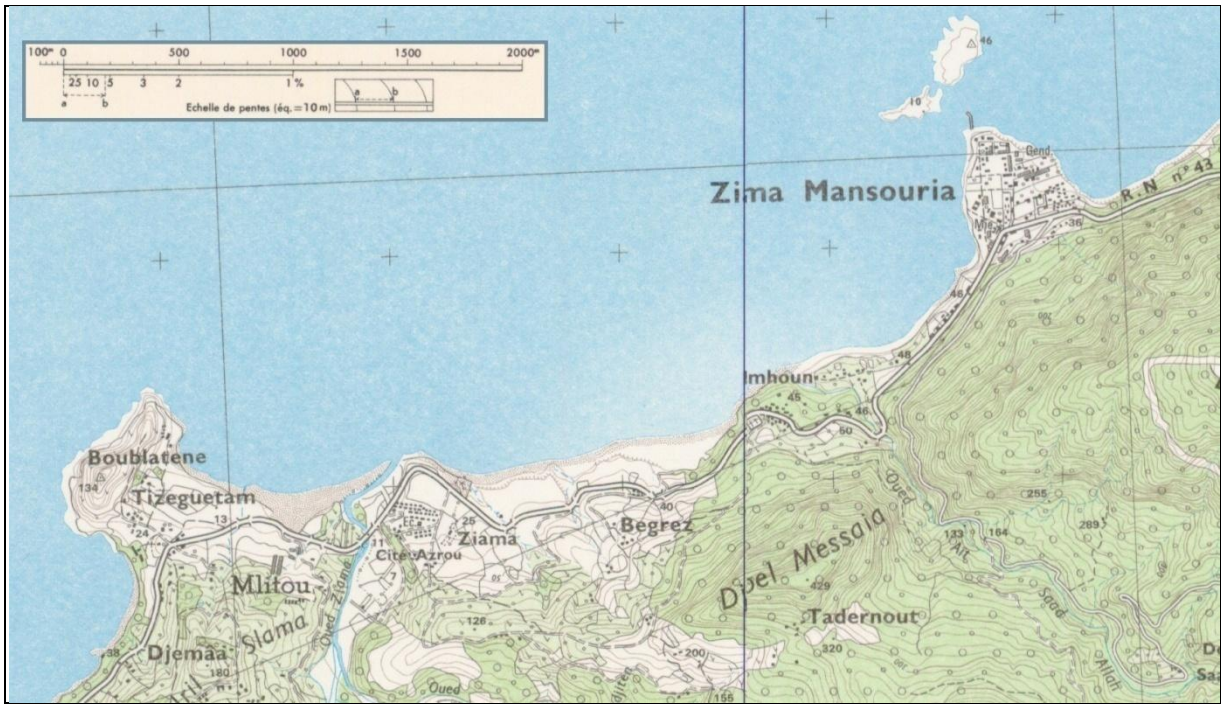


Figure n°30 : Carte de situation géographique des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria (Extrait de la carte topographique d'Oued Ziama Mansouria n°3-4 au 1/25 000)

2. HISTORIQUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

Comme dans la plupart des autres régions d'Algérie, depuis de longues dates, sont exploités des gîtes minéraux. Le territoire de la région de Jijel n'a pas été sans attirer l'attention des géologues, notamment, depuis la conquête coloniale (1830).

Dans cette région, affluaient des géologues et prospecteurs, souvent en uniformes d'officiers. Par exemple, la description générale de la chaîne Numidique a été faite par le Capitaine Puillon (1838-1840). - La première carte géologique du Tell Algérien a été dressée au 1/200 000 par M. Renou en 1843-1848, auquel on doit la délimitation du massif cristallin de la Petite-Kabylie.

Les minéralisations de la région sont décrites par l'Ingénieur des mines M. Fournel (1849). M. Coquand (1852-1854) procéda à la description des formations géologiques de la province de Constantine, qui englobait le territoire actuel des wilayas de Béjaïa et Jijel. La cartographie géologique de vastes territoires débute en Algérie en 1860. La carte établie par Hardoin au 1/250 000 en 1868 couvre une grande partie de la Petite-Kabylie. Elle montre l'importance des terrains Liasiques dans la constitution de la chaîne des Babors. La carte de M. Tissot (1881) au 1/800 000 couvre la totalité de la province constantinoise. En 1889, MM. Pomel et Pouyanne publient la carte d'Algérie au 1/800 000. Elle fut révisée par A. Fischer en 1893-1900 qui publia ses remarques relatives à cette carte.

Ainsi, à partir de 1911, F. Ehrman entreprend des travaux couvrant pratiquement l'ensemble du territoire de la feuille actuelle de Béjaïa. Il cartographie au 1/50 000 les feuilles : n°26, 29, 47, 48, 49 et le Sud de la feuille n°28, mais ne publie que les cartes géologiques n°48 (Ziama) en 1925, 29 (El-Milia) en 1928 et 49 (Tamesguida) en 1946.

L. Joleaud (1912) explora les régions jouxtant la partie orientale du territoire d'étude.

M. Dalloni (1920), M. Durand Delga et J. F. Raoult ont contribué par leur théorie de charriages. La Kabylie de Collo, y compris la partie Nord-Est du territoire de notre étude a été explorée par M. Roubault (1934).

M. Durand Delga procéda à un levé de détail dans la partie Nord-Est de la feuille de Tamesguida au 1/50 000 et dans le massif de Moul Ed Demaméne au 1/20 000.

L. Thiebault (1949) procéda à la prospection de l'étain à l'aval d'Oued El Kébir. En 1969-1970, V. G. Sevastianov a établi un levé géologique au 1/50 000, couvrant le territoire des feuilles n°47 et 48 (Oued Amizour et Ziama).

En 1972, V. Vydrine a fait un travail de synthèse portant sur la géologie et les lois de distribution des gîtes de métaux non-ferreux de l'Algérie du Nord, englobant le territoire de la feuille de Ziama.

Des travaux de synthèses similaires ont été réalisés par R. Ch. Azizbékov (1971) pour les métaux ferreux, D. V. Abouev (1972) pour les métaux rares et métaux précieux, G. A. Matchabeli (1971) pour les substances utiles non-métalliques.

V. Grigoriev (1973) a étudié les gisements d'Azouar et de Béni-Seghoual.

Des études géophysiques ont été réalisées sur le territoire, dont les travaux se résument en :

- Analyse et interprétation des cartes géophysiques à petite échelle : Carte gravimétrique schématique de l'Algérie du Nord au 1/1 000 000 pour une densité moyenne de 2,67 g/cm^2 (Aliev M. M. et al.) en réduction de Bouguer (1970), avec une compensation isostatique de 60 km de profondeur (analogue à celle établie par J. Lagrula).
- Carte en isodynamies T au 1/200 000.
- Carte d'interprétation des champs géophysiques de l'Algérie du Nord au 1/100 000 établie à l'issue des travaux aéro-géophysiques (Aéroservice Corporation, 1974).
- Des sondages électriques ont été effectués afin de définir l'épaisseur des terrains sédimentaires pour les besoins hydrogéologiques.

3. STRATIGRAPHIE

Les ensembles stratigraphiques constituant le territoire de la feuille de Ziama Mansouria et sa région se distinguent par la diversité de leur chronologie (qui s'étend du Trias au Quaternaire), de leur composition et de leur genèse (sédimentaire et volcanique) ainsi que de l'affinité de leur faciès (faciès marin, lagunaire et continentaux).

Les terrains les plus répandus sont d'âge Mésozoïque (Trias, Jurassique et Crétacé) et Cénozoïque (Paléogène, Néogène et Quaternaire).

3.1. Quaternaire

Les terrains quaternaires ont une extension assez réduite sur le territoire de la feuille de Ziama Mansouria. Ils comprennent des formations alluviales, terrasses (marines, fluviatiles), terrains de pentes (diluviums, colluvions, éboulis), dépôts torrentiels et dépôts de sources hydrothermales (tufs, calcaires et travertins). Les tufs calcaires sont signalés dans les zones des accidents majeurs, autour des sources, sous forme de croûtes, couvrant de vastes étendues. Ce sont des roches poreuses et caverneuses, à texture concrétionnée et de teinte claire à rosâtre.

3.1.1. Rharbien

Les dépôts du Rharbien comprennent des éboulis de pente, des travertins, des alluvions et dépôts de terrains inondables (des sables hétérogènes, des limons, des gravillons, cailloutis, blocs exotiques de la plaine d'inondation, et accumulations de gros galets, formant les lits majeurs de la plupart des cours d'eau) des cônes de déjection et des sables de plage.

3.1.2. Soltanien, Ouljien

Formant le lit majeur et les basses terrasses (1,5 – 4 m) dans les vallées des Oueds : Soummam, Djemaa, Agrioun...) ainsi que la basse terrasse marine (3 – 4 m) de la feuille de Ziama Mansouria, ils sont constitués de graviers, limons sableux, limons de basses terrasses alluvionnaires et sables de basses terrasses marines.

Au Quaternaire moyen, sont attribués les dépôts torrentiels à matériel détritique (vallées, talwegs). Les cônes de déjection les plus remarquables sont constatés entre les Oueds Mersa, Agrioun, Zazen, Djemaa et Oued Ziama sous forme de pointements.

3.1.3. Tensiftien, Anfatien

Les formations du Tensiftien sont représentées dans l'Oued Agrioun. Elles sont sous forme de petits lambeaux, sur la rive gauche de l'Oued. Au dessus du fil d'eau on observe des cailloutis de fragments de roches du Jurassique et du Crétacé. La puissance de la terrasse est de 20 à 50 m.

L'Anfatien se présente sous forme de terrasses littorales développées au voisinage du Cap Aokas. La base est représentée par des roches du Jurassique et du Crétacé, plus haut reposent les argiles grises et gris brunâtre ainsi que les limons à bancs de cailloutis. La hauteur de la terrasse est de 25 à 30 m.

3.2. Cénozoïque

3.2.1. Helvétien

Les formations de l'Helvétien sont représentées par des marnes rougeâtres, plus souvent grises, jaunâtres ou roses à interlits de grès calcareux, et à lits fins et rares de conglomérats.

Les formations helvétiennes s'enfoncent dans les terrains du Burdigalien-Helvétien. Les niveaux supérieurs sont recoupés par des zones taillées.

La puissance des formations est au moins de 200 m au Col de K'frida et au moins de 250 m à Lalla Kouba.

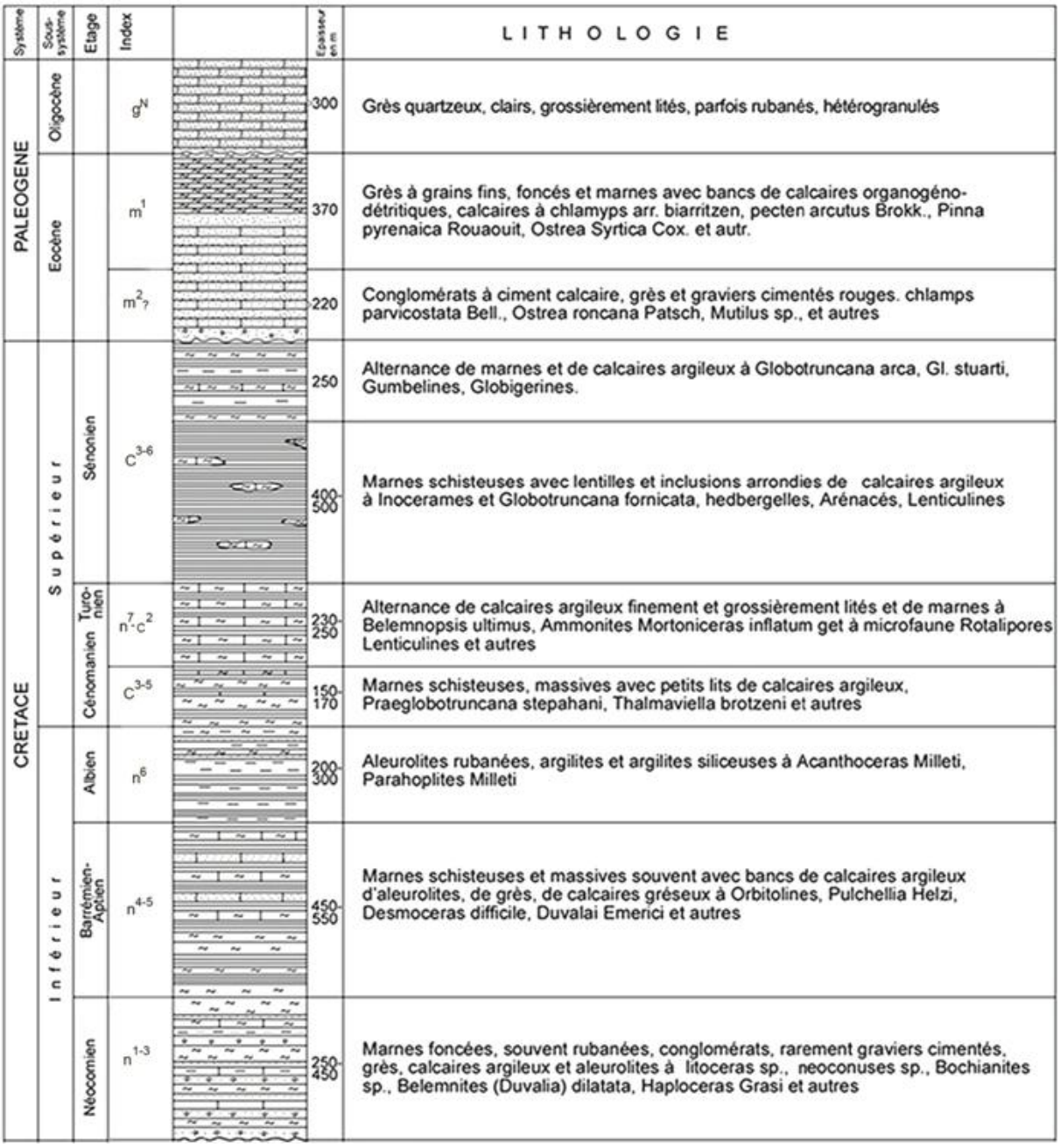


Figure n°31 : Colonne Lithostratigraphique de la région de Ziama Mansouria – 1ière Partie (Stephanov E. 1970)

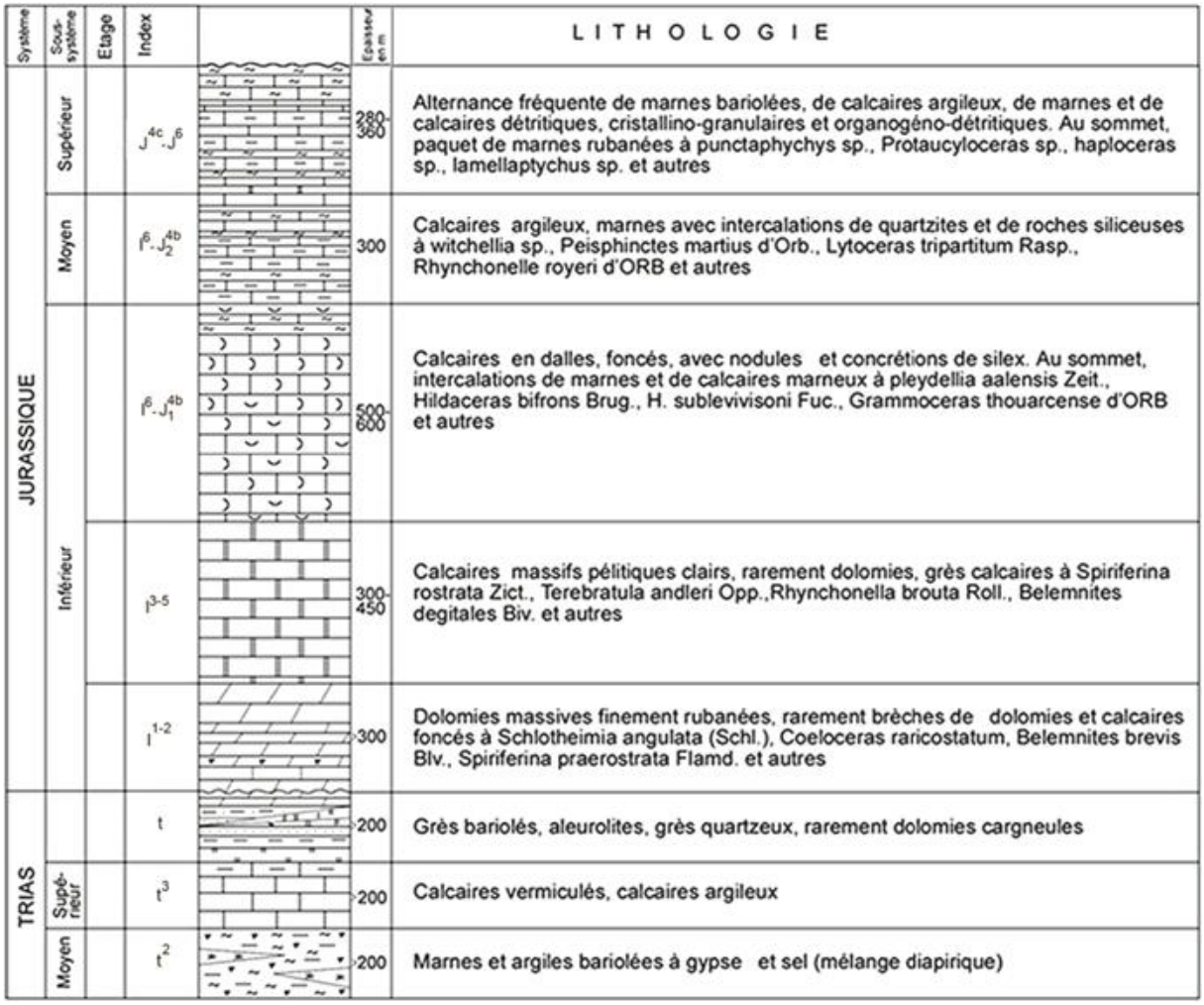


Figure n°31 : Colonne Lithostratigraphique de la région de Ziama Mansouria – 2ième Partie (Stephanov E. 1970)

3.2.2. Burdigalien-Helvétien

Dans la partie occidentale de là région d'étude, il affleure localement sous forme de petites aires, localisées dans les zones d'accidents majeurs (Adrar Icherban, Djebel K'frida et Lalla Kouba). Il est constitué de grès, calcaires, marnes et conglomérats de base. M. Leikine, (1971) a récolté des *Ammonites* et des *Gastéropodes* du Burdigalien–Helvétien.

3.2.3. Série Numidienne

La série numidienne représente une série où alternent des couches de grès quartzeux et d'argiles. Elle est allochtone sur des formations d'âge et de composition variées en particulier sur l'Oglio-miocène Kabyle, s'étalant de l'Oligocène supérieur (Chattien) à l'Aquitanien, (J. P. Bouillin, 1977).

Des petits fragments de grès numidiens, accompagnant la plupart des lambeaux miocènes sont localisés dans les zones d'accidents majeurs qui affectent les Babors.

Contrairement à la plupart des complexes stratigraphiques, le flysch numidien est facilement identifiable (photos aériennes). La coupe du flysch peut-être subdivisée en deux parties : inférieure et supérieure :

- La première est représentée par des argilites rouges, vertes et grises à rares intercalations de calcaires.
- La deuxième est constituée de grès quartziques, intercalés d'argilites grises micacées.

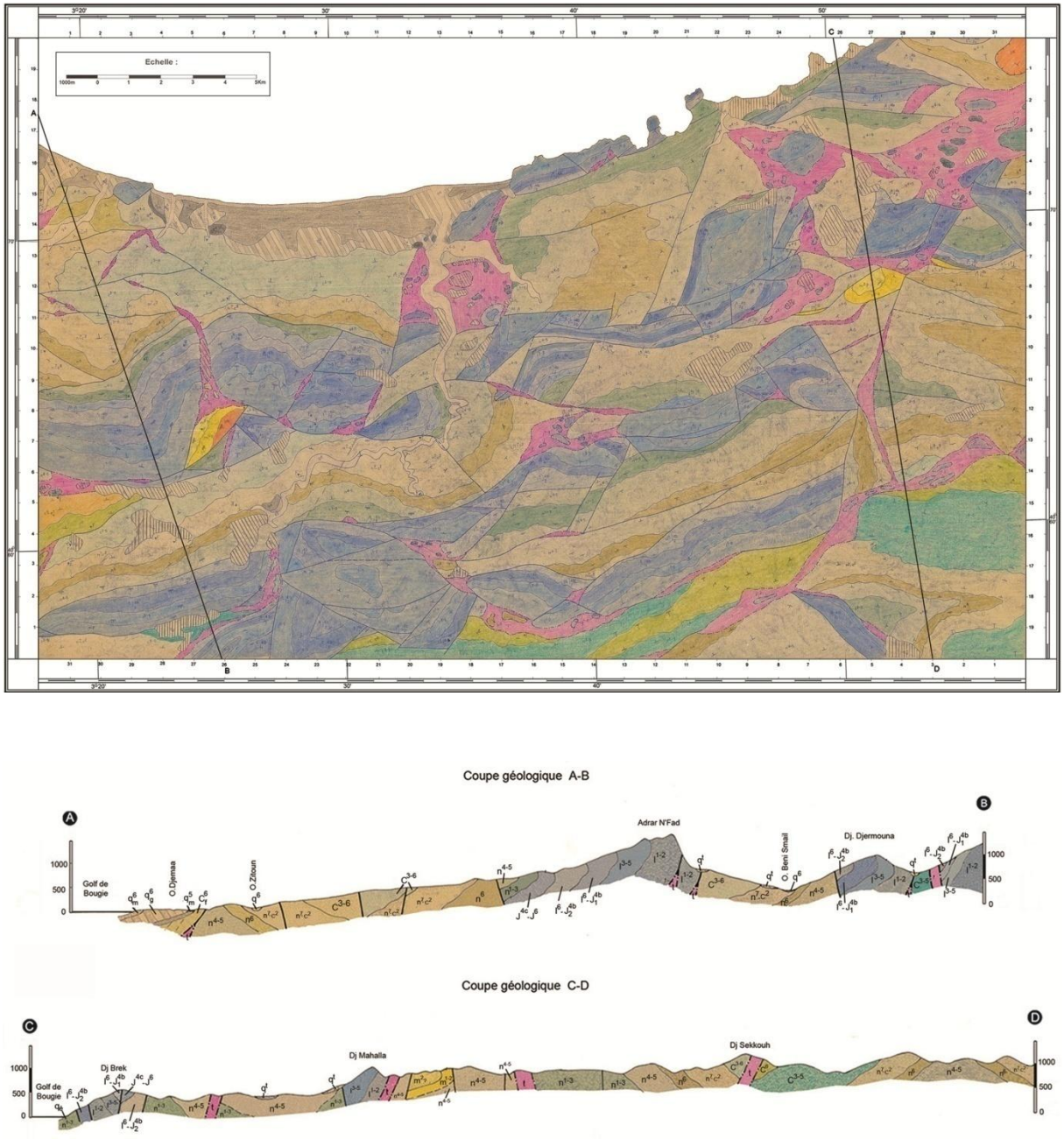


Figure n°32 : Carte et coupes géologique de la région de Ziama Mansouria (Stephanov E. 1970)

3.2.4. Maestrichtien-Paléocène

Les formations du Maestrichtien-Paléocène affleurent sous forme d'une assise monotone de marnes schisteuses gris foncé à intercalations d'argilites schisteuses noires qui sont concordantes sur les formations du Maestrichtien. Cette assise représente la partie inférieure du Maestrichtien-Paléocène. Ce dernier est composé de deux assises supérieure et inférieure sur la feuille n°47.

La puissance totale de l'assise sur la feuille n°48 est de 80 à 100 m.

3.3. Mésozoïque

3.3.1. Maestrichtien

En tant qu'unité indépendante, les terrains reposent en concordance sur les marnes du Campanien. Ils se distinguent du Campanien parce qu'il est plus argileux. Il est constitué de marnes, argilites, rarement à boulets jaunâtres. Dans le synclinal de Sidi-Slimane, la partie inférieure du Maestrichtien est représentée par des calcaires noirs, altérés. Les roches sont riches en microfossiles maestrichtiens.

3.3.2. Sénonien

Le cycle mésozoïque de la sédimentation de la zone des Babors se termine par des formations cénomaniennes. Elles sont constantes dans les édifices structuraux d'Oued Marsa, Béni Smail, Aguemoune et Matemaoun.

C'est une assise monotone de marnes schisteuses gris foncé et gris cendre. Dans les marnes, des inclusions lenticulaires et des boules jaunes de calcaires argileux. En surface, elles sont limonitisées, caractéristiques du Sénonien.

Les formations sénoniennes reposent en discordance apparente sur l'Albien supérieur-Turonien.

L'épaisseur incomplète du Sénonien dans le synclinal d'Oued Marsa atteint 600 m.

3.3.3. Coniacien-Campanien

Nous avons constaté des formations coniaciennes dans une zone Nord-sétifiènne dans les structures Tizi Riene, Iril Bahri et plus au Nord de Djebel Takoucht. Elles sont représentées par une assise monotone de marnes schisteuses gris cendre et gris foncé à rares intercalations lenticulaires de calcaires argileux.

L'épaisseur de cette assise atteint 550 m.

3.3.4. Albien supérieur-Turonien

II est concordant sur l'Albien inférieur et ses coupes complètes sont observées dans les synclinaux de Oued Marsa, Béni Smail et les anticlinaux : Tizi Riene et Matemaoun. Les terrains de l'Albien supérieur-Turonien se subdivisent en trois assises.

- **Assise inferieure :** Elle est constituée de marnes monotones, finement schisteuses. La puissance est de 50 à 150 m.
- **Assise médiane :** Elle présente une alternance rythmique de calcaires marneux et de marnes grossièrement litées. La puissance de cette assise est de 80 à 100 m.
- **Assise supérieure :** Elle présente une alternance rythmique de lit de marnes et de calcaires marneux. Les marnes sont souvent schisteuses et forment des bancs d'épaisseur de 0,5 à 1,2 m. La puissance totale de l'assise est de 210 à 250 m.

3.3.5. Albien inferieur

La lithologie et la coupe de l'Albien inférieur différent complètement de celles des autres assises du Crétacé. Il est composé d'aleurolites noires, d'argiles silicifiées et des roches marno-argileuses avec intercalations de lentilles et d'enclaves de silex. Dans les structures de l'Oued Marsa, Béni Smail, Tizi Riene et Matemaoun, l'Albien inférieur est nettement concordant sur les marnes du Barremien-aptien. Sur le flanc Sud du synclinal de l'Oued Marsa, la coupe de l'Oued Acif Ikrouane débute par une série d'aleurolites schisteuses, de schistes argileux noirs et concrétions de silex. L'épaisseur de la coupe est de 60 m.

L'épaisseur totale de l'Albien inférieur varie de 150 m (anticlinal de Tizi Riene) à 500 m (anticlinal de Matemaoun).

3.3.6. Barrémien Aptien

Dans la partie Nord-Est du territoire d'étude, à Béni-Seghoual plus précisément, la série (600 à 700 m), surmontant un niveau de conglomérats de base (5 m), est constituée d'argilites, calcaires et de marnes à débit concrétionné esquilleux caractéristique. Des lentilles de conglomérats et de calcaires sont observées au sommet de la coupe.

3.3.7. Néocomien

II est représenté parfois par une série marneuse, des termes calcareux, argilites gréseuses et conglomérats d'épaisseurs variables.

3.3.8. Oxfordien supérieur-Portlandien

Ces dépôts constituent la partie supérieure de la coupe. Les roches prédominantes sont les calcaires mauves, verts, gris clairs, les marnes et les calcaires argileux. Les coupes les plus complètes de ces formations apparaissent à Djebel Imoulentaour, Ablat Amellal, Bou Kouna, Djebel Brek, Adel Melaz, Mahalla et Djebel Hadid. Elles reposent en concordance sur les dépôts du Domérien-Oxfordien moyen et sont surmontées par des formations fossilifères du Berriasien. On y distingue de bas en haut :

- Calcaires clairs lités à structure cristalline à grains de quartz arrondis avec lentilles de marnes carbonatées. L'épaisseur est de l'ordre de 40 m.
- Série marno-calcareuses bigarrée, stratifiée, représentée par une alternance de calcaires organogènes, et oolitho-élastiques, avec des calcaires argileux. La puissance totale de la série est de 180 à 200 m.
- Marnes gris foncé et gris verdâtre, calcaires argileux à intercalations de lentilles de calcaires, de brèches calcareuses, et de grès carbonates fossilifères. La puissance de l'assise est de 40 à 50 m.

3.3.9. Domérien-Oxfordien moyen

Les formations du Domérien-Oxfordien sont représentées par des calcaires et des marnes. Elles se subdivisent nettement en deux assises, inférieur composée de calcaires et de silex et supérieure composée de calcaires argileux et de marnes.

3.3.10. Sinémurien-Pliensbachien inférieur (Carixien)

Il est constitué généralement de calcaires compacts, intercalés de lits de marnes jaunâtres centimétriques.

3.3.11. Rhétien-Héttangien

La première assise est constituée de dolomies grises, à nuance brunâtre, compactes, finement cristalline (position stratigraphique occupée par les dolomies entre le Sinémurien et le Keuper).

3.3.12. Trias

Les dépôts triasiques ont une extension limitée sur le territoire de la feuille de Ziama Mansouria. Ils se trouvent généralement en gisement secondaire, due à des déplacements qui se sont produits durant les mouvements tectoniques des blocs géologiques (accidents majeurs). Ce qui explique l'alignement de la plupart de leurs affleurements. Les terrains triasiques se trouvent le plus souvent associés aux sédiments jurassiques ainsi que le long du mur des nappes tectoniques.

Le trias de la région peut-être subdivisé en termes chronologiques en Trias supérieur (Keuper) et Trias moyen (Muschelkalk).

3.3.12.1. Trias supérieur (Keuper)

D'extension limitée, on lui attribue les grés polygéniques lités, rougeâtres, jaunâtres, verdâtres, compactes alternant avec de minces intercalations d'argilites. L'épaisseur des grés ne dépasse pas 100 m.

3.3.12.2. Trias moyen (Muschelkalk)

Il est représenté par des roches typiquement sédimentaires (argilites, marnes, grés, dolomies, calcaires, calcaires dolomitiques, cargneules, gypse et sel gemme) et par des formations magmatiques (diabases).

Vu la complexité de leur mode de gisement, l'épaisseur des terrains triasiques est difficile à estimer. L'épaisseur apparente peut-être estimée à 250 m.

4. MAGMATISME

Dans la région d'étude, l'activité magmatique s'est manifestée assez largement, bien qu'elle soit exprimée de manière inégale et de façon différente en diverses périodes. Le magmatisme le plus diversifié et relativement, le plus intense semble avoir lieu au Protérozoïque supérieur. A échelle réduite, son activité a repris au Paléozoïque, au Mésozoïque et au Cénozoïque (Miocène inférieur).

Il convient de noter que certains explorateurs supposent que cette activité se serait manifestée encore à d'autres époques. Ainsi, J. P. Bouillin, J. Kornprobst et J. F. Raoult examinent l'éventualité d'une activité magmatique à terme basique au Jurassique. D. Obert considère que le magmatisme a eu lieu au Crétacé (Flyschs du Néocomien et en partie, en contact de ces derniers avec les flyschs albiens, considérés comme effusifs).

4.1. Diabases triasiques

Les corps de diabases, de forme variée, sont fréquents dans les terrains triasiques. Leurs tailles varient de quelques mètres à 1,5 km^2 (Bou Nasser), décrits avec les terrains triasiques, considérés comme éléments constitutifs. Ils se présentent sous forme de buttes témoins rocheuses isolées, circulaires. Ils se débitent en boules.

Omniprésents dans l'ensemble de la région d'étude, de ses frontières occidentales à ses limites orientales, les diabases forment de gros amas et corps (Adrar Djeddi Ali, Draa El

Haouch, au Sud de Djebel Imoulentaour, sur le col de K'frida, au cours moyen de Oued Dar El Oued, au Sud de Djebel Tazegzaout, à l'Ouest de Bou Chkaif, au Nord-Ouest de Sidi Mansour ...). Un dyke de diabase épais de 3 m environ a été noté dans les terrains triasiques au Sud du col de K'frida.

Les diabases sont des roches grenues, compactes, de couleur verte à gris verdâtre. La liaison éventuelle des diabases triasiques avec les minéralisations métallifères a fait l'objet de nombreuses études (F. Ehrmann, 1922-1953, J. Glaçon, 1967, M. Durand Delga, 1955...).

Toutefois, le problème reste toujours posé. Ainsi, les diabases renferment toujours de l'hématite (oligiste) et présentent quelque fois une dissémination de chalcopyrite. La pyrite est également présente localement.

5. TECTONIQUE

La région d'étude se trouve dans la partie orientale du domaine plissé de l'Atlas Tellien (branche méridionale de la ceinture orogénique Alpine Méditerranéenne), appelée « Berbérie », selon M. Durand Delga, 1969. Les principaux éléments structuraux de ce domaine sont :

- Les massifs kabyles (zone interne) ;
- Zones plissées des chaînes telliennes (Bibans, Babors, Nord-Sétifien …), appartenant à la zone externe.

La limite entre ces deux zones passe par la dorsale kabyle. La structure de la région résulterait de l'interaction de deux grands compartiments géologiques (microcontinent kabyle et bordure septentrionale réactivé de la plate-forme africaine ou plaque épi-hercynienne), sur laquelle, le Trias s'est mis en place (le miogéosynclinal Tellien).

Au cours du chevauchement de la plaque épi-hercynienne par le microcontinent les formations miogéosynclinales qui la recouvraient furent plissées et charriées suivant des plans de chevauchements plats, avec formation de nappes à déplacement horizontal, relativement peu important. Ce sont dans la région d'étude, les nappes de Brek, Barbacha, Draa El Arba et Béni-Ourtilane (Djemila). Sur ces nappes à faciès tellien, se superposent les nappes de flysch à grand déplacement horizontal. Les flyschs des nappes se distinguent nettement des terrains des nappes telliennes contemporaines. C'est pour cette raison qu'il est considéré que leur sédimentation s'est opérée dans des bassins différents qui, depuis le Crétacé, étaient séparés par la dorsale kabyle à l'Ouest (chaîne du Djurdjura) et à l'Est de la région d'étude.

5.1. Zone des babors

Elle comprend les formations géosynclinales d'une mer épicontinentale, représentée par le Trias évaporitique, le Jurassique carbonaté, l'éocrétacé terrigéno-carbonaté et le tardi-crétacé carbonato-terrigéne, passant aux formations de sub-flysch et de flysch.

M. Leikine et D. Obert ont défini une série de nappes, réparties du Nord au Sud comme suit :

- Nappe de Brek-Gouraya ;
- Nappe de Barbacha ;
- Nappe de Draa El Arba-Erraguéne ;
- Nappe de Béni Ourtilane (Djemila)-Babors ;

La structure générale des Babors et de certains de ses éléments est représentée par des formations jurassiques constituant des formes positives, dont l'allongement général est de direction 60°Nord-Est.

5.2. Nappe de brek

Elle est suivie sur une vingtaine de kilomètres à l'Est, jusqu'à Oued Dar El Oued, sous la nappe des flyschs Maurétaniens (dite « nappe de Guerrouch »), chevauchant la nappe de Barbacha. Ils encaissent le synclinal de Béni Zegoual à l'Ouest et celui de Dar El Oued à l'Est. La nappe est limitée au Sud par une faille sublatitudinale surnommée « faille d'Atten Cheria » par D. Obert, charriée sur la nappe de Draa El Arba au Sud, bordée par des massifs de calcaires jurassiques : Adrar El Alem, Djebel M'Hala, Djebel Hadid et Djebel Tazegzaout. Les terrains crétacés à l'Ouest de la nappe de Brek entre les Adrars El Alem et Djemaa N'Sia, constituent le large synclinal de Béni Zegoual, au cœur duquel reposent les argilites albiennes.

5.3. Nappe de Draa el Arba

La nappe de Draa el Arba (surnommée nappe d'Erraguéne par D. Obert), elle se trouve au Sud des nappes de Barbacha et de Brek, dont elle est séparée par la faille d'Atten Cheria. Elle forme une bande centrale sur le territoire de la feuille de Ziama Mansouria et se prolonge jusqu'au territoire de la feuille de Tamesguida (49), où elle est surmontée par la nappe de Guerrouch qui la chevauche au Nord-Est.

Dans l'ensemble, sa structure se présente en deux monoclinaux subparallèles, constitués de terrains jurassiques (Djebel Takoucht, El Melaz, Achouaou et Tababors).

Un massif jurassique (massif d'Oumellal) se dégage dans la nappe de Draa El Arba, entre les oueds Ahrzerouftis et Agrioun. Il s'agit d'une structure synclinale à dislocations complexes, serrée entre les failles d'Agrioun, orientées Nord-Est et celles de K'frida, orientées Nord-Ouest. A ces points d'intersection sont associés les gisements de Tadergount et de Béni felkaï.

5.4. Nappe de Barbacha

Elle occupe la partie Ouest de la feuille de Ziama Mansouria dont la structure interne est constituée de plis relativement étendus (12 à 16 km) et un système de fractures de deuxième ordre. La majorité des fractures disloquent les structures plissées reliant les formations gypsifères triasiques. Les terrains triasiques, couvrent de grands espaces sont développés autour des points de jonction des fracture (cours inférieur d'Oued Agrioun, col de K'frida et autres points).

5.5. Zone Nord-Sétifienne

Cette zone est représentée par la nappe de Béni Ourtilane (Sud-Est de la feuille n°48) et les parties méridionales des feuilles 49 et 50. Elle est constituée essentiellement de terrains du Crétacé supérieur et de l'Éocène, généralement plus carbonatés que les terrains des nappes des Babors. Elle est surmontée par la nappe Numidienne et les terrains miocènes post-nappes.

Les mouvements et les déformations latérales les plus importants se sont produits dans sa partie Sud-Ouest. Les plis affectant la nappe de Béni Ourtilane sont moins accidentés par les fractures et présentent une allure plus régulière que ceux des nappes de Barbacha et de Draa El Arba.

5.6. Nappe tectoniques des flyschs

Le domaine d'extension des nappes charriées à de grandes distances se trouve au Nord-Ouest et au Sud-Est du territoire d'étude. Elles sont constitués de flyschs ou de formations flyschoïdes (Maurétanien, Massylien et Numidien).

5.7. Nappe de flysch Apto-albien

Elle est développée le long de la bordure méridionale du massif de la Petite-Kabylie, où elle apparaît sous forme de bande étroite, chevauchant les formations telliennes des zones des Babors et Nord-Sétifienne. De nombreuses fractures compliquent fortement la structure de la nappe.

Les séismes et les résurgences des eaux thermales, associés généralement aux alignements des failles, sont les témoignages de l'intense activité tectonique, qui se poursuit jusqu'à l'actuel.

5.8. Nappe de flysch Sénonien

La nappe de flysch sénonien (appelée flysch à microbrèche), se trouvant dans le graben Djemaa-Soumam, elle surmonte les terrains de la nappe de Barbacha. Sa faible extension est due au fait qu'elle soit chevauchée par la nappe numidienne.

5.9. Nappe numidienne

Dans cette chaîne, la nappe ne surmonte que les terrains de la nappe tellienne de Béni Ourtilane (Djemila) aussi bien d'âge Crétacé qu'Éocène. Elle repose sur l'Oligo-miocène Kabyle.

5.10. Accidents cassants

Les accidents cassants jouent un rôle important dans la structure tectonique de la région et dans le contrôle des minéralisations. Ils se subdivisent en failles majeures, délimitant les grands compartiments géologiques et en cassures de second ordre.

Un des accidents majeurs de la zone des Babors est la faille d'Atten-Chéria, séparant les nappes de Barbacha et de Brek de la nappe de Draa El Arba. Cette faille apparaît à la limite Sud de la région, jalonnant les pieds des Djebel Imoulentaour, Sidi-Djaber, Adrar El Alem, Tazegzaout, passant par la rive droite d'Oued Djendjene pour aboutir au socle de la petite-Kabylie, où elle disparaît progressivement.

Parmi les fractures secondaires, il y a lieu de citer les cassures orientées Nord-Est, perpendiculairement à la direction des Babors (faille de K'frida). Parmi les accidents d'orientation Nord-Est, on peut citer la faille d'Agrioun, séparant la nappe de Barbacha et celle de Brek. La zone faillée est jalonnée de roches broyées, de couches chaotiquement plissées et de pointements de brèches triasiques. Le gisement de Bradema est associé à cette zone. Les accidents d'orientation Nord-Est sont souvent des failles de décrochements.

La comparaison de la carte géologique avec celle des gîtes minéraux montre que, les indices et gîtes minéraux sont en relation avec les accidents cassants et plus particulièrement avec leur jonction.

6. HYDROGÉOLOGIE

Le réseau fluviatile est très bien développé. Les oueds de la région ont un caractère antécédent. Tandis que leurs affluents ont un caractère conséquent.

Dans la bande littorale, une multitude de sources, en général à faibles débits, sont connues sur l'ensemble du territoire de l'étude, en fonction de la pluviométrie. Les débits des sources sont variables, diminuent en été, arrivant même à tarir, pour la plupart, au début de la saison des pluies. Les sources les plus abondantes se trouvent dans les zones boisées et au sein des terrains calcareux.

7. HISTORIQUE DE L'ÉVOLUTION GÉOLOGIQUE

7.1. Trias-jurassique

A la fin du Trias et au début du Jurassique, s'opère l'ouverture de l'océan mésogéen « Téthys » dans des conditions de distension, due à l'ouverture simultanée de l'Atlantique et de la disjonction des plaques africaine et européenne. Les roches plutoniques basiques triasiques (diabases, gabbros...) sont probablement les indices de l'extension de la croûte continentale du continent africain. Une vaste étendue du continent lui-même était couverte par une mer néritique, comportant de multiples lagunes et bassins fermés dans lesquels se déposaient des sédiments néritiques : gypses, argiles bariolées et grès micacés.

La forte salinité de ces bassins et la température élevée des eaux contribuaient à la dolomitisation des roches carbonatées, marquant particulièrement le Jurassique précoce. Au Lias précoce (Pliensbachien inférieur y compris), se forment des séries de dolomies et de calcaires massifs, parfois subrécifaux. A partir du Lias tardif, la sédimentation acquiert un caractère rythmique, s'exprimant par l'alternance de minces lits de roches carbonatées et argileuses. Un processus de silicification prend de l'extension. Au Jurassique supérieur, les calcaires prédominent avec une augmentation considérable de l'épaisseur totale des terrains, variant par endroits, témoignant de différentes vitesses et du degré de subsidence du fond marin. L'épaisseur moyenne du Jurassique reste relativement constante, entre 800 et 1 200 m.

7.2. Crétacé précoce

Malgré l'interruption de la sédimentation marquant la limite entre le Jurassique et le Crétacé, le caractère général au Crétacé précoce est similaire au Jurassique tardif. Le Néocomien, tout comme le Jurassique supérieur, est constitué de marnes et de calcaires argileux. Le Néocomien repose en discordance majeure, avec des conglomérats de base sur les différentes séries jurassiques. La coupe devient de plus en plus argileuse au cours du Barrémien, de l'Aptien, de l'Albien et à l'Albien moyen, apparaissent des niveaux gréseux. Au Crétacé précoce, le bassin marin qui constituait une étendue d'eau unique se subdivise en une série de cuvettes de sédimentation fermées ou communiquant entre elles, limitées par des élévations.

7.3. Crétacé tardif-éocène

L'histoire de cette période apparaît comme une succession d'événements résultant de l'interaction de la plate-forme africaine et du microcontinent. Toutefois, il est difficile de se prononcer sur ces événements, notamment au néocrétacé-éocène vue l'absence des dépôts de cet âge.

7.4. Oligocène-quaternaire

Cette période peut-être considérée comme une étape évolutive orogénique du territoire. Les déformations plissées les plus intenses et les plus fréquentes, accompagnées de chevauchements et de mise en place de nappes tectoniques déplacées à des distances

variables, se sont manifestées durant le stade éo-orogénique de l'évolution (de la fin de l'Éocène tardif, au milieu du Miocène inférieur, soit 37 à 25 millions d'années).

Les roches réagissent en fonction de leurs propriétés physico-mécaniques et des contraintes compressives qui leur sont appliquées. Ceci se traduit par la mise en place de différents accidents plicatifs et cassants. A l'étape éo-orogénique de l'évolution, la plupart des structures plissées de la région prennent une orientation de 50 à 60° Nord-Est.

7.5. Au miocène précoce

Après l'étape de la mise en place des nappes, l'étape tardi-orogénique, est marquée par une activité magmatique se développant le long des structures, jalonnant la bordure du continent africain. La montée du magma a contribué au soulèvement des reliefs et des édifices montagneux les plus proches de l'Atlas Tellien.

7.6. Au pliocène

II s'est produit l'affaissement des parties périphériques de la mer Méditerranée à la suite d'une subsidence intense du fond marin, avec formation de bassins pélagiques, touchant particulièrement la zone magmatique d'Oued Amizour-El Aouana.

7.7. Au quaternaire

L'ensemble du territoire de la mer Méditerranée est marqué par l'approfondissement des cuvettes, l'acquisition de traits conférant au bassin son aspect actuel, la formation du relief, des terrasses fluviatiles et marines, l'individualisation des structures tectoniques sur le continent.

Les séismes et les résurgences des eaux thermales, associées aux alignements des failles témoignent de l'intense activité tectonique qui se poursuit à l'heure actuelle.

8. SUBSTANCES UTILES

En son temps, le territoire de la feuille de Ziama Mansouria recelait de riches gîtes et indices de substances métalliques. Il comportait des gisements exploités pour le fer, polymétaux. Leur exploitation fut arrêtée pour épuisement des réserves et autres raisons économiques.

Sentant les besoins pour l'économie algérienne, la nécessité de prendre des mesures appropriées imposait des démarches pour satisfaire la demande en matières premières minérales. Les principales exploitations menées dans le temps furent les gisements de fer et de Pb-Zn.

Concernant le fer, huit (08) gisements et 29 indices avec une multitude de points minéralisés, sont connus sur le territoire de la feuille de Béjaïa au 1/200 000 (feuilles 26, 47, 48, 49 et 50).

8.1. Substances utiles métalliques

La zone des Babors et Nord-Sétifienne ne présente pratiquement pas de minéralisation plombo-zincifère. Celles-ci sont constatées parfois en association avec les minerais ferrifères, partiellement cuprifères en petites quantités. Il existe néanmoins des exceptions, à l'image du gisement de zinc de Béni Zeghoual et les indices de zinc de la zone Nord-Sétifienne (El Touta...).

8.1.1. Gisement de fer de Bradema

Il se présente sous forme de gîtes sidéritiques stratiformes (longueur = 250 m, épaisseur = 0,5 à 3 m) à 1 % de mercure. Ce gisement a été exploité pour le fer entre 1903 et 1945.

Le cinabre pulvérulent est signalé dans les gîtes stratiformes (04 gîtes) et les amas lenticulaires ferrifères, encaissés dans les dolomies du Jurassique de 200 à 300 mètres d'étendue et de 0,5 à 30 m d'épaisseur.

Les minerais renferment de la limonite, goethite, baryte, sidérose, cuivre gris, pyrite, cinabre... et dans la zone d'oxydation, on trouve de la malachite et de l'azurite.

Un indice se trouve à 250 m du gisement précédent. Il s'agit d'un bloc tectonique de silts et de marnes schisteuses, encaissant des amas filoniens de limonite, baryte, cuivre et méta-cinabre titrant 1,15 %, d'une longueur de 300 m.

8.1.2. Gisement de fer de Tadergount

Il s'agit d'un gîte lenticulaire (15 m environ) de sidérose, goethite, limonite, hématite à nids de cuivre gris, auréoles de malachite et azurite (longueur = 50 à 300 m, épaisseur = 1 à 20 m) titrant 1 % de mercure. Le gisement a été exploité entre 1879 et 1939.

8.1.3. Gisement de pyrite d'Azouar

Le gisement d'Azouar (pyrite) : il se présente en lentilles ou filonnets dans les zones de broyage.

8.1.4. Indices

- Indice de Maden (cuivre gris à hématite et limonite) ;
- Indices de mercure dans les gîtes cupro-ferrifères de Bradema, Tadergount, Ighil Ouar, Khremis, Icherbane, Arouat et K'frida (longueur = 200 à 300 m) à teneurs de 1,1 % de Hg et 1,65 % de Sb au maximum.
- Indice de mercure au Sud-Est du gisement de fer de Tadergount (longueur = 300 m, épaisseur : 1 à 20 m) associé au cuivre gris, pyrite, chalcopyrite, cinabre pulvérulent, malachite, azurite et oxydes de manganèse à teneur de 1 % en Hg et 4,31 % en Sb. L'indice présente un intérêt pour Hg et Sb.
- La synthèse caractéristique des échantillons de bâtée récoltés sur le territoire de la feuille de Ziama Mansouria ont montré les minéraux essentiels sous formes d'auréoles. Mercure : Oued Djemaa, Djebel Ta Babors et Takentouch.

8.2. Substances utiles non métalliques (Matériaux de construction)

- Gîte des falaises : calcaires massifs pélitiques (puissance = 250 à 300 m) sur une étendue de 4 km (pour ciment Portland, chaux cuite, soude caustique, soude calcinée, carbure de calcium, engrais, agrégats, revêtement routier...). Les réserves ont été estimées à 525 millions de tonnes. Des calcaires jurassiques similaires, au même chimisme ont été signalés au Djebel Mehalla, Djemaa et Adrar N'Sia sur la même feuille de Ziama Mansouria.
- Gîte de Tarzout à dolomies (épaisseur = 300 m), Djebel Brek et Atten Chéria.

- Gîtes de Souk El Tenine, Djebel Tagoulnah et Tiourane à gypse. Ces gisements sont utilisés comme matériaux de construction d'intérêt local.
- Les alluvions fluviatiles des oueds locaux et les sables de dunes marines.

CHAPITRE 5 – ÉTUDE DES SABLES CÔTIERS D'OUED ZIAMA MANSOURIA

Ce chapitre est consacré à l'étude des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria. Où on a décrit la méthode d'échantillonnage, l'analyse granulométrique, l'analyse chimique, l'analyse minéralogique, l'étude des lames minces des sables au microscope polarisant et l'interprétation des résultats.

1. MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage vertical creusé sur toute l'épaisseur du sable de la plage d'Oued ZIAMA MANSOURIA, prélevant trois (03) échantillons moyen sur le tas de tout le sable extrait du puits après mélange (Voir figure n°34). Le plan d'échantillonnage et les coordonnées UTM des échantillons des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria figure sur le plan suivant :

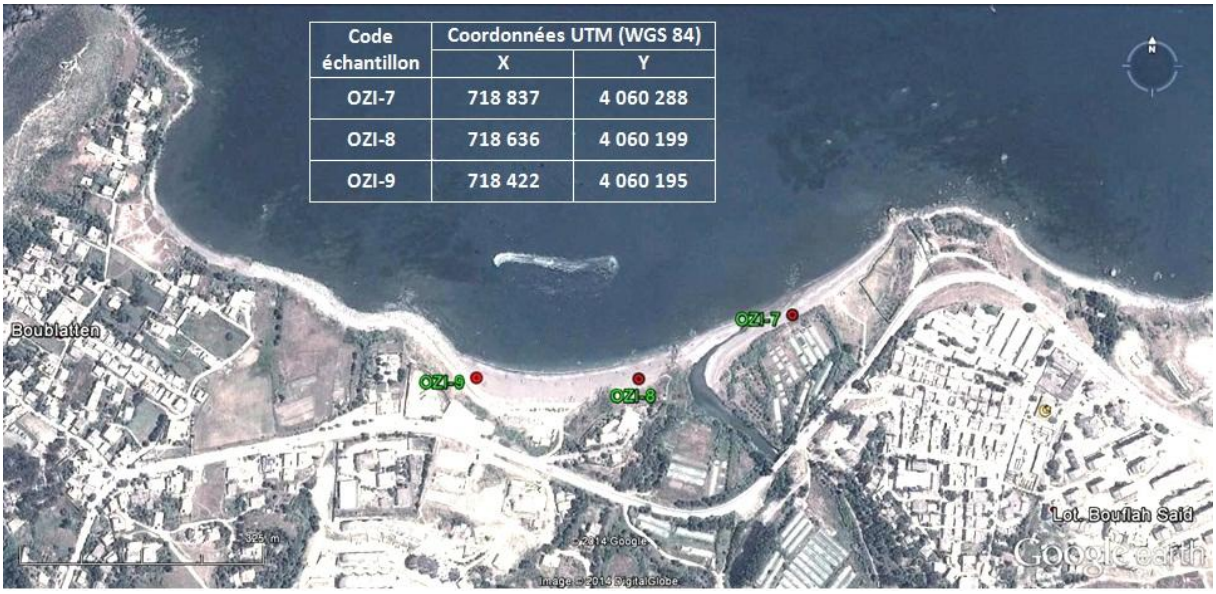


Figure n°33 : Plan d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria



Figure n°34 : Méthode d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria

2. TRAVAUX DE LABORATOIRE

Pour une étude approfondie des caractéristiques géologiques, minéralogiques, pétrographiques et sédimentologiques des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria on a effectué un complexe des travaux de laboratoire qui comprenait l'analyse granulométrique, mesure du poids spécifique, coefficient d'écoulement, équivalent de sable, analyse chimique, analyse minéralogique, étude morphoscopique au microscope binoculaire et en fin une étude pétrographique des lames minces des sables au microscope polarisant. Ces travaux de laboratoire ont été réalisés au Laboratoire du centre d'études et de services technologiques de l'industrie des matériaux de construction « CETIM de BOUMERDES ».

3. ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

3.1. Analyse granulométrique par tamisage

L'analyse granulométrique par tamisage a été réalisée sur les échantillons (OZI-7, OZI-8 et OZI-9) selon les modalités de la norme NF EN 933 – 1, et elle figure sur les tableaux suivants :

Tableau n°13 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZI-7

Masse sèche totale : M_1 = 1488 g — **Masse sèche après lavage : M_2 = 1487 g**
Masse sèche des fines retirées par lavage : $M_1 - M_2$ = 1 g

	Tamis Ouverture (mm)	M. des refus cumulés (g)	% Refus cumulés (%)	% Tamisats Cumulés (%)
OZI-7	6,3	0	0,00	100,00
	5	4	0,27	99,73
	4	7	0,47	99,53
	3,15	31	2,08	97,92
	2,5	77	5,17	94,83
	2	267	17,94	82,06
	1,25	1238	83,20	16,80
	1	1426	95,83	4,17
	0,63	1483	99,66	0,34
	0,50	1484	99,73	0,27
	0,315	1485	99,80	0,20
	0,125	1485	99,80	0,20
	0,063	1487	99,93	0,07
	FT	1487	99,93	0,07

Mat. resté au fond P = 0 g

$\sum R_i$ + P = 1487 g

- **Teneur en fines (f) sur le tamis de 63 µm : f = 0,07 %**
- **Module de finesse : M_f = 3,10**

Figure n°35 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZI-7

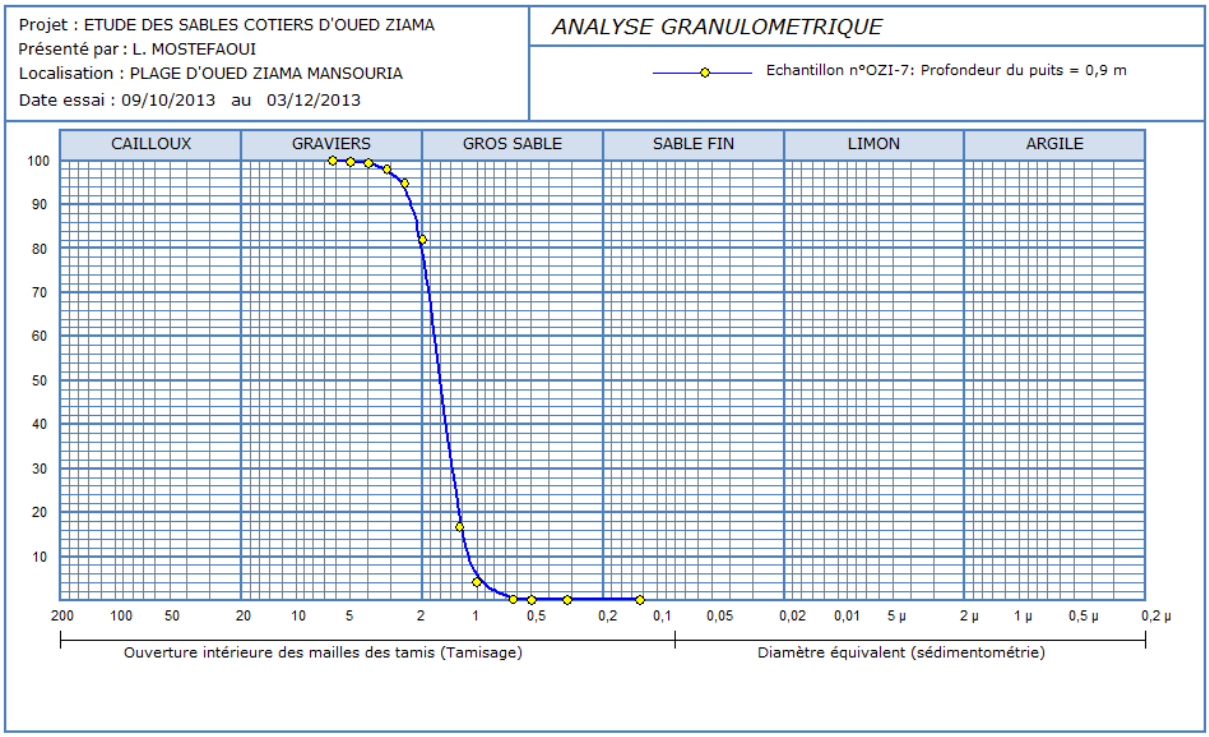


Tableau n°14 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZI-8

Masse sèche totale : M_1 = 1428 g **Masse sèche après lavage : M_2 = 1427 g**
Masse sèche des fines retirées par lavage : $M_1 - M_2$ = 1 g

	Tamis Ouverture (mm)	M. des refus cumulés (g)	% Refus cumulés (%)	% Tamisats Cumulés (%)
OZI-8	5	0	0,00	100,00
	4	4	0,28	99,72
	3,15	24	1,68	98,32
	2,5	54	3,78	96,22
	2	105	7,35	92,65
	1,25	844	59,10	40,90
	1	1027	71,92	28,08
	0,63	1385	96,99	3,01
	0,5	1417	99,23	0,77
	0,315	1426	99,86	0,14
	0,250	1426	99,86	0,14
	0,125	1426	99,86	0,14
	0,063	1427	99,93	0,07
	FT	1427	99,93	0,07

Mat. resté au fond P = 0 g

$\sum R_i$ + P = 1427 g

- **Teneur en fines (f) sur le tamis de 63 µm : f = 0,07 %**
- **Module de finesse : M_f = 3,80**

Figure n°36 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZI-8

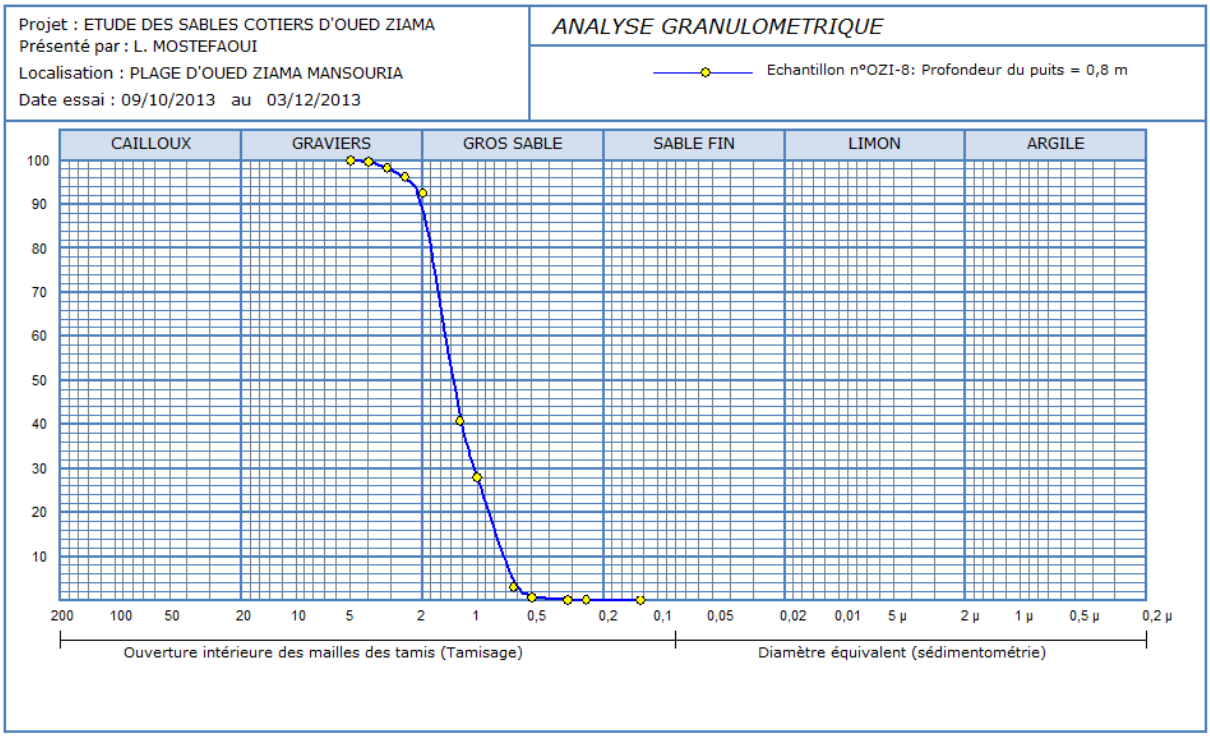


Tableau n°15 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZI-9

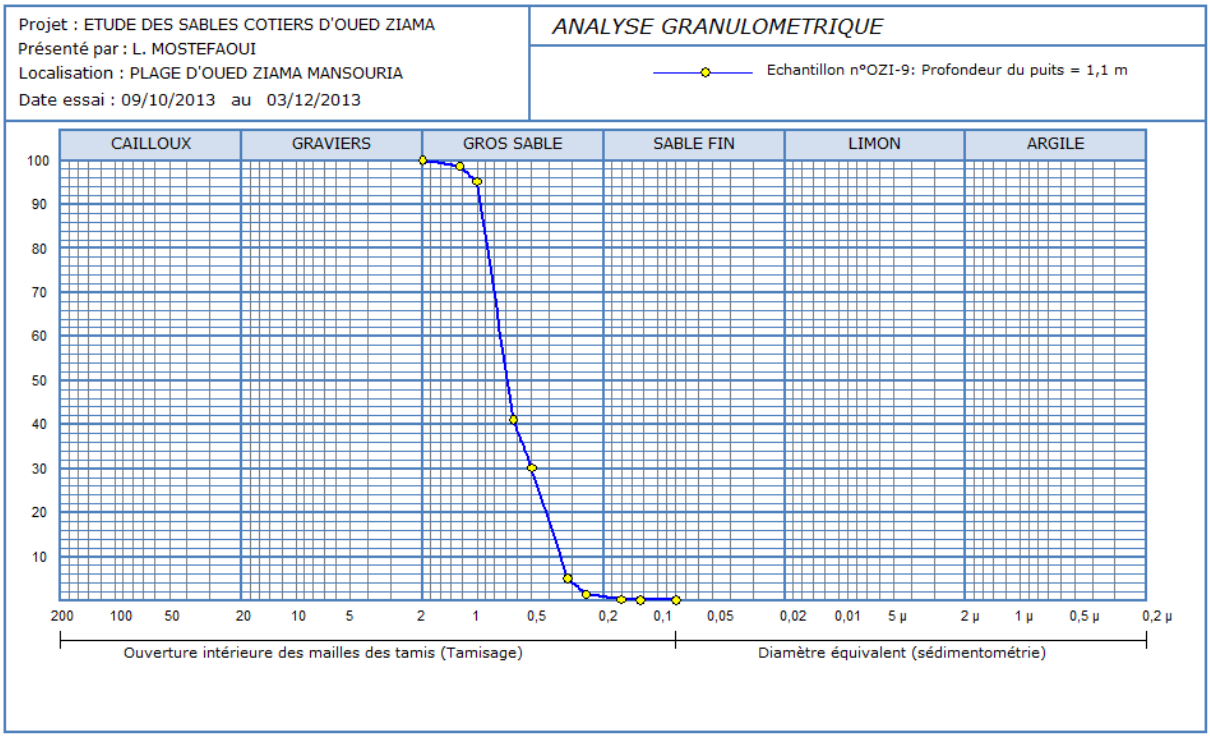
Masse sèche totale : M_1 = 1442 g **Masse sèche après lavage : M_2 = 1438 g**
Masse sèche des fines retirées par lavage : $M_1 - M_2$ = 4 g

	Tamis Ouverture (mm)	M. des refus cumulés (g)	% Refus cumulés (%)	% Tamisats Cumulés (%)
OZI-9	2	0	0,00	100,00
	1,25	19	1,32	98,68
	1	69	4,79	95,21
	0,63	846	58,67	41,33
	0,5	1004	69,63	30,37
	0,315	1365	94,66	5,34
	0,25	1417	98,27	1,73
	0,16	1434	99,45	0,55
	0,125	1435	99,51	0,49
	0,08	1436	99,58	0,42
	0,063	1437	99,65	0,35
	FT	1438	99,72	0,28

Mat. resté au fond P = 1 g
$\sum R_i$+ P = 1438 g

- **Teneur en fines (f) sur le tamis de 63 µm : f = 0,35 %**
- **Module de finesse : M_f = 2,70**

Figure n°37 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZI-9



3.2. Mesure du poids spécifique

Le poids spécifique a été réalisé sur les échantillons (OZI-7, OZI-8 et OZI-9) selon la méthode LE CHATELIER, et elle figure sur le tableau suivant :

Tableau n°16 : Poids spécifique des échantillons n°OZI-7, OZI-8 et OZI-9

Code Échantillon	Masse échantillon (g)	Volume d'eau initial (cm^3)	Volume d'eau final (cm^3)	Poids spécifique (g/cm^3)
OZI-7	55	250	269,4	**2,835**
OZI-8	55	250	270,1	**2,736**
OZI-9	55	250	269,3	**2,850**

3.3. Coefficient d'écoulement

La détermination du coefficient d'écoulement du sable a été réalisée selon les modalités de la norme NF EN 932 - 3, et elle figure sur le tableau suivant :

Tableau n°17 : Coefficient d'écoulement du sable des échantillons n°OZI-7, OZI-8 et OZI-9

Code Échantillon	OZI-7	OZI-8	OZI-9
Masse de la prise d'essai (kg)	0,989	0,989	0,993
Masse volumique réelle (Mg/m^3)	2,670	2,589	2,682
Diamètre de l'entonnoir (mm)	12	12	12
Temps d'écoulement (sec)	**38,9-38,6-38,7-38,8-38,5**	**32,9-33,0-32,8-32,9-32,8**	**27,4-27,5-27,5-27,6-27,5**
E_{cs} (moyenne)	**39**	**33**	**28**

3.4. Équivalent de sable

L'équivalent de sable a été réalisé sur les échantillons (OZI-7, OZI-8 et OZI-9) selon les modalités de la norme NF EN 933 - 8, et elle figure sur le tableau suivant :

Tableau n°18 : Équivalent de sable des échantillons n°OZI-7, OZI-8 et OZI-9

Code Échantillon	OZI-7		OZI-8		OZI-9	
	1ère Prise	2ème Prise	1ère Prise	2ème Prise	1ère Prise	2ème Prise
Masse de la prise d'essai M_T en (g)	**121,0**		**126,1**		**124,8**	
Teneur en fines (%)	**0,1**		**0,1**		**0,4**	
Humidité (%)	**0,806**		**5,042**		**4,022**	
h_1 (mm)	99	100	100	99	100	100
h_2 (mm)	92	95	95	92	95	95
$SE_{(10)}$= 100 x (h_2 / h_1)	92,9	95,0	95,0	92.9	95.0	95.0
Moyenne-SE $_{(10)}$	**94**		**96**		**89**	

4. ANALYSE CHIMIQUE

L'analyse élémentaire des sables par spectrométrie de fluorescence X est réalisée selon les modalités de la norme NF PI 5 - 467. La détermination de la perte au feu est réalisée selon les modalités de la nonne NF EN 1744 - 1. L'analyse chimique figure sur le tableau suivant :

Tableau n°19 : Composition chimique des échantillons n°OZI-7, OZI-8 et OZI-9

Code Échantillon	Teneurs %										
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	TiO_2	PF
OZI-7	47,86	7,27	6,11	17,07	2,28	0,13	1,22	0,82	0,09	0,35	16,80
OZI-8	45,68	9,63	7,53	15,55	2,50	0,19	1,71	0,74	0,10	0,43	15,93
OZI-9	42,16	7,27	9,12	18,68	2,71	0,38	1,15	0,60	0,10	0,37	17,47

5. ANALYSE MINÉRALOGIQUE

L'analyse par diffraction des rayons X réalisée sur les échantillons consiste à déterminer la nature des constituants minéraux.

La composition minéralogique estimative (semi quantitative) a été évaluée sur la base des résultats chimiques et elle figure sur le tableau suivant :

Tableau n°20 : Composition minéralogique des échantillons n°OZI-7, OZI-8 et OZI-9

Minéraux présents	Composition minéralogique en % Code Échantillons		
	OZI-7	OZI-8	OZI-9
Quartz	34	30	30
Calcite	28	24.5	29
Dolomite	05	06	06
Albite	07	06	05
Feldspaths K (Orthoclase)	04	04	-
Muscovite + Biotite	05	09	10
Kaolinite	05	08	05
Chlorite	06	05	03
Amphibole	-	-	03
Minéraux ferrugineux	06	07,5	09
Autres	-	-	-

Figure n°38 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZI-7

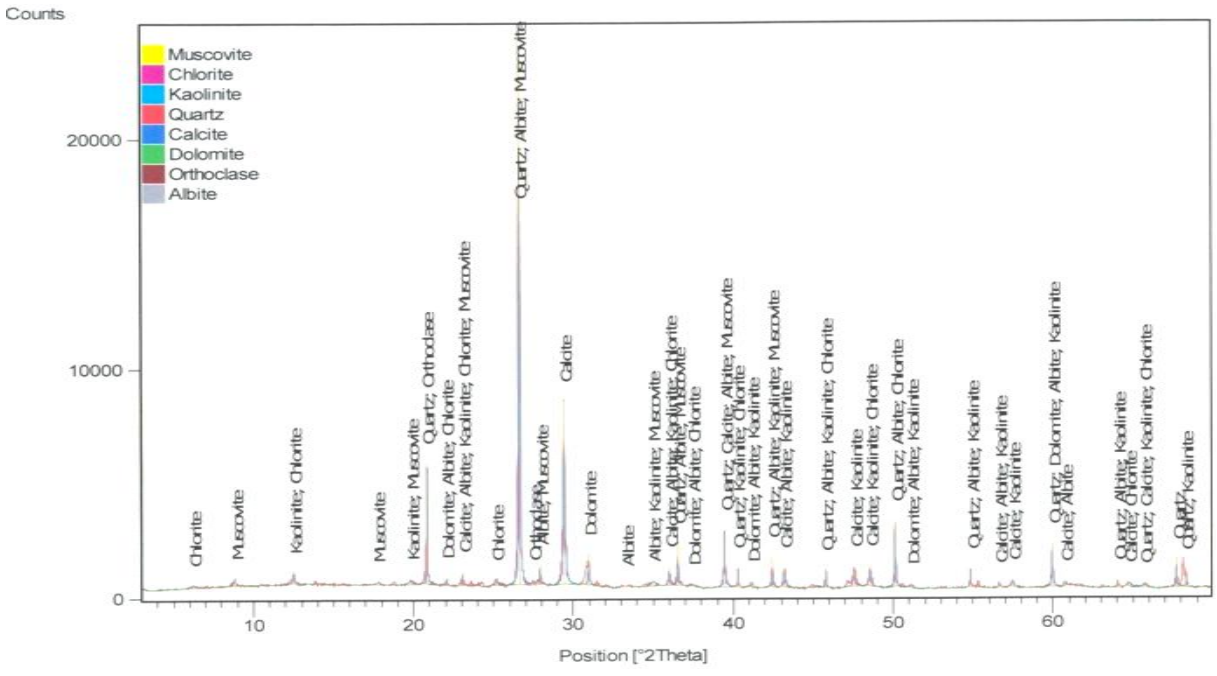


Figure n°39 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZI-8

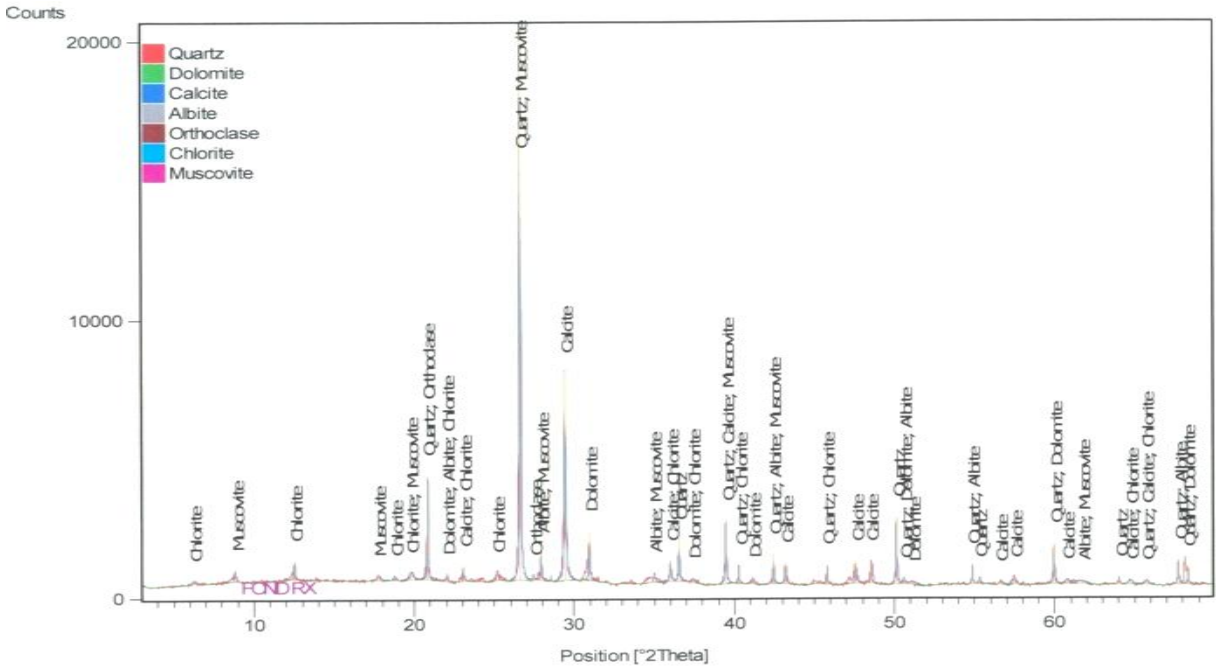
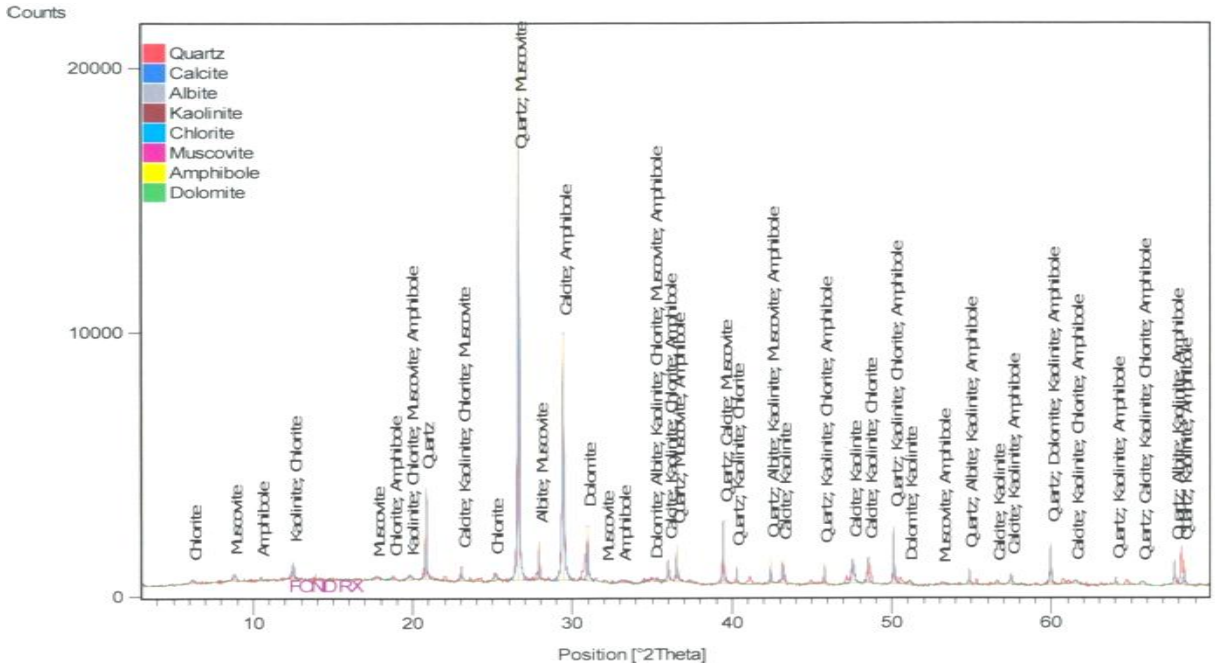


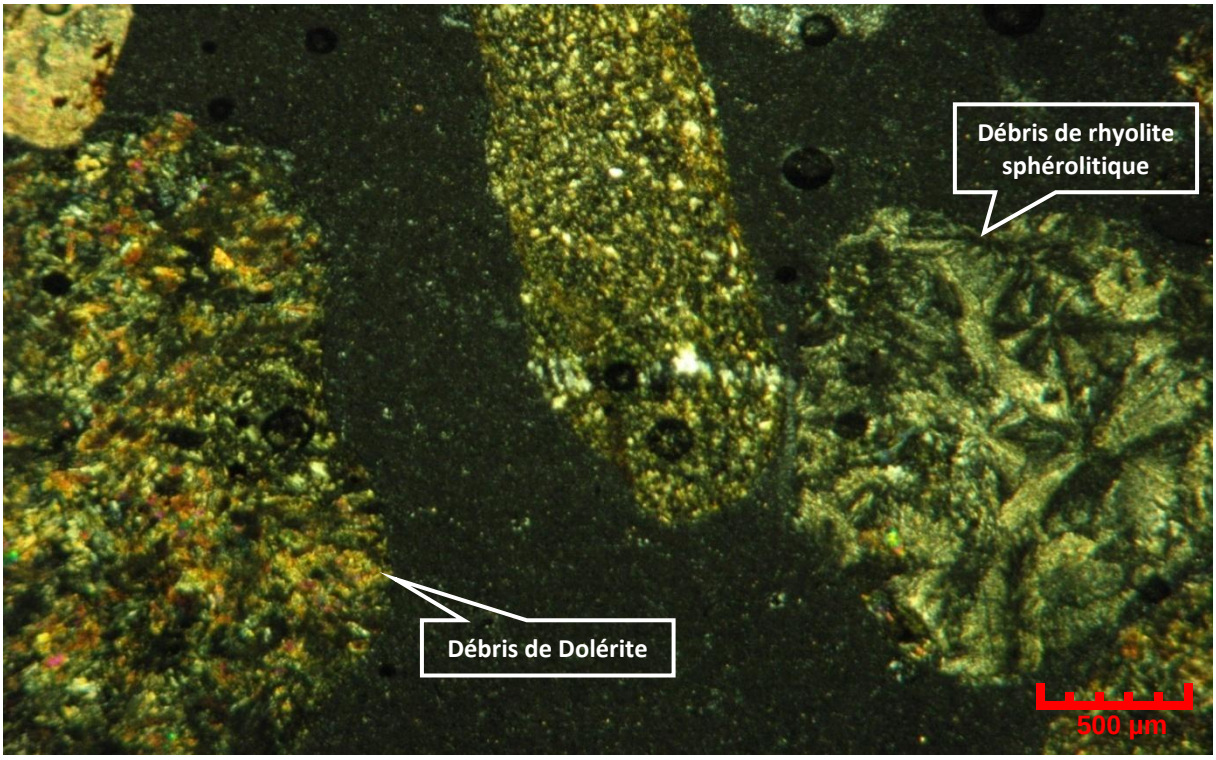
Figure n°40 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZI-9

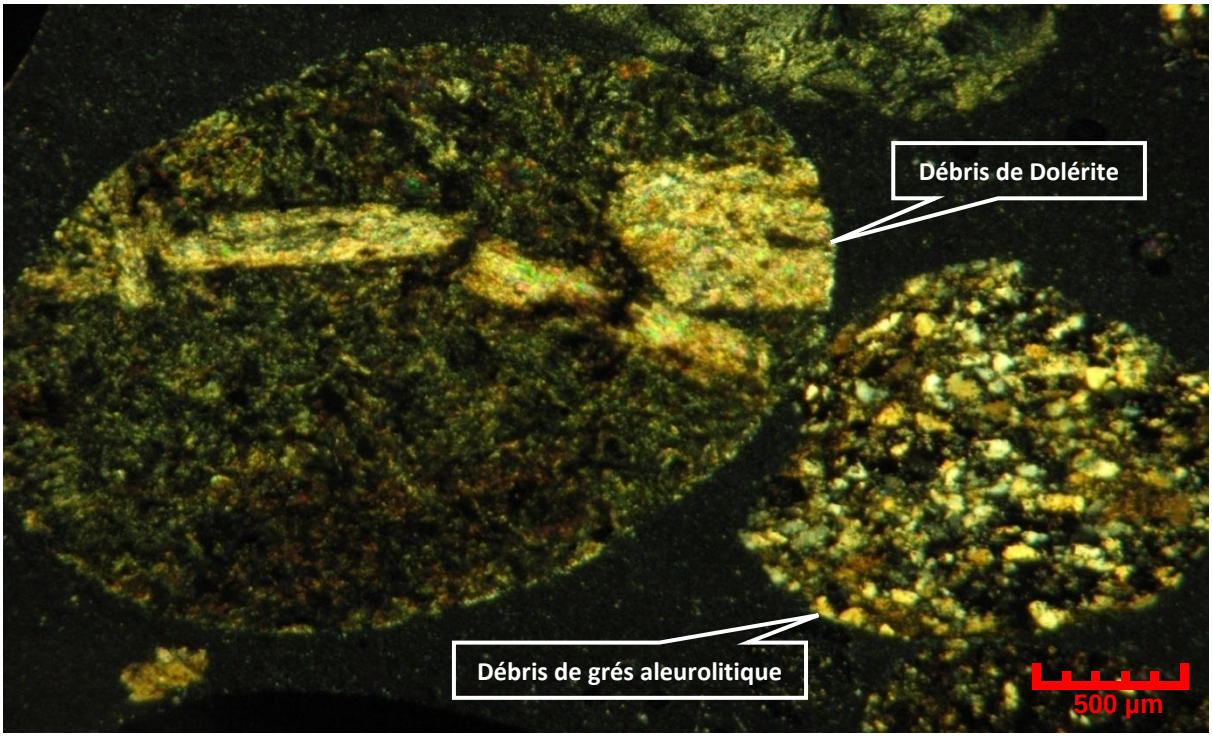


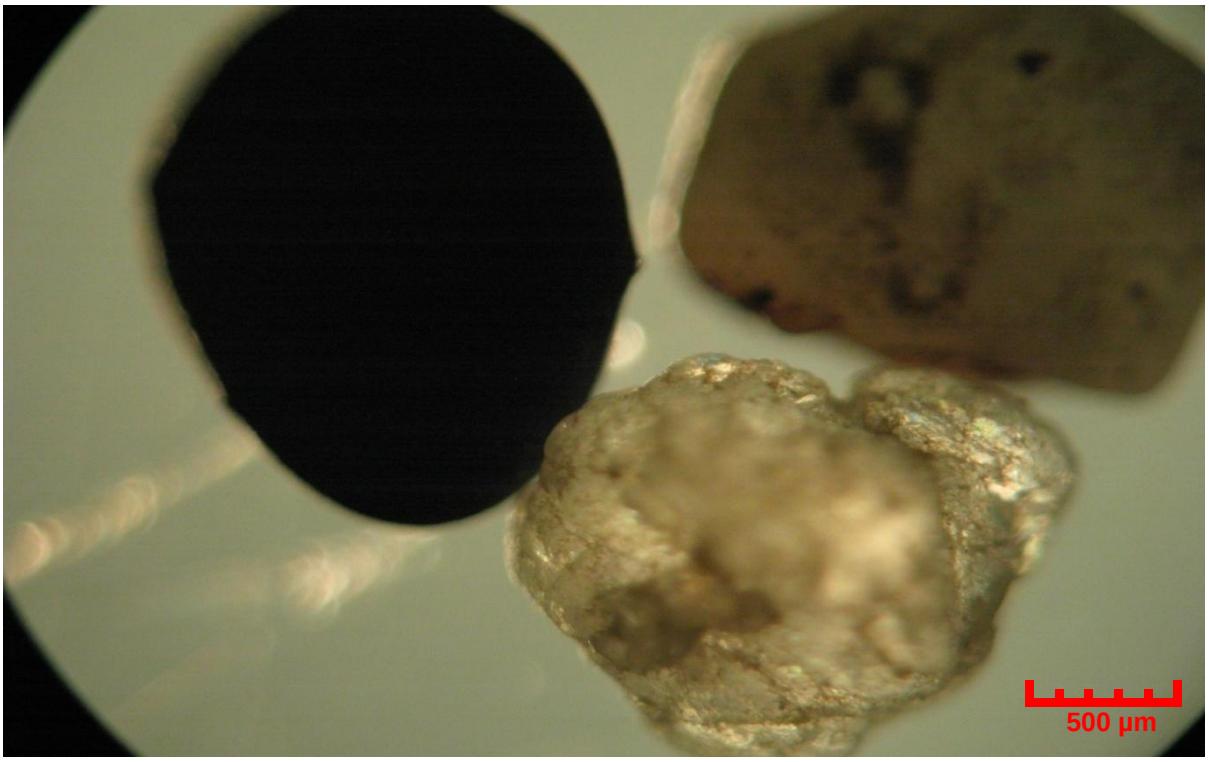
6. ÉTUDE DES LAMES MINCES DES SABLES AU MICROSCOPE POLARISANT

L'étude pétrographique a été réalisée selon les modalités de la norme NF EN 932 - 3. Les lames minces figurent ci-dessous :

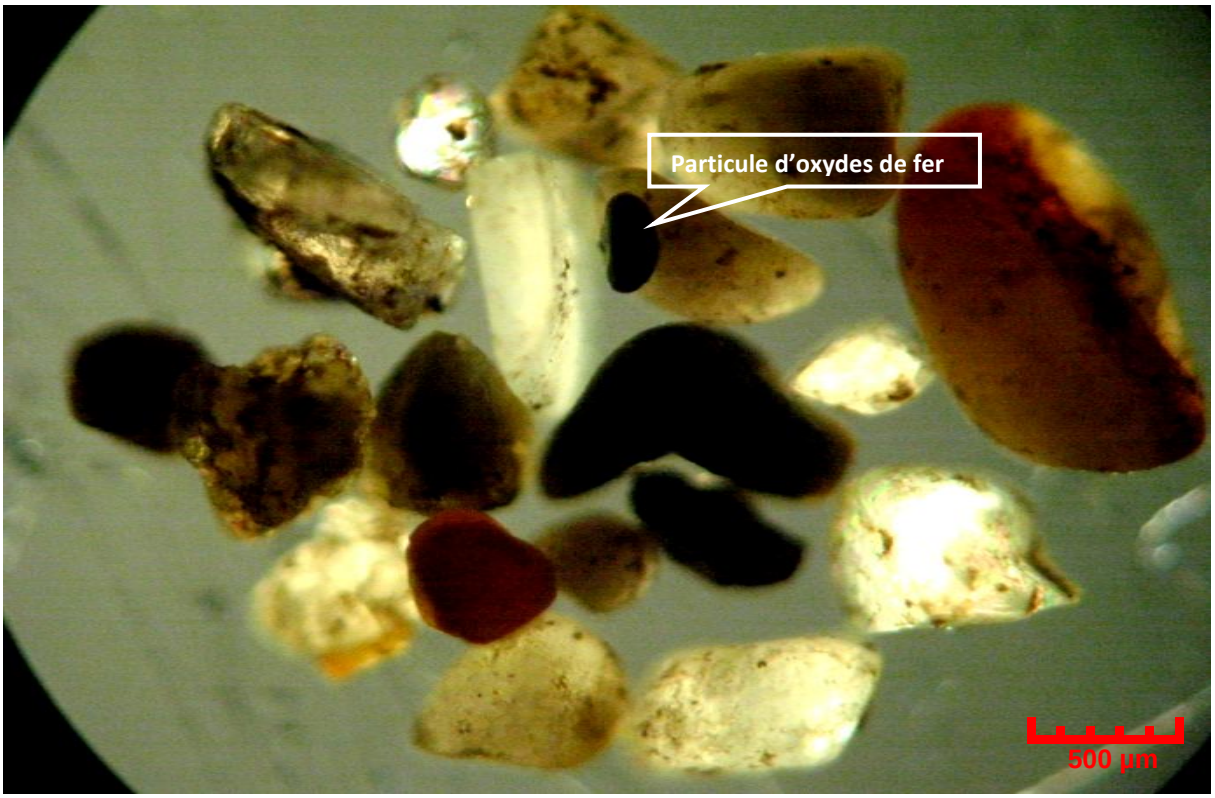
6.1. Lame mince de l'échantillon n°OZI-7 (Objectif 5x0,13 LPA)

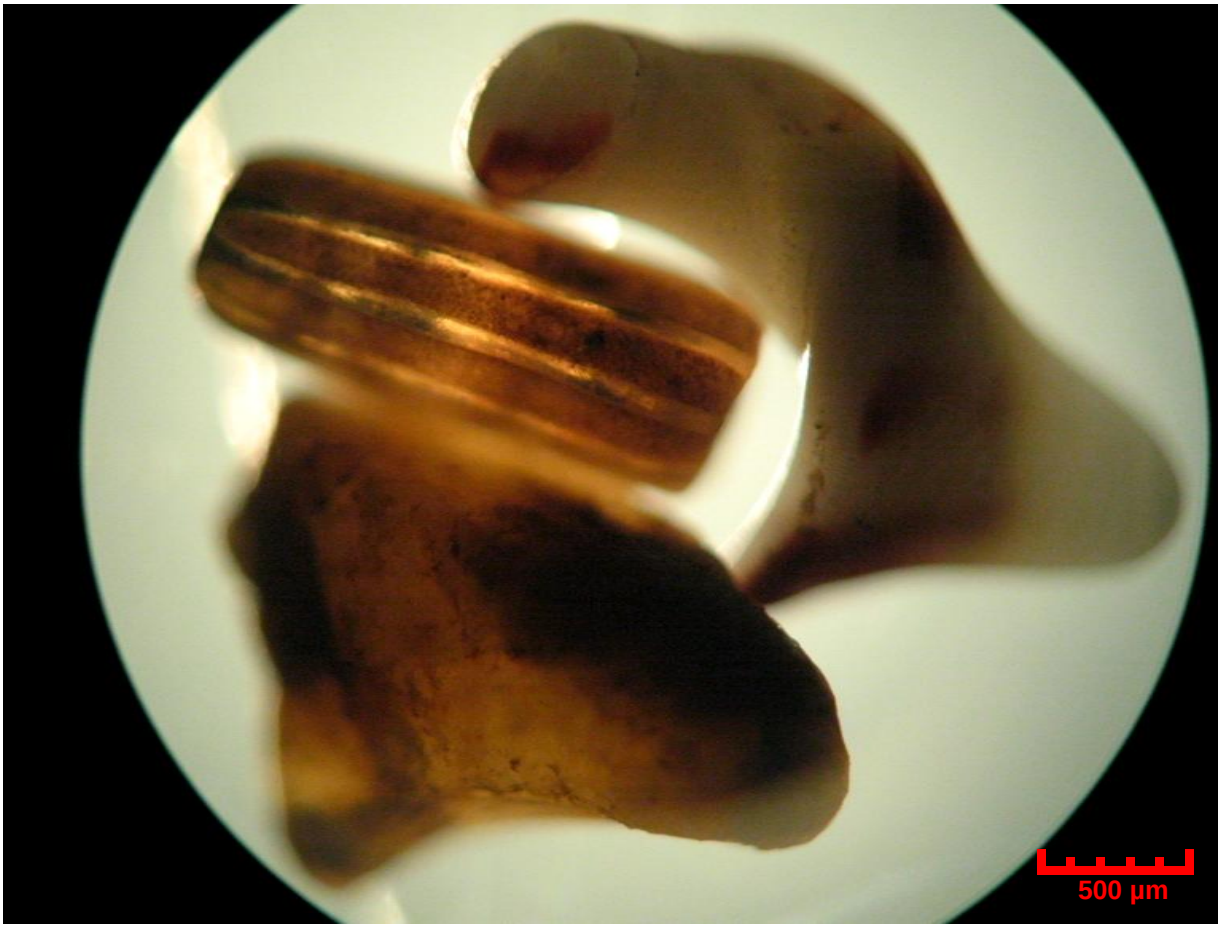






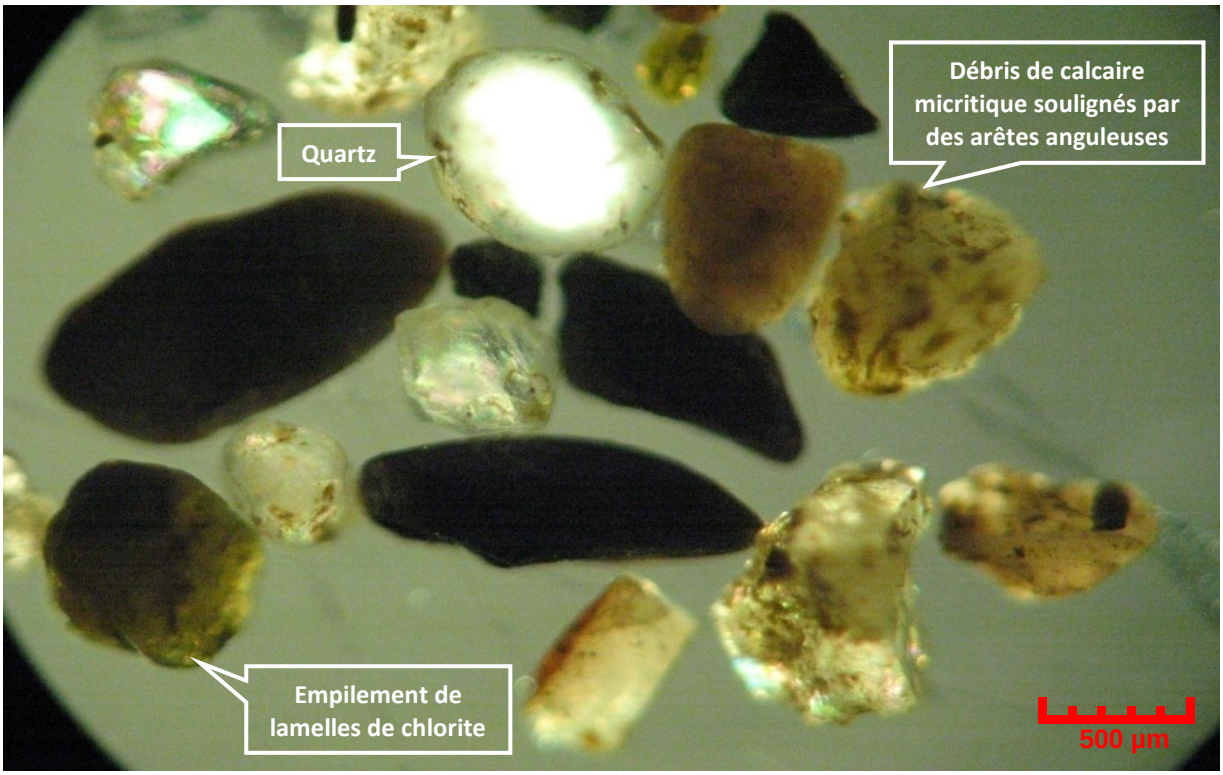
Grains de quartz aux arêtes légèrement usées montrant parfois des cassures conchoïdales et des creux colmatées d'une patine argilo-ferrugineuse de couleur jaune ocre.



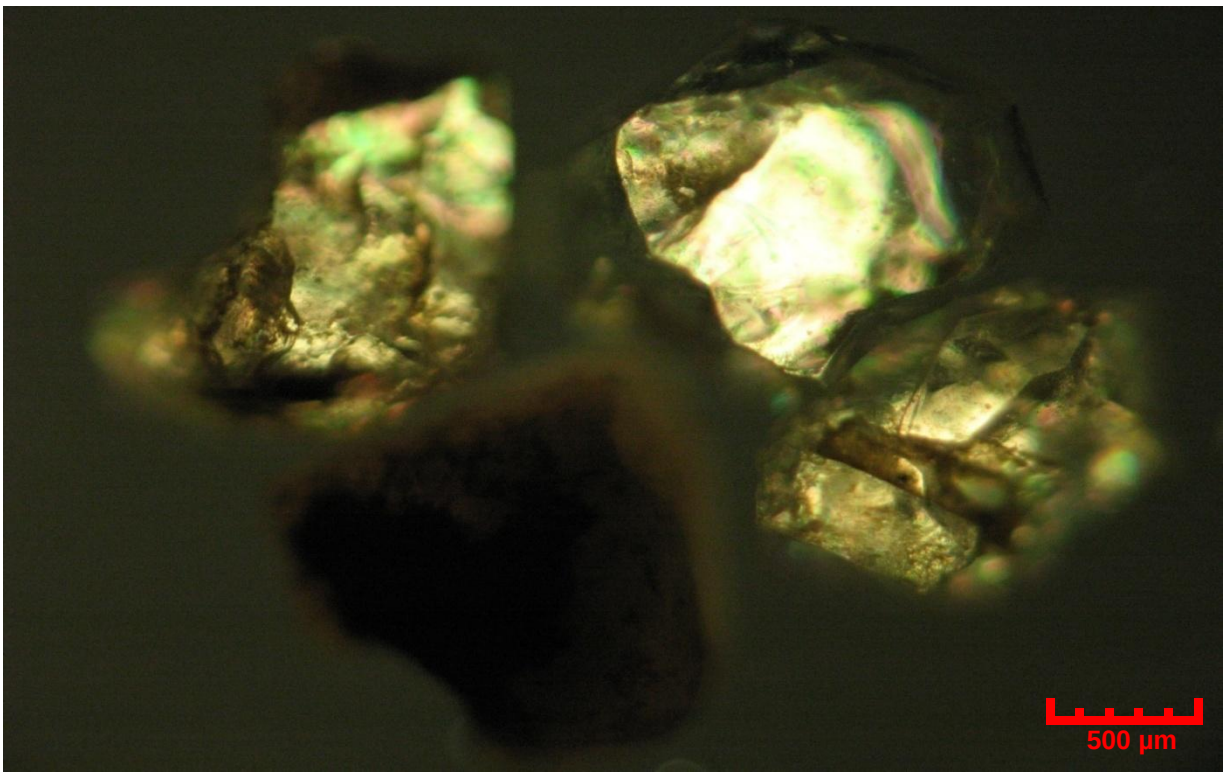


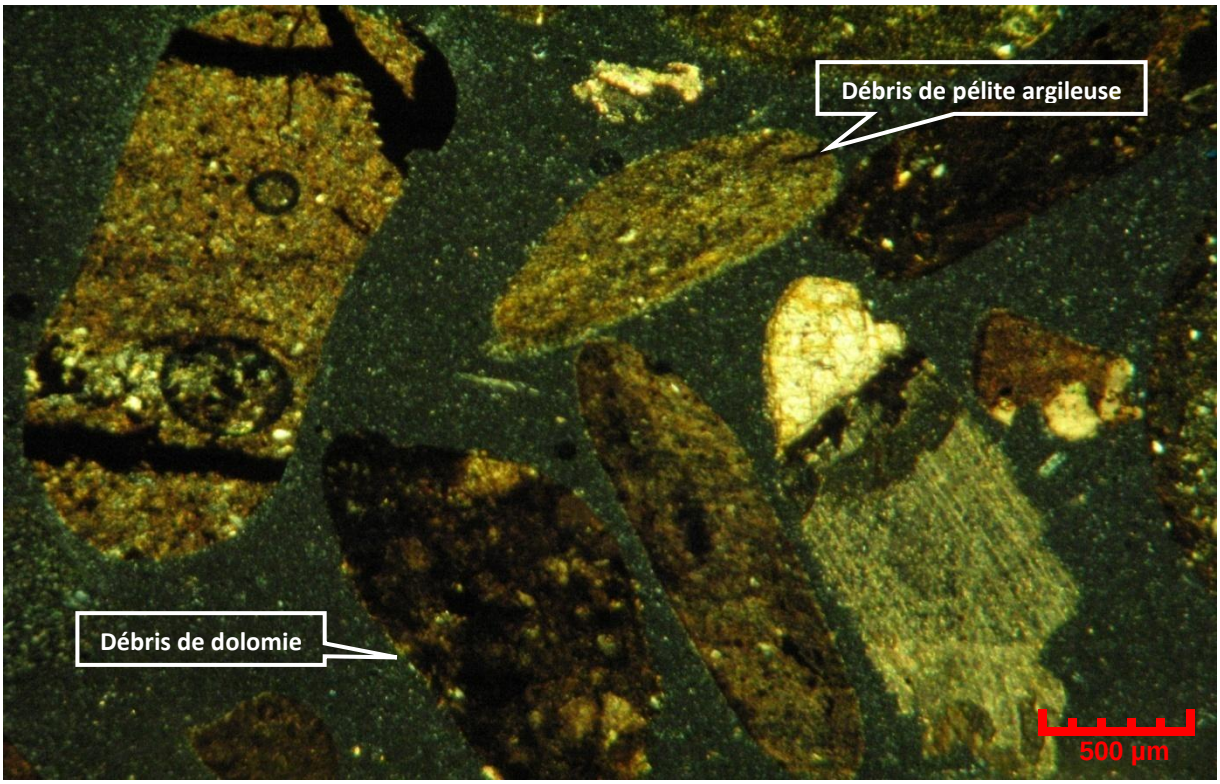
Fragments de bioclastes (coquillages).

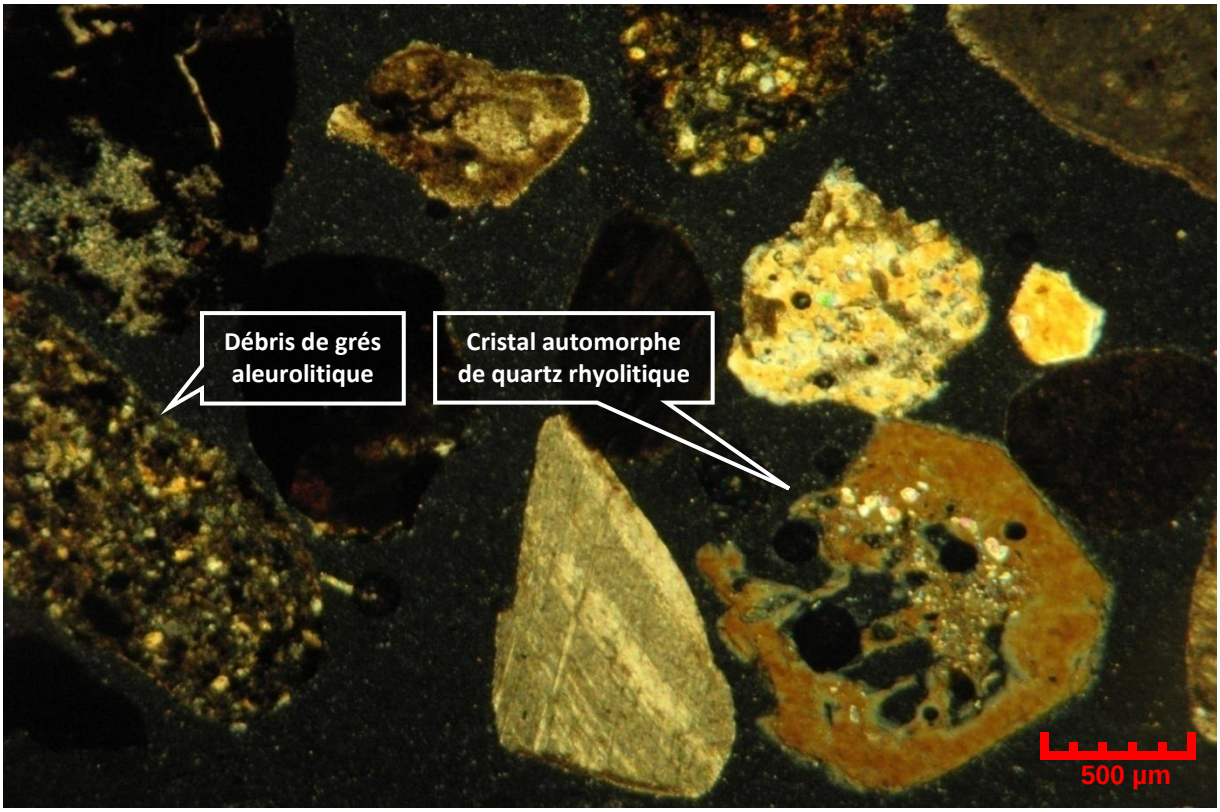
6.2. Lame mince de l'échantillon n°OZI-8 (Objectif 5x0,13 LPA)

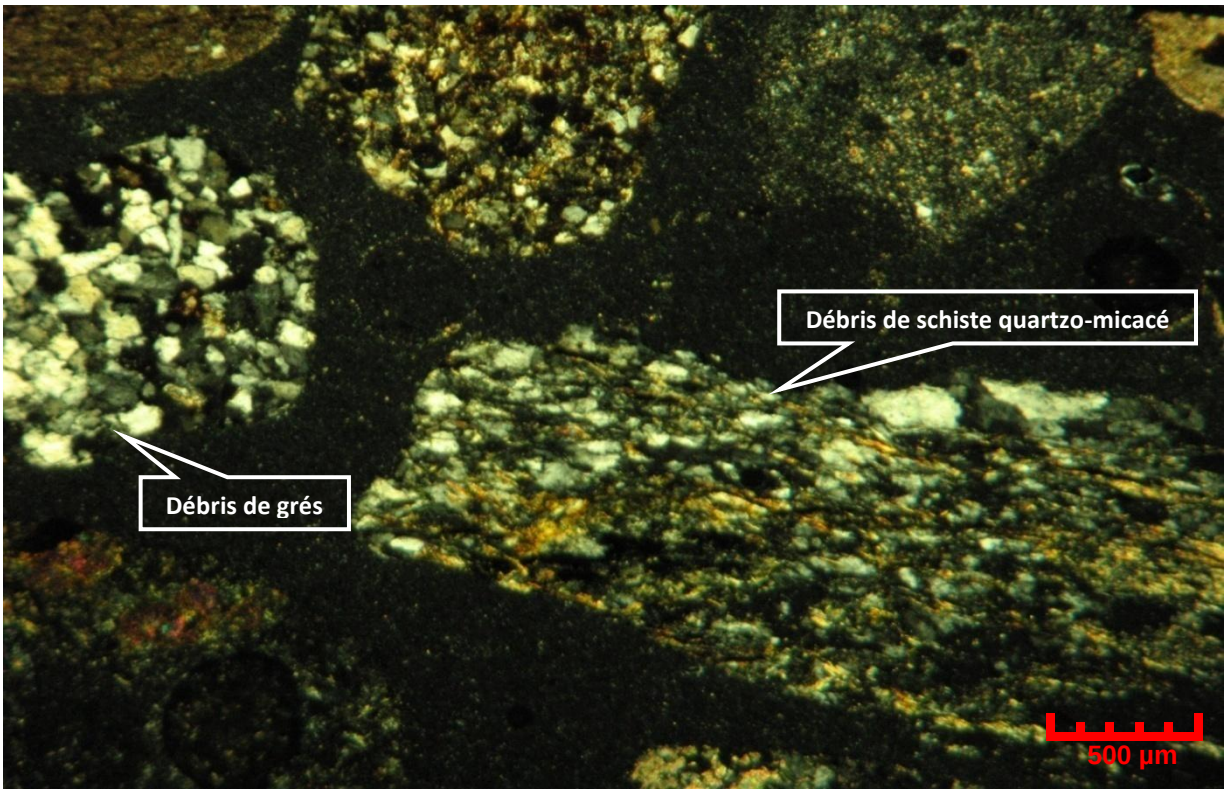


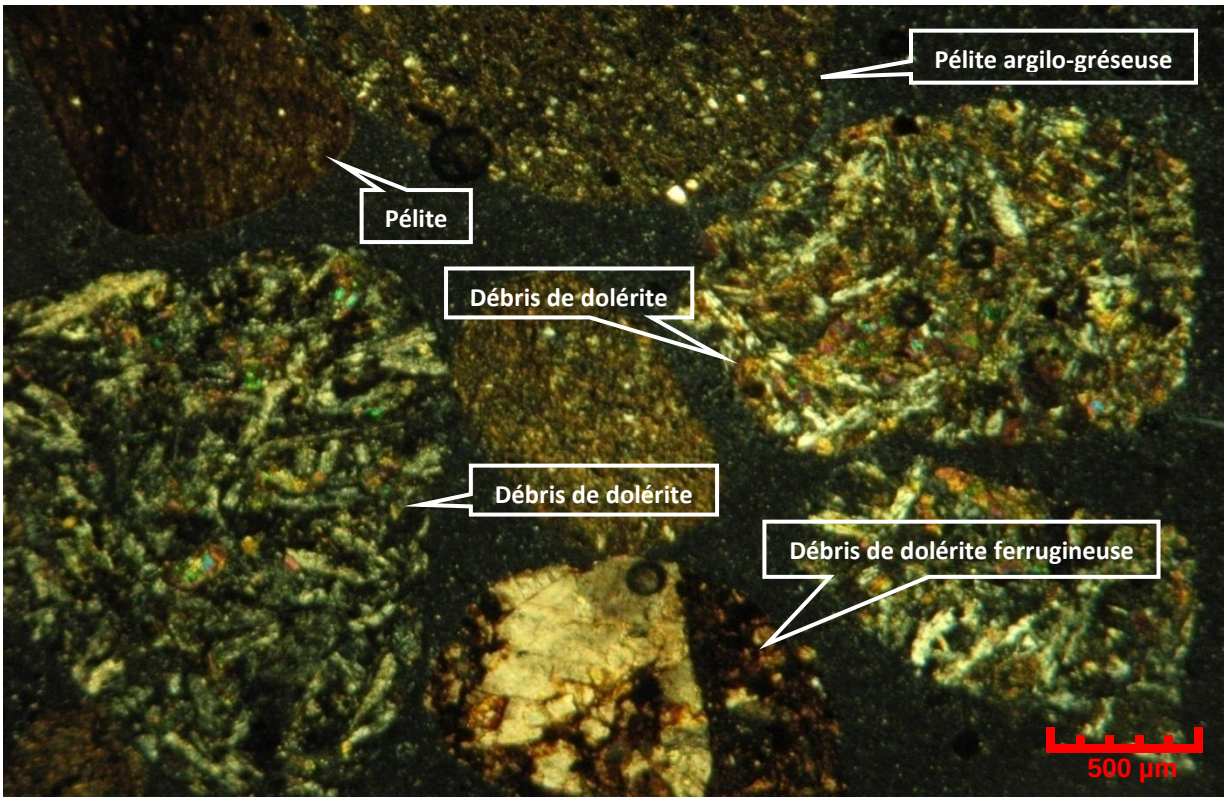
Grain de quartz d'aspect rongé sur les bords et piqueté de tâches noirâtres d'oxydes de fer (hématite).



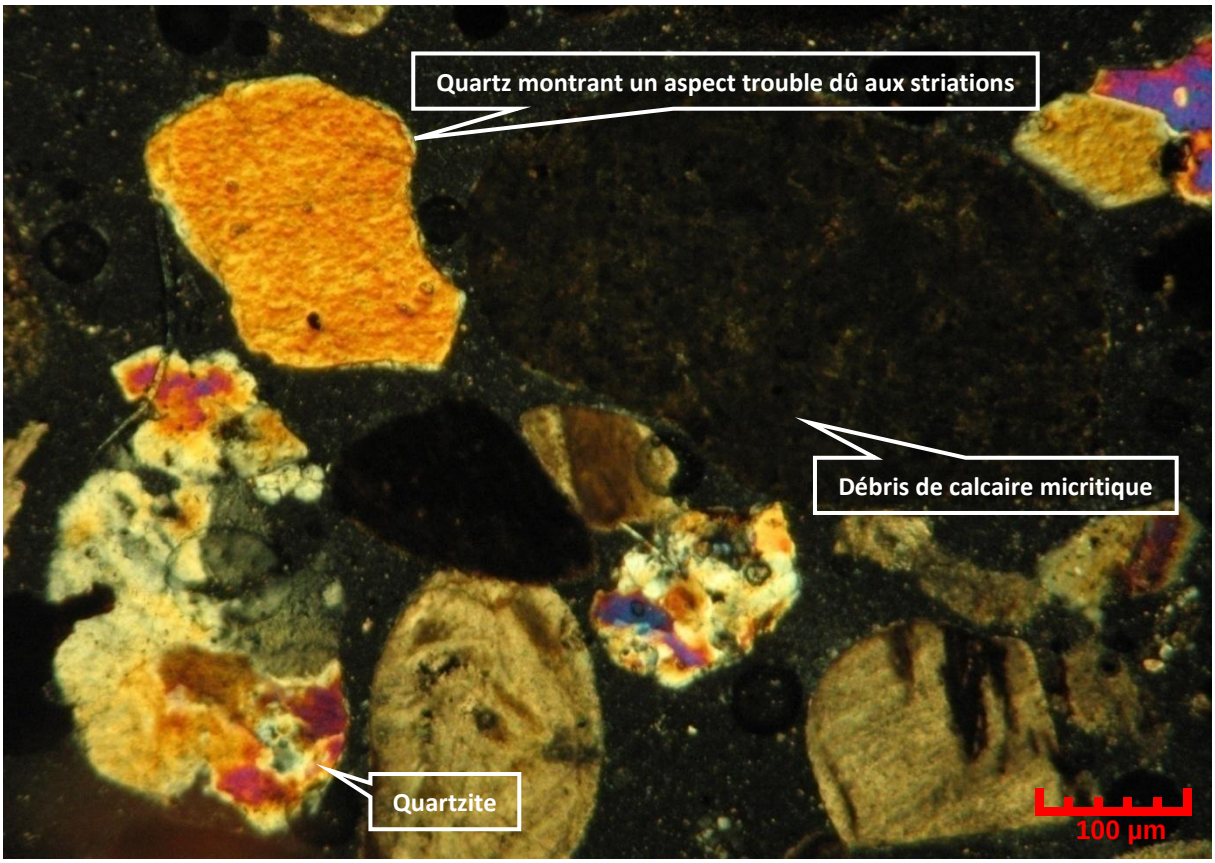

Débris de pélite argileuse
Débris de dolomie
500 µm

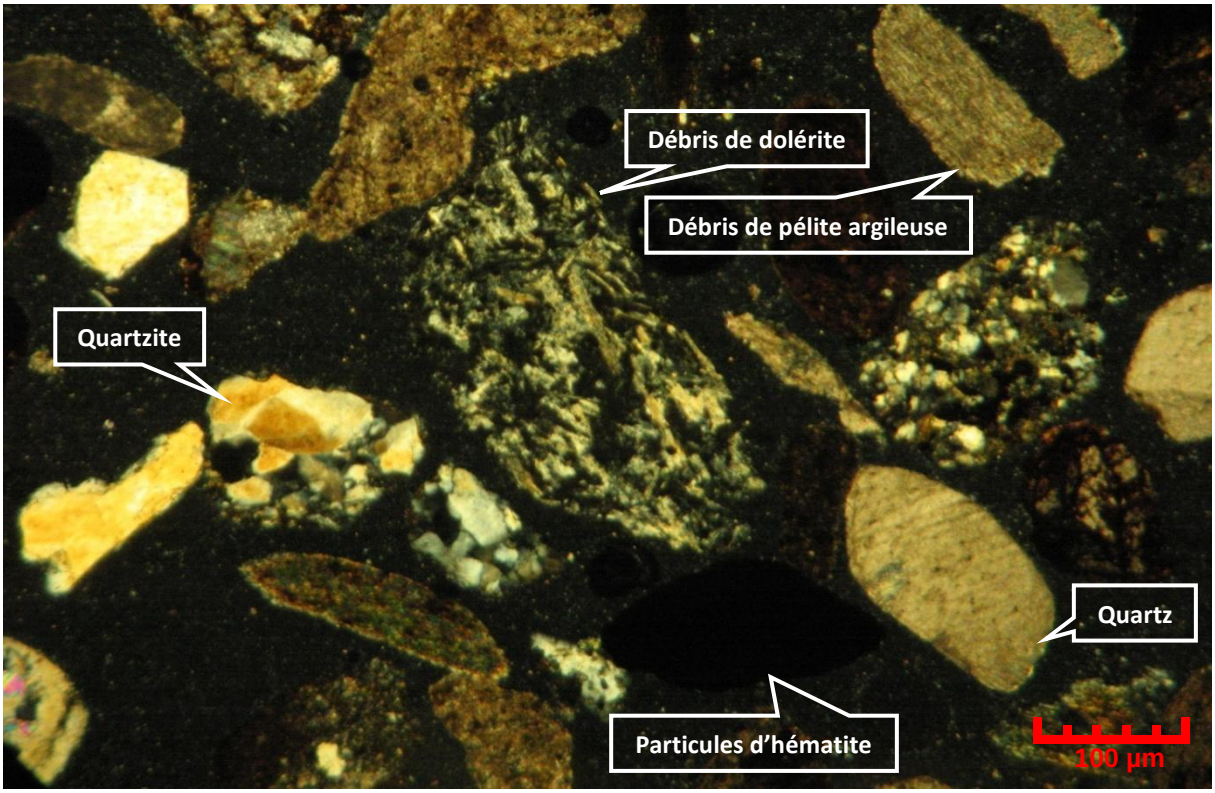

Débris de grés aleurolitique
Cristal automorphe de quartz rhyolitique
500 µm


Débris de schiste quartzo-micacé
Débris de grés
500 µm


Pélite argilo-gréseuse
Pélite
Débris de dolérite
Débris de dolérite
Débris de dolérite ferrugineuse
500 µm

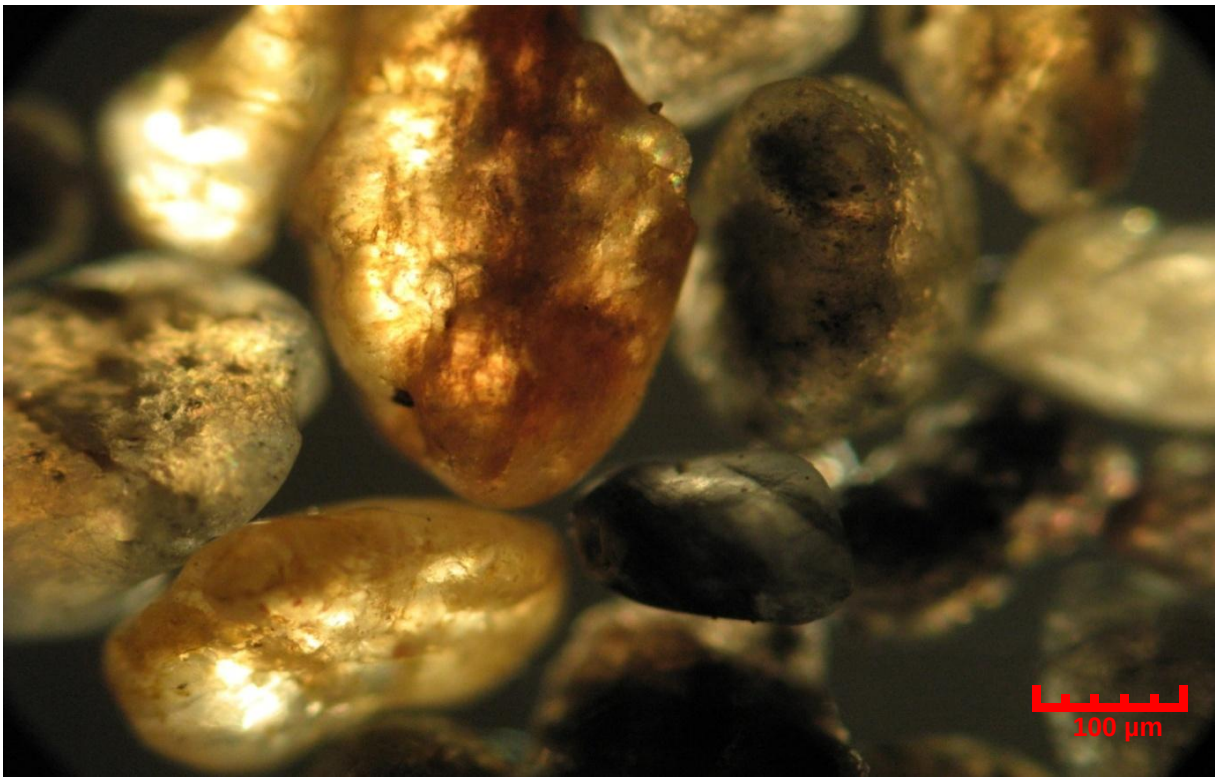
6.3. Lame mince de l'échantillon n°OZI -9 (Objectif 10x0,20 LPA)







Grains de quartz aux arêtes sub-arrondies renfermant de grosses inclusions d'oxydes de fer.



7. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

7.1. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZI-7

L'échantillon ponctuel étudié par nos soins correspondant à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 5 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le tamis de 0,063 mm = 0,07 %, le module de finesse = 3,10, le poids spécifique = 2,835 g/cm^3, le coefficient d'écoulement = 39 secondes et l'équivalent de sable = 94.

II s'agit d'un sable grossier, hétérogène qui apparaît dans des tons dégradés avec une couleur brun grisâtre, gris clair à jaune beige ocre parsemée de tâches brun rougeâtre d'oxydes de fer et blanchâtres de carbonates. Examiné sous la loupe ordinaire et au microscope polarisant l'échantillon a révélé la présence d'une composition minéralogique faite de débris hétérogéniques sédimentaires et magmatiques à prédominance de débris de roches carbonatées qui apparaissent sous différentes formes.

L'analyse morphoscopique des différents débris de roches et de minéraux composant l'échantillon a été faite à la loupe binoculaire. Le microscope polarisant nous a permis de déterminer par contre la composition minéralogique des débris de roches et de minéraux. Il s'agit d'un sable hétérogène composé de débris de roches carbonatées, gréseuses, argileuses et magmatiques. Les minéraux sont représentés par des grains de quartz 01 % de taille jusqu'à 1,2 mm, des éclats de cristaux de calcite, dolomite < 01 %, fragments de coquilles et sections de fossiles, d'oxydes de fer 06 %.

L'examen du contour périphérique et dimensions des galets et des grains de minéraux nous a permis d'apprécier le degré d'usure de ces derniers et de les ranger dans 07 classes :

7.1.1. Classe n°1 : Fragments de calcaire bioclastique

Composant la majeure partie de l'échantillon ≈ 42 %, ces galets se présentent avec des formes allongées et des contours irréguliers soulignés par des arêtes anguleuses parfois émoussés, aplatis.

Dans cette fraction les dimensions des galets varient entre 1,0 mm et 10,0 mm. Parmi lesquels se distinguent des fragments de calcaire micritique de couleur grisâtre et jaunâtre renfermant des empreintes de bioclastes recristallisés. Certains débris sont affectés par une faible silicification.

7.1.2. Classe n°2 : Fragments de pélites argileuses

Ils sont représentés par des galets ≈ 28 %, peu émoussés se présentant avec une forme plus ou moins arrondie ou ovoïde, parfois aplatis ou allongée. Dans cette fraction les dimensions des galets varient entre 1,5 mm et 2,0 mm. Ils sont constitués d'un fond argileux et chloriteux de couleur marron brunâtre à verdâtre englobant de fines granules de quartz.

7.1.3. Classe n°3 : Fragments de roches gréseuses, quartzites

Composant ≈ 15 %, de l'échantillon, ces débris s'observent la plupart avec des formes irrégulières parfois aux arêtes légèrement usées. Parmi lesquels on note la présence de débris de grés aleurolitique avec des formes sub-arrondies constitués d'un matériel détritique à prédominance de quartz liés par un ciment argilo-ferrugineux colorés en marron par les oxydes de fer. Leurs dimensions sont comprises entre 2 mm et 5 mm et leur couleur varie du marron brunâtre au jaune ocre.

Les quartzites de couleur blanc grisâtre se présentent par contre avec des formes aplaties parfois à bords déchiquetés soulignés par des creux.

7.1.4. Classe n°4 : Fragments de calcaire micro-sparithique

Observés sous la loupe binoculaire on remarque que les galets de calcaire microsparithique sont en quantité moindre ou ils composent environ 02 % de cet échantillon. Ils se présentent la plupart avec des formes irrégulières et de couleur blanchâtre. Leurs dimensions sont comprises entre 0,1 mm et 3,0 mm. Ils sont constitués par un assemblage en mosaïque de cristaux de calcite issue de la recristallisation de taille atteignant 0,15 mm et de couleur blanchâtre. Dans certains débris la matrice est affectée par une faible dolomitisation qui se traduit par la présence de nombreux rhomboèdres de dolomite ferruginisés.

7.1.5. Classe n°5 : Fragments de dolomie

Présents en quantité très faible ≈ 2 %, ces débris de couleur jaune ocre tacheté en rouge sont représentés par des fragments à terminaisons sub-anguleuses et de dimensions variant entre 1,0 mm et 5,0 mm. Ils sont constitués d'une matrice dolomitique faite par une mosaïque de cristaux rhomboédriques de dolomite fortement politisés, ferruginisés. Ces débris sont recoupés également des microfissures remplies par de la dolomite en petits rhomboèdres avec les parois tapissées d'oxydes de fer qui les colorent en brun rougeâtre.

7.1.6. Classe n°6 : Fragments de calcaire-gréseux

Constituant ≈ 02 % de l'échantillon ils sont constitués d'un fond calcaire micritique englobant de nombreux tests de bioclastes et un matériel détritique gréseux fin.

7.1.7. Classe n°7 : Fragments de dolérite

Ils sont représentés par des fragments ≈ 02 % constitués de fines baguettes de plagioclases agencés suivant une structure intersertale avec les vides interstitiels occupés par les pyroxènes par endroits d'épidote de couleur jaune verdâtre. Ils sont associés à de rares débris de rhyolites à structure sphérolitique.

7.2. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZI-8

L'échantillon ponctuel étudié par nos soins correspondant à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 4 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le tamis de 0,063 mm = 0,07 %, le module de finesse = 3,80, le poids spécifique = 2,736 g/cm^3, le coefficient d'écoulement = 33 secondes et l'équivalent de sable = 96.

L'analyse morphoscopique des différents débris de roches et de minéraux composant l'échantillon de sable a été faite à la loupe binoculaire. Le microscope polarisant nous a permis de déterminer la composition minéralogique des débris de roches et de minéraux. Il s'agit d'un sable hétérogène composé de débris de calcaire micritique, de grés, quartzite, de pélites argileuses et de roches magmatiques.

L'examen du contour périphérique des galets nous a permis d'apprécier le degré d'usure de ces derniers et de les ranger dans 06 classes :

7.2.1. Fragments de roches sédimentaires

7.2.1.1. Classe n°1 : Fragments de calcaire bioclastique

54 % des galets sont émoussés se présentant avec une forme plus ou moins arrondie ou ovoïde, parfois aplatis. Dans cette fraction les dimensions des galets varient entre 3,5 mm et

15 mm. Ils sont constitués par une matrice calcaire micritique englobant de nombreux tests de bioclastes dessinés par des traînées d'impuretés pélitiques.

7.2.1.2. Classe n°2 : Fragments de pélites argilo-gréseuses

25 % Ils sont représentés par des galets peu émoussés avec des formes sub-arrondie à ovoïde et aux dimensions moyennes variant entre 1,0 mm et 6,0 mm. Ils sont constitués d'une matrice phylliteuse colorée en rouge par de l'hématite et faite essentiellement de fines lamelles déchiquetées de chlorite de couleur jaune verdâtre associée intimement à l'illite qui se présente en fines aiguilles orientées et à la kaolinite micro-lamellaire. Ce fond englobe des grains de quartz extrêmement fins de taille n'excédant pas 0,05 mm.

7.2.1.3. Classe n°3 : Fragments de calcaire-gréseux

10 % ces débris de taille atteignant 6 mm et de couleur jaune beige sont constitués d'un fond calcaire crypto à microcristallin formé d'un assemblage de petits cristaux de calcite masqués parfois par des impuretés pélitiques de nature argilo-ferrugineuse très fines et partiellement recristallisés en plus grands cristaux de calcite maclée de couleur claire. Le matériel gréseux est constitué par du quartz, de l'albite et comme accessoires de la tourmaline, rutile.

7.2.1.4. Classe n°4 : Fragments de grès, quartzites

05 % des galets sont légèrement usés, présentant des traces d'usure soulignées par des arêtes sub-arrondies. Leurs dimensions sont comprises entre 2 mm et 6 mm. Parmi ces débris se distinguent des fragments de grés de couleur marron brunâtre à jaune ocre. Ils montrent une texture aleurolitique formée de fines particules de quartz, plagioclases et de micas liés par un ciment essentiellement argilo-ferrugineux de type contact poreux. Les quartzites sont constitués par des grains de quartz fortement engrenés les uns aux autres suivant une structure engrenée-indentée.

7.2.1.5. Classe n°5 : Fragments de dolomie

03 % la masse générale de la roche est constituée essentiellement par un assemblage en mosaïque de cristaux rhomboédriques de dolomite fortement contaminés par des impuretés pélitiques de nature argilo-ferrugineuses très fines se concentrant parfois à leur centre sous l'aspect de tâches sombres. Certains cristaux de dolomite sont entourés d'une épaisse bordure d'oxydes de fer de couleur rougeâtre.

7.2.2. Classe n°6 : Fragments de roches magmatiques (dolérite)

1 % leurs dimensions varient dans les limites entre 0,5 mm et 2,6 mm. Au microscope ces débris laissent apparaître une structure doléritique intersertale dessinée par des plagioclases développés en petits rectangles de taille n'excédant pas 0,1 mm avec des contours creux, fourchus leur donnant parfois un aspect squelettique. Les espaces intergranulaires sont remplis par des pyroxènes peu altérés et parfois d'épidote (pistachite).

7.2.3. Fragments de roches métamorphiques (schiste)

Au microscope, ces débris apparaissent avec des formes irrégulières et montrent une alternance de lits micacés à muscovite, biotite partiellement chloritisées et de lits quartzo-teldspathique englobant de petits grains de tourmaline.

7.2.4. Fragments minérale

7.2.4.1. Silice (Quartz)

Les minéraux sont représentés par le quartz ≈ 2 % se présentant en grains mal usés aux formes sub-anguleuses à sub-arrondies et avec des contours fortement corrodés souvent denticulés, esquilleux et fortement corrodés. Leur taille moyenne varie entre 0,6 mm et 1,7 mm. Certains cristaux présentent par contre des golfes de corrosion.

7.2.4.2. Feldspaths (Microcline)

Elle s'observe en cristaux xénomorphes de taille jusqu'à 0,8 mm montrant un quadrillage irrégulier.

7.2.4.3. Carbonates (Calcite, Dolomite)

Ils sont représentés par des éclats de cristaux parfois aux formes rhomboédriques et de couleur rosâtre.

7.2.4.4. Micas

Ils sont représentés par de la biotite en lamelles déchiquetées de couleur brun jaunâtre parfois hématitisées, chloritisées associée à la muscovite.

7.2.4.5. Amphiboles

Ils sont représentés par de rares cristaux d'hornblende verte en cristaux xénomorphes à bords déchiquetés.

7.2.4.6. Oxydes de fer (Hématite)

Ils se présentent sous forme de particules informes de couleur marron brunâtre à opaque noirâtre et de taille atteignant 0,1 mm liés soit aux roches carbonatées ou aux roches argileuses. Dans la fraction minérale ces oxydes de fer sont en inclusions dans le quartz.

7.3. Interprétation des résultats de l'échantillon n°OZI-9

L'échantillon ponctuel étudié par nos soins correspondant à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 1,25 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le tamis de 0,063 mm = 0,35 %, le module de finesse = 2,70, le poids spécifique = 2,850 g/cm^3, le coefficient d'écoulement = 28 secondes et l'équivalent de sable = 89.

L'analyse minéralogique de l'échantillon en question nous a permis de constater l'abondance des débris de roches carbonatées, gréseuses et de pélites argilo-gréseuses. Les débris de roches magmatiques, de quartz et les oxydes de fer se trouvent en quantité plus faible.

L'analyse morphoscopique des différents débris composant l'échantillon a été faite à la loupe binoculaire. Il s'agit en effet d'un sable à éléments hétérogéniques de grosseurs et de couleurs variées.

Au microscope polarisant, l'examen en lumière polarisée-analysée montre une majorité de débris de roches carbonatées, de grés aleurolitique et quartzite. De rares fragments de dolérite, de quartz ≈ 8 % (aux dimensions moyennes comprises entre 0,6 mm et 1,7 mm), de particules d'oxydes de fer et de carbonates (calcite, dolomite, des tests d'organismes globigérines, nummulites, lamellibranches) s'observent également parmi ces débris.

L'examen des caractères granulométriques et du contour périphérique des galets nous a permis d'apprécier le degré d'usure de ces derniers et de les ranger dans 05 classes :

7.3.1. Classe n°1 : Fragments de calcaire micritique (brun-grisâtre)

48 % ils se présentent avec des arêtes légèrement émoussées leur donnant une forme sub-arrondie parfois à terminaisons aigues, rarement sub-anguleuses et aux dimensions moyennes comprises entre 0,5 mm et 12 mm. Ils montrent une matrice micritique de couleur brun jaunâtre constituée essentiellement par un assemblage de minuscules cristaux de calcite partiellement contaminés par des impuretés pélitiques de nature argilo-ferrugineuse très fines qui forment par endroits des accumulations se présentant sous l'aspect de tâches rouge brique. Ces débris renferment des formes reliques de bioclastes appartenant probablement à des lamellibranches, accompagnés par des globigérines et des textulaires.

7.3.2. Classe n°2 : Fragments de pélites argileuses

30 % ils sont représentés par de particules de forme souvent ovoïde, allongée, aplatie parfois en forme d'haricot et avec des arêtes légèrement émoussées. Leurs dimensions sont comprises entre 0,3 mm et 3,0 mm et présentent des couleurs bariolées dans les tons marron brunâtre et brun jaunâtre.

Au microscope ils apparaissent avec une couleur marron-brunâtre à verdâtre et une matrice phylliteuse faite essentiellement de fines écailles et lamelles orientées de séricite et d'illite finement pigmentés d'hématite.

7.3.3. Classe n°3 : Fragments de roches gréseuses, quartzites

10 % des galets sont peu usés avec la forme sub-arrondie rarement ovoïde et de dimensions moyennes variant entre 0,4 mm et 1,0 mm. Ils sont représentés par des débris de grés à structure aleurolitique. Leur couleur varie du gris foncé au marron brunâtre et jaune beige. Quant aux quartzites, de couleur (Blanc grisâtre), ils sont constitués essentiellement de quartz se présentant en grains xénomorphes avec des contours indentés fortement engrenés les uns aux autres suivant une structure engrenée-dentelée et montrant parfois une faible régénération par de la silice secondaire. Cette régénération est dessinée par une auréole claire séparée par une fin liserée d'hydroxydes de fer marquant le contour des anciens grains de quartz.

7.3.4. Classe n°4 : Fragments de dolomie

03 % examinés en lame mince ces fragments apparaissent avec des formes sub-géométriques soulignées par des contours réguliers dessinant des formes triangulaires ou rectangulaires et une matrice dolomitique formée par un assemblage en mosaïque de cristaux de dolomite aux formes rhomboédriques masqués parfois par des impuretés pélitiques de nature argile-ferrugineuses très fines se concentrant souvent à leur centre sous l'aspect de taches sombres. Ces débris sont recoupés par des microfissures ramifiées remplies de fins cristaux de dolomite et d'hydroxydes de fer qui forment par endroits des accumulations de couleur marron brunâtre. Leurs dimensions sont comprises entre 0,8 mm et 1,7 mm.

7.3.5. Classe n°5 : Fragments de roches magmatiques (dolérite)

1 % leurs dimensions varient dans les limites entre 0,5 mm et 1,4 mm au microscope ces débris laissent apparaître une structure doléritique intersertale dessinée par des plagioclases

développés en petits rectangles de taille n'excédant pas 0,1 mm et avec des contours creux, fourchus leur donnant parfois un aspect squelettique. Les espaces intergranulaires sont remplis par des pyroxènes peu altérés et parfois d'épidote (pistachite).

CONCLUSION GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le littoral de la région de Jijel est caractérisé par la présence de plusieurs gisements et indices de substances utiles polymétalliques et nom métalliques. Ces minéralisations ont fait l'objet de plusieurs études géologiques et gîtologiques et ce depuis le début du siècle dernier. Ces travaux ont permis la découverte de plusieurs gisements, et plusieurs indices très prometteurs.

La région de Jijel fait partie de la petite Kabylie, entité géographique des chaînes côtières de l'Est algérien. Ces chaînes appartiennent à la chaîne alpine d'Afrique du Nord. La chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides fait partie de l'orogène alpin péri-méditerranéen (Durand-Delga, 1969) d'âge Tertiaire qui s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2 000 km depuis l'Espagne du Sud à l'arc calabro-sicilien.

Le secteur d'Oued Zhour est situé à l'Est de la wilaya de Jijel, il est lié, administrativement à la commune d'El Milia (Wilaya de Jijel) et la commune d'Oued Zhour (Wilaya de Skikda). L'accès au secteur se fait par une route d'environ 18 km vers le Nord de la route CW n°39 qui relie El Milia à Collo. La plage d'Oued Zhour est limitée au Nord par la mer Méditerranée au Sud par douar Béni Férguén, à l'Est par le massif granitique Cap Bougaroun et à l'Ouest par la presqu'île d'Aourâr. La plage d'Oued Zhour présente une longueur d'environ 6,5 Km et une largeur qui varie entre 350 m et 1,5 Km.

Le secteur d'Oued El Kébir est situé à l'Est de la wilaya de Jijel, il est lié, administrativement à la commune d'El Milia (Wilaya de Jijel). L'accès au secteur se fait par la route RN n°43 qui relie la ville de Jijel à El Milia. La plage d'Oued El Kébir (Plage rocher aux moules et plage Béni Bélaid) est limitée au Nord par la mer Méditerranée au Sud par douar Béni Bélaid, à l'Est par Djebanet El Marsa et à l'Ouest par l'île la Rocher. La plage d'Oued El Kébir est d'une longueur de 7 Km et une largeur qui varie entre 250 m et 1 Km.

Sur le territoire d'Oued Zhour et Oued El Kébir, sont largement répandus les terrains métamorphiques du socle Kabyle attribués au Précambrien surmontés en discordance par les formations de l'Oligocène à klippes sédimentaires de l'Albo-aptien. On distingue sur le territoire en question les ensembles intrusifs du Précambrien et Paléogène tardif. Les granites du Paléogène tardif sont très répandus dans la partie Nord du territoire. Les intrusions précambriennes ont un développement très limité et se localisent dans les roches métamorphiques sous forme de corps relativement petits. Les formations quaternaires sont largement développées et ils sont représentés par le Maghrébien-méssaoudien (terrasses marines de poudings), Moulouyen-salétien (grès à rares lits très minces de gravillons), Ouljien (sables littoraux marins), Soltanien (alluvions et formation éoliennes) et Rharbien (plages de sable marins, alluvions, sédiments éoliens et lacustro-marécageux).

La structure tectonique du territoire d'Oued Zhour et Oued El Kébir est prédéterminée par la position que celle-ci occupe dans la zone de raccordement du massif du Cap Bougaroun aux blocs Skikda-El Milia de la Kabylie de Collo. Les grands accidents tectoniques du type failles de décrochement qui partagent le territoire en blocs subparallèles relativement étroits sont orientés Nord-Est, conformément aux structures essentielles de la région. Les plans des failles sont d'habitude raides avec un pendage de 60 – 75° au Nord-Ouest. Les fractures secondaires sont subméridiennes orientées Nord-Ouest. Deux étages structuraux se

distinguent nettement sur le territoire de l'étude : l'étage Précambrien et l'étage Paléogène supérieur.

Le secteur de Ziama Mansouria est située à mi-chemin entre la wilaya de Jijel (40 km) à l'Est et celle de Béjaïa (50 km) à l'Ouest, il est lié, administrativement à la commune de Ziama Mansouria (Wilaya de Jijel). L'accès au secteur se fait par une piste très raide d'environ 50 m vers le Nord de la route RN n°43 qui relie Jijel à Béjaia. La plage d'Oued Ziama est limitée au Nord par la mer méditerrané au Sud par le douar de Tizeguetam, à l'Est par le village de Ziama Mansouria et à l'Ouest par la presqu'île de Boublaten. La plage d'Oued Ziama présente une longueur d'environ 1,5 Km et une largeur qui varie entre 10 et 50 m.

Les ensembles stratigraphiques constituant le territoire d'Oued Ziama Mansouria et sa région se distinguent par la diversité de leur chronologie (qui s'étend du Trias au Quaternaire), de leur composition et de leur genèse (sédimentaire et volcanique) ainsi que de l'affinité de leur faciès (faciès marin, lagunaire et continentaux). Les terrains les plus répandus sont d'âge Mésozoïque (Trias, Jurassique et Crétacé) et Cénozoïque (Paléogène, Néogène et Quaternaire). Les terrains quaternaires ont une extension assez réduite sur le territoire d'Oued Ziama Mansouria. Ils comprennent des formations alluviales, terrasses (marines, fluviatiles), terrains de pentes (diluviums, colluvions, éboulis), dépôts torrentiels et dépôts de sources hydrothermales (tufs, calcaires et travertins).

La région d'étude se trouve dans la partie orientale du domaine plissé de l'Atlas Tellien (branche méridionale de la ceinture orogénique Alpine Méditerranéenne), appelée « Berbérie », selon M. Durand Delga, 1969. Les principaux éléments structuraux de ce domaine sont :

- Les massifs kabyles (zone interne) ;
- Zones plissées des chaînes telliennes (Bibans, Babors, Nord-Sétifien …), appartenant à la zone externe.

La limite entre ces deux zones passe par la dorsale kabyle. La structure de la région résulterait de l'interaction de deux grands compartiments géologiques (microcontinent kabyle et bordure septentrionale réactivée de la plate-forme africaine ou plaque épi-hercynienne), sur laquelle, le Trias s'est mis en place (le miogéosynclinal Tellien).

Au cours du chevauchement de la plaque épi-hercynienne par le microcontinent les formations miogéosynclinales qui la recouvraient furent plissées et charriées suivant des plans de chevauchements plats, avec formation de nappes à déplacement horizontal, relativement peu important. Ce sont dans la région d'étude, les nappes de Brek, Barbacha, Draa El Arba et Béni-Ourtilane (Djemila). Sur ces nappes à faciès tellien, se superposent les nappes de flysch à grand déplacement horizontal. Les flyschs des nappes se distinguent nettement des terrains des nappes telliennes contemporaines. C'est pour cette raison qu'il est considéré que leur sédimentation s'est opérée dans des bassins différents qui, depuis le Crétacé, étaient séparés par la dorsale kabyle à l'Ouest (chaîne du Djurdjura) et à l'Est de la région d'étude.

L'étude des caractéristiques géologiques, minéralogiques, pétrographiques et sédimento-logiques des sables côtiers d'Oued Zhour, Oued El Kébir et Oued Ziama Mansouria, a été réalisée sur (09) neuf échantillons, dont les résultats des travaux réalisés sont les suivants :

Les caractéristiques des sables côtiers d'Oued Zhour correspondants à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 1,25 mm de diamètre, où la teneur

en fines sur le tamis de 0,063 mm varie entre 0,13 % et 0,34 %, le module de finesse varie entre 2,10 et 2,14, le poids spécifique varie entre 2,696 g/cm^3 et 2,821 g/cm^3, le coefficient d'écoulement = 25 secondes et l'équivalent de sable varie entre 93 et 97. C'est un sable plus ou moins homogène de couleur jaune beige clair à blanchâtre. Le quartz représente l'élément constitutif essentiel dont le pourcentage atteint 78 %. Les autres minéraux sont représentés par les feldspaths ≈ 4-5 % (plagioclases, microcline), micas ≈ 5-6 % (biotite, muscovite, chlorite, séricite), particules de carbonates ≈ 9 % (calcite, dolomite, fossiles), oxydes de fer (hématite) ≈ 2-3 % avec comme minéraux accessoires ≈ 1 % de la tourmaline, du zircon et du grenat de couleur rosâtre.

Les caractéristiques des sables côtiers d'Oued El Kébir correspondants à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 3,15 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le tamis de 0,063 mm varie entre 0,21 % et 1,04 %, le module de finesse varie entre 2,20 et 3,40, le poids spécifique varie entre 2,683 g/cm^3 et 2,723 g/cm^3, le coefficient d'écoulement varie entre 25 et 31 secondes et l'équivalent de sable varie entre 91 et 96. C'est un sable à grains hétérométriques fins à grossiers et de couleur dégradée dans les tons jaune-beige foncé à marron brunâtre. L'élément constitutif essentiel est représenté par le quartz dont le pourcentage atteint 68 %. Les autres minéraux sont représentés par les feldspaths ≈ 5 % (plagioclases, feldspaths potassiques), de micas ≈ 10 % (biotite, muscovite et chlorite), des particules d'oxydes de fer ≈ 3 % (hématite) qui apparaissent sous forme de tâches noirâtres, carbonates ≈ 15 % (particules de roches carbonatées, calcite et dolomite) avec comme minéraux accessoires < 1 % de la tourmaline, du zircon et de rares grains de grenats de couleur rosâtre.

Les caractéristiques des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria correspondants à un sable naturel, présente une granulométrie qui varie entre 0,063 mm et 5 mm de diamètre, où la teneur en fines sur le tamis de 0,063 mm varie entre 0,07 % et 0,35 %, le module de finesse varie entre 2,70 et 3,80, le poids spécifique varie entre 2,736 g/cm^3 et 2,850 g/cm^3, le coefficient d'écoulement varie entre 28 et 39 secondes et l'équivalent de sable varie entre 89 et 96. II s'agit d'un sable grossier, hétérogène qui apparaît dans des tons dégradés avec une couleur brun grisâtre, gris clair à jaune beige ocre parsemée de tâches brun rougeâtre d'oxydes de fer et blanchâtres de carbonates. La présence d'une composition minéralogique faite de débris hétérogéniques sédimentaires et magmatiques à prédominance de débris de roches carbonatées qui apparaissent sous différentes formes. Il est composé de débris de roches carbonatées, gréseuses, argileuses et magmatiques. Les minéraux sont représentés par des grains de quartz ≈ 1-2 % de taille jusqu'à 1,2 mm, des éclats de cristaux de calcite et dolomite < 1 %, fragments de coquilles et sections de fossiles, amphiboles et oxydes de fer 6 %. Les fragments de roches sédimentaires sont représentés par des calcaires bioclastiques ≈ 42-54 %, des pélites argileuses ≈ 28-30 %, des grés-quartzites ≈ 5-15 %, des calcaires micro-sparithiques ≈ 2 %, des dolomies ≈ 2-3 %, des calcaire-gréseux ≈ 2-10 %, des calcaire micritique (brun-grisâtre) ≈ 48 % et des pélites argilo-gréseuses 25 %. Les fragments de roches magmatiques sont représentés par la dolérite ≈ 1-2 %. Et les fragments de roches métamorphiques sont représentés par les schistes.

A l'issue des travaux de Laboratoire, il a été mis en évidence cinq (05) nouveaux indices à minéraux de valeurs, où deux (02) indices à ***Tourmaline, Zircon et Grenats,*** dans les sables côtiers d'Oued Zhour : n°OZH-1 (x = 255 041, y= 4 090 383) et n°OZH-2 (x = 253 522, y = 4 089 226) ; et trois indices à ***Oxyde de fer (Hématite)***, un indice dans les sables côtiers d'Oued Zhour : n°OZH-1 (x = 255 041, y = 4 090 383), un indice dans les sables côtiers d'Oued

El Kébir : n°OEK-4 (x = 244 657, y = 4 086 266) et indice dans les sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria : n°OZI-8 (x = 718 636, y = 4 060 199).

L'analyse, l'étude et l'utilisation des lois qui régissent la formation et la distribution spatiale des minéralisations sous forme de contrôle (métallotectes) et guide de recherche constitue une des principales activités de la recherche et de la prospection géologique et minière. Pour les sables côtiers d'Oued Zhour, Oued El Kébir et Oued Ziama Mansouria, nous avons dégagé les métallotectes suivants :

1) **Métallotectes stratigraphiques :**
   - Ensembles Intrusifs du Précambrien (formations basiques, neutres et acides) ;
   - Les diabases triasiques ;
   - Le magmatisme du Paléogène tardif ;
   - Les sédiments alluvionnaires, éoliens et marins du Quaternaire.
2) **Métallotectes sédimentologiques :**
   - Les roches marno-argileuses et détritiques qui se sont déposées au cours d'un même cycle de sédimentation de l'étage tardi-Paléogène.
3) **Métallotectes magmatiques :**
   - Les granites leucocrates et mélanocrates à biotite ;
   - Les granodiorites porphyroïdes ;
   - Les diabases du Trias renferment toujours de l'hématite (oligiste) et présentent quelque fois une dissémination de chalcopyrite. La pyrite est également présente localement dans les diabases triasiques.
4) **Métallotectes minéralogiques :**
   - Quartz, Or ;
   - Tourmaline, Zircon, Disthène et Grenats ;
   - Barytine, Kaolin, Séricite, Chlorite et Graphite ;
   - Cassitérite et Scheelite ;
   - Magnétite, Limonite, Goethite, Sidérose et Hématite ;
   - Cinabre, Pyrite, Chalcopyrite, Cuivre gris, Malachite et Azurite.
5) **Métallotectes lithologiques :**
   - Les schistes à séricite, chlorite, quartz et graphite de la série Kabyle supérieure ;
   - Les amphibolites à texture gabbroïde ;
   - Les terrains d'altération kaolinitique qui sont développés sur les gneiss œillés ;
   - Gneiss œillés, Dolomies, Gypse et Calcaires massifs du Jurassique ;
   - Graviers, Galets, Sables et Argiles.
6) **Métallotectes géochimiques :**
   - Fe, Cu, Pb, Zn, Mn, Sn, W, Au, Hg et Sb ;
   - Greïsinisation, Albitisation, Séricitisation, Chloritisation et Kaolinitisation.
7) **Métallotectes tectoniques :**
   - La discordance majeure de la couverture du socle kabyle avec les terrains précambriens qui se trouve dans la zone de jonction entre le massif du Cap Bougaroun et le bloc tectonique de Skikda-El Milia ;

- Le plan de contact entre les granites tardi-paléogènes et les roches oligocènes ;
- Le contact entre les séries Kabyle inférieure et moyenne ;
- Les dykes stratifiés des granites gneissoïdes à deux micas ;
- Les filons de pegmatite dans les schistes cristallins de la série Kabyle moyenne ;
- Les dykes et filons d'aplites à minéraux métallifères ;
- Le contact du sous étage Kabyle inférieur avec les schistes cristallins ;
- La grande quantité des filons de quartz différemment orientés qui recoupent les terrains du sous étage Kabyle supérieur ;
- De nombreuses fractures associées aux mouvements tectoniques Oligocènes. La plupart de ces fractures continuent d'exister au Néogène et ont rejoué par la suite à de nombreuses reprises, et qui contrôlent la mise en place des minéralisations (filons de quartz et de barytine intensément bréchifiés, schistifiés ou mylonitisés) ;
- Un dyke de diabase épais de 3 m environ associé aux terrains triasiques au Sud du col de K'frida ;
- Les accidents cassants et plus particulièrement avec leur jonction ;
- Les failles secondaires d'Agrioun et celles de K'frida, situé dans le massif jurassique d'Oumellal.

8) Métallotectes géomorphologiques :

- Les bassins versants d'Oued Zhour, Oued El Kébir et Oued Ziama Mansouria.
- Éluvium, Déluvium, Proluvium, Bed-Rock, Placers, Plages, Terrasses alluvionnaires et marines ;

9) Métallotectes hydrogéologiques :

- Les sources associées aux grès paléogènes, où les eaux sont potables, chloruro-hydrocarbonatées sodiques, avec une minéralisation de l'ordre de 0,5 g/l ;
- Les sources permanentes qui se trouvent que dans les zones faillées et qui sont développées dans la zone d'altération des granites et des terrains métamorphiques, les eaux de ces sources se distinguent d'ailleurs par une minéralisation de 0,4 à 0,5 g/l et une teneur plus haute en chlore.

RECOMMANDATIONS

D'une manière générale, la connaissance granulométrique, minéralogique, pétrographique et chimique des sables doit être améliorée. Les grains de quartz doivent faire l'objet d'étude détaillée au microscope électronique à balayage. Des études sur le zircon, grenat, tourmaline et hématite doivent également être entreprises. Des dosages des éléments en trace doivent être réalisés dans chaque type de sable.

Je trouve cependant que le zircon est une pierre qui mérite d'être mise en valeur, car l'on peut retrouver à l'état naturel de très beaux cristaux possédant un très bel éclat dans des couleurs variées et de qualité gemme. Par ailleurs, c'est une pierre d'intérêt scientifique, car il est possible grâce aux isotopes radioactifs de dater les roches et également de comprendre son état métamicte.

Une synthèse paléogéographique générale de l'ensemble des bassins versants des oueds de la région de Jijel permettrait de définir les règles de répartition des minéralisations, et de

mettre en évidence des métallotectes et guides de recherches, pour la prospection de nouveaux indices et gisements. En outre, cette étude permettrait une synthèse régionale du réseau hydrographique.

Une prospection régionale (recherche détaillée) à une échelle appropriée entre 1/10 000 et 1/5 000 sur des surfaces perspectives (bassins versants d'Oued Zhour, Oued El Kébir et Oued Ziama Mansouria) où on été découverts les cinq (05) nouveaux indices minéralisés, ou même des surfaces dégagés par des travaux antérieurs. Le but est la mise en évidence de tout les corps minéralisés industrielles et l'estimation de leurs potentialités dans les limites des surfaces perspectives dégagées par tous les travaux antérieurs, et l'estimation de leurs potentialités qui nécessitent la détermination de leurs formes, leurs dimensions, la qualité du minerais et les conditions de gisement. Ce problème est résolu par un levé géologique détaillé, des travaux géophysiques et géochimiques dans un volume assez important. Les indices minéralisés doivent être considérés comme des indicateurs d'une minéralisation probable en profondeur. La finalité de ce travail doit dresser une carte prévisionnelle (carte gîtologique) intégrant les métallotectes positifs, négatifs, relatifs, absolus, pour définir les aires à prospecter, ou, au contraire, à éliminer. L'échelle de ces cartes est de plus en plus grande lors du développement d'un programme d'exploration.

Enfin, on espère par cette étude des caractéristiques des sables côtiers des secteurs d'Oued Zhour, Oued El Kébir et Oued Ziama Mansouria, fournir les éléments géologiques nécessaires pouvant aider à mieux cibler les zones à prospecter.

BIBLIOGRAPHIE

Abouev D. V. (1972) : Synthèse sur la géologie et lois de distribution des gîtes de métaux rares et précieux de l'Algérie du Nord (SONAREM, Inédite).

Alain F. et Raoult J. F. (2010) : Dictionnaire de géologie, 7ième édition DUNOD, 388 pages, Paris, Frances.

Azizbékov R. Ch. (1971) : Synthèse sur la géologie et lois de distribution des gîtes de métaux ferreux de l'Algérie du Nord (SONAREM, Inédite).

Bétier. G (1933) : Notice explicative de la feuille Ain Kechra au 1/50 000, Publication Service carte Géologique de l'Algérie.

Bolfa J (1948) : Contribution à l'étude des gîtes métallifères de la Kabylie de Collo et de la région de Bône, Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie, série n°1 (Thèse Nancy).

Bolfa J., Hilly J. et Roubault M (1952) : Massifs cristallins du Nord Constantinois, Bulletin XIXième Congr. Géol. Int. Alger, Mon. Rég. Algérie n°23.

Bouillin J. P. (1971) : Découverte du Mésozoïque épi-métamorphique du Nord-Est d'El Milia (Petite-Kabylie) ; La fenêtre des Béni Toufout. C. R. Somm. Soc. géol. Fr., p. 115-116, Paris.

Bouillin J. P. (1986) : Le « bassin maghrébin » : une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'Ouest des Alpes, Bulletin Soc. Géol. France, 8 (2) 547-558.

Bouillin J. P. et Raoult J. F. (1971) : Le numidien interprété comme néo-autochtone sur le massif ancien de la Petite-Kabylie et sur les flyschs externes en position nord-Kabyle (Nord Constantinois). Bulletin Serv. Géol. Fr., Paris.

Bouillin J. P. et Raoult J. F. (1971) : Présence sur le socle Kabyle du constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flyschs, Le numidien peut être un Néo autochtone ?, Note soumise à la commission du bulletin présentée en communication orale le 15 mars 1971, Pré tirage.

Bouillin J. P., Durand Delga M., Gélard J. P., Leikine M., Raoult J. F., Raymond D., Téfiani M. et Vila J. M. (1970) : Définition d'un flysch Massylien et Maurétanien au sein des flyschs allochtones de l'Algérie C. R. Acad. Sc. (D), 270, p. 2249-2252, Paris.

Bulletin d'information trimestriel de l'Agence Nationale du Patrimoine Minier de l'Algérie : Bulletin n°7, Novembre 2010, ISSN : 1112-9816.

Caire A., Coutelle A. et Obert D. (1968) : Tectonique des extrémités de la chaine des Babors, Algérie B. S. G. F. (7), p. 658-678, Paris.

CHABOU Moulley Charaf (2014) : Géologie régionale de la chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides, cours fait par le Docteur CHABOU M. C., Maître de conférences classe A à la faculté géologique de l'Université de Sétif.

Clout J. M. F. et Simonson B. M. (2005) : Precambrian iron formations and iron formation-hosted iron ore deposits, Economic Geology, 100th Aniversary Volume, P.P. 643-679.

Diamond Mines and Mining : www.khulsey.com/jewelry/kh_jewelry_diamond_mining.html.

Duplan L. (1952) : Études sur les gisements de fer de l'Algérie. Réflexions générales sur la stratigraphie, la tectonique et les gisements de fer de la Kabylie des Babors. XIXième congrès géologique international, symposium sur le fer, T. 1, p. 63-68, Alger.

Duplan L. (1952) : La région de Bougie, Monographies régionales, 1ère série, Algérie n°I7, XIXième Congr. Géol. Inter. Alger.

Duplan L. (1952) : Volcanisme tertiaire. Bordure Nord des chaînes Telliennes, Lambeaux de la couverture calcaire littorale Kabyle, Publication XIXième - Congrès Géol. Int., Alger.

Duplan L. (1954) : Volcanisme tertiaire, Bordure Nord des chaînes teIliennes-Lambeaux de la couverture calcaires des chaînes littorales Kabyles. Publication XIXième Congr. Géol. Inter. Alger, Livret Croisière, P. P. 83-91.

Duplan L. (1955) : Étude structurale de Bou-Kiama Bulletin Sce. et Écon. BRMA, Alger, n°1, P. 61.

Duplan L. (1961) : Les terrains anciens de la région de Bougie et leur couverture, C. R. Acad. Sce., T. 232, n°26, p. 2462-2454, Paris.

Durand Delga M. (1954) : Les rapports des venues doléritiques du Moul Ed Demamène (chaine numidique) et de la mise en place de la nappe bordière de la Petite-Kabylie. XIXième congrès géologique international Sec. XV, La paléo-volcanologie et ses rapports avec la tectonique, p. 37, Paris.

Durand Delga M. (1955) : Étude géologique de l'Ouest de la chaîne Numidique, Publication service carte géologique Algérie. 1ère série Stratigraphie, Description régionale n°24 Alger.

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

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

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

Durand Delga M. et Lambert A., (1956) : La bordure occidentale de la nappe de Guerrouch (Nord constantinois, Algérie), 1956, C. R. Somm. Soc. géol. Fr. n°15, p. 296, Paris.

Durand Delga M. et Magné J. (1952) : Note préliminaire sur le Néogène du bassin de Djidjelli (Nord Constantinois, Algérie), C. R. Somm. Soc. Géol. Fr., p. 224, Paris.

Durand Delga M., (1969) : Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie (1969) Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie, novembre, série n°39, p. 89-131, Alger.

Durand Delga M., Lambert A. et Magné J. (1955) : Le repère vracono-cénomanien inférieur dans la flysch schisto-gréseux des Kabylies, C. R. Somm. Soc. Géol. Fr., P. 221-224, Paris.

Ehrmann F. (1922) : Contribution à l'étude stratigraphique du nummulitique Algérien, Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie.

Ehrmann F. (1922) : Sur la découverte du Silurien à Graptolithes et du Dévonien à Tentaculites aux Béni Afeur, Algérie, Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences T. 174.

Ehrmann F. (1925) : Carte géologique au 1/50 000, « Ziama Mansouria, n°48 » avec notice explicative, Publication Service carte Géologique de l'Algérie, Alger.

Ehrmann F. (1942) : Les radiolarites du Jurassique de la Kabylie des Babors, Bulletin Soc. Hist. Nat., J. 3, P. 74-75, Alger.

Ehrmann F. (1953) : Du rôle actif et passif du Trias gypso-salin et minéralisé dans la genèse des gites métallifères, des terrains secondaires et tertiaires de la Kabylie des Babors, Publication XIX Long. Géol. Inter. Algérie. C. R. Fasc. X, P.P. 97-99.

Ehrmann F. (1964) : Le Jurassique de la Kabylie des Babors, XIX^{ième} congrès géol. InT., Alger, questions diverses de géologie générale, P. P. stratigraphique et sédimentaire, Fasc. XII, P. 139, Alger.

Ehrmann F. et Flandrin J., (1935) : Au sujet des grandes Lepidocyilines du Néogène des Béni Afeur de Taher (Département de Constantine), Compte rendus des séances de l'Académie des sciences, T. 200.

Ehrmann F. et Savornin J. (1921) : Échelle stratigraphique de la Kabylie des Babors, C. R. Acad. Se., J. 172, n°21, P. 1301, Paris.

Ehrniann F. (1924) : Résumé stratigraphique et tectonique sur la Kabylie et les régions voisines, Publication Service carte Géologique de l'Algérie, Alger, travaux récents, Coll. fasc. 1, P. P. 121-191.

Federovsky V., Koziov V., Mareitchev A., Negroutsa V., Soulidi, Kondratiev E., Tchekhovitch V. (1970) : Subdivision tectono-métallogénique de l'Algérie du Nord-Est, conditions géologiques de répartition des gîtes minéraux dans l'Algérie du Nord-Est de Skikda (SONAREM, Inédite).

Flandrin J. (1938) : Contribution à l'étude paléontologique du Nummulitique algérien, Publication Service carte Géologique de l'Algérie 1ère série, Paléontologie Texte et Atlas.

Flandrin J. (1948) : Contribution à l'étude stratigraphique du nummulitique algérien, Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie, 2^{ième} série. Stratigraphie.

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

Freyssinet Ph., Butt C. R. M., Morris R. C. et Piantone P. (2005) : Ore-Forming Processes Related to Lateritic Weathering, Economic Geology, 100th Aniversary Volume, P. 681-722.

Frimmel, Groves D. I., Kirk J., Ruiz J., Chesley J. et Minter W. E. L. (2005) : The formation and preservation of the Witwatersrand goldfields, the world's largest gold province, Economic Geology 100th Anniversary Volume, P. 769-797.

Glaçon J. (1967) : Recherches sur la géologie et les gîtes métallifères du tell Sétifien (Algérie). (Thèse Montpelier). Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie, novembre, Série n°32, T. I et II, 751 P., Alger.

Glangeaud L. (1952) : Les éruptions tertiaires nord-africaines et leurs relations avec la tectonique méditerranéenne (XIX^{ième} congrès géol. Int.), C. R. Section XV, La paléo-volcanologie et ses rapports avec la tectonique, fasc. XVII, P. 71-101, Alger, 1952.

Grigoriev V. (1973) : Étude des gisements d'Azouar et de Béni-Zeghoual (SONAREM, Inédite).

Grigoriev V. (1973) : Rapport sur les travaux de prospection et d'évaluation réalisés sur le gisement plombo-zincifère de Béni Zeghoual en 1971-1972 (SONAREM, Inédite).

Gromov V. et al., (1983) : Rapport final sur les travaux de recherches systématiques réalisés dans la zone de jonction de la petite Kabylie avec les Babors les feuilles n°26, 27, 28, 29, 47, 48, 49 et 50 (EREM, Inédite).

Hilly J. (1962) : Étude géologique du massif de l'Edough et du Cap de fer (Est-Constantinois), Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie, Alger.

Lambert A., (1948) : Glissements sous-marins, sédimentation et orogenèse dans la Kabylie des Babors au crétacé, C. R. Somm. Soc. géol. Fr., (5), XVIII, P. 51-53, Paris.

Lavai F. (1971) : Les flyschs du Nord-Est de la Grande-Kabylie, Définition d'un flysch nord-Maghrébin, Bulletin Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 62, P. 71-79, Alger.

Law J. D. M. et Phillips G. M. (2005) : Hydrothermal replacement model for Witwatersrand gold, Economic Geology 100th Anniversary Volume, P. 799-811.

Leikine M. (1974) : Essai d'interprétation structurale d'une transversale au Sud-Ouest de Béjaïa (Algérie) : Les Babors et la région sub-Baborienne, Bulletin Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 65, (1-2), P. 439-456, Alger.

Leikine M. (197l) : Étude géologique des Babors occidentaux (Thèse, Paris), 536 P.

Leikine M., Obert D. et Bellier J. P. (1975) : Intégration des Babors aux nappes telliennes : existence d'un métamorphisme anté-nappe, Bulletin Soc. Géol. Fr., (7), XVII, P. 764-772, Paris.

Magné J. (1955) : Microfaunes Oligocènes dans la série Numidienne de la petite Kabylie Bulletin Soc Hist. Nat. Afrique du Nord, T. 46.

Matchabeli G. A. (1971) : Notice explicative de la carte des substances utiles non-métalliques au 1/500 000 de l'Algérie du Nord (SONAREM, Inédite).

Matchabeli G. A. (1971) : Synthèse sur la géologie et lois de distribution des gîtes de substances utiles non-métalliques de l'Algérie du Nord (SONAREM, Inédite).

Negroutsa V. (1969) : Série métamorphique de la Kabylie de Collo et ses homologues formationnels dans d'autres régions du globe. Résumé des exposés du Colloque sur le problème « Prospection et levé géologique dans l'Algérie du Nord » Skikda (SONAREM, inédit).

Negroutsa V. (1971) : Feuille au 1/50 000 Collo (n°13) avec notice explicative (SONAREM, Algérie, Inédite).

Negroutsa V. (1971) : Feuille au 1/50 000 Collo (n°13) avec notice explicative (SONAREM, Algérie, Inédite).

Negroutsa V. (1971) : Feuille au 1/50 000 Skikda (n°14) avec notice explicative (SONAREM, Algérie, Inédite).

Negroutsa V. et al. (1970) : Carte minute géologique de la feuille au 1/50 000 Oued Zhour (n°12) avec notice explicative (SONAREM, 1968-1970 Algérie, Inédite).

P. Laffite, F. Permingeat et P. Routhier, (1965) : définition du terme Métallotecte.

Raoult J. F. (1972) : Précision sur le flysch Massylien : série stratigraphique, variations de faciès, nature du matériel remanié (Nord Constantinois, Algérie), Bulletin Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, T. 63 (1-2), P. 73-92, Alger.

Roubault M. (1933) : Étude des roches éruptives accompagnant le Trias aux environs de Souk El Tenine (Kabylie des Babors et d'Amal), Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie, Fasc. II, P. 19-24, Alger.

Roubault M. (1934) : La Kabylie de Collo, étude géologique, Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie.

Roubault M. (1934b) : La Kabylie de Collo. Étude géologique (Thèse, Paris), Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie, (2), n°10, 272 P., Alger.

Roubault M. (1952) : Sur l'origine des granites tertiaires de la Kabylie de Collo, C. R. Acad. Sc. P. 235-307, Paris.

Savornin J. (1931) : La géologie Algérienne et Nord Africaine depuis 1830, Publication Service carte Géologique de l'Algérie.

Sévastianov V. G. (1969-1970) : Étude sur les Babors occidentaux et levé géologique au 1/50 000 couvrant le territoire des feuilles n°47 et 48 (Oued Amizour et Ziama Mansoura), (SONAREM, Inédite).

Sévastianov V. G., (1971) : Carte géologique du nord d'Algérie au 1/50 000, feuille n°48 (Ziama Mansouria), notice explicative (SONAREM, Inédite).

Sigal J., Lavai F., Leikine M. et Magné J. (1964) : A propos des formations crétacés de la région de Béjaïa, C. R. Acad. Sc., T. 259, P. 2477-2480, Paris.

Smirnov V. (1982) : Géologie des minéraux utiles, ÉDITIONS MIR MOSCOU, traduit du russe par OLEG PARTICHEVSKI, Volume, P.P. 422-456.

Stephanov E. (1970) : Carte géologique avec notice explicative de la feuille n°48 Ziama Mansouria (SONAREM, Inédite).

Stephanov E. (1970) : Carte minute géologique de la feuille au 1/50 000 Ziama Mansouria (n°48) avec notice explicative (SONAREM, 1969-1970 Algérie, Inédite).

Stephanov E. (1974) : Carte géologique avec notice explicative de la feuille n°47 Oued Amizour (SONAREM, Inédite).

Tayeb G., Vincienne M., Kovenko V. (1949-1954) : Étude du massif de Cavallo et reconnaissance des gisements d'Oued El Kébir et Bou Soufa, Bulletin Se. et Écon. du B.R.M.A.

Tchodov Y. et Apalachine V. (1976) : Rapport sur les résultats des travaux de recherches et d'estimation des gîtes et indices ferrifères sur le territoire des feuilles n°47 0ued Amizour et 48 Ziama Mansouria (SONAREM, Inédit).

Thiebault J. (1947) : Sur l'existence de gisement d'Étain en Algérie, C. R. Ac. Sc. T. 225.

Thiebault J. (1949) : Quatre années de prospection en Algérie (1942-1948), Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie.

Thiebault J. (1951) : Étude géologique des terrains métamorphiques de la grande Kabylie. Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie, 5ème Série, n°6.

Thiebault L. (1949) : Quatre années de prospection en Algérie (1942-1945), Bulletin Service carte Géologique de l'Algérie 6ième série, métallogénie, n°2, P. 35, Alger.

Vila J.M. (1977) : Carte géologique d'Algérie au 1/50 000 de la feuille de Djemila (n°71), avec notice explicative, Service carte Géologique de l'Algérie, SONATRACH, Alger.

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

Vydrine V. (1972) : Fichier des gisements et indices des métaux non-ferreux en Algérie du Nord en coupures des cartes régionales au 1/50 000 (SONAREM, Inédite).

Vydrine V. (1972) : Géologie et répartition des gîtes non-ferreux en Algérie du nord, T. 1 et II (SONAREM, Inédite).

Vydrine V. (1972) : Synthèse portant sur la géologie et lois de distribution des gîtes de métaux non-ferreux de l'Algérie du Nord ; zone minière de Béjaïa-Jijel-Bougaroun-Cap de fer (SONAREM, Inédit).

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

Zegadi A. (1967) : Interprétation des cartes des isanomales du champ magnétique terrestre total des régions Annaba et de Skikda. Projet de fin d'étude, Université d'Alger École Nationale polytechnique 1966-1967.

LISTE DES FIGURES

Figure n°1 : Origine alpin péri-méditerranéen (d'après Durand Delga, 1969) 12
Figure n°2 : Rapports structuraux entre les différentes unités de la chaîne des Maghrébides (d'après Durand Delga, 1969, modifié) 12
Figure n°3 : Position des nappes de flyschs par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides 14
Figure n°4 : Coupe générale synthétique des Maghrébides de l'Est algérien (Région du Constantinois) 14
Figure n°5 : Reconstitution paléogéographique des différents domaines des Maghrébides au Crétacé inférieur (d'après Bouillin, 1986) 15
Figure n°6 : Scénario dévolution de la Méditerranée Occidentale sur un transect NNO-SSE allant des Baléares à la plate-forme Saharienne (d'après Frizon de Lamotte et al., 2000) 15
Figure n°7 : Reconstitutions paléogéographiques depuis l'Oligocène (d'après Rosenbaum et al., 2002) 16
Figure n°8 : Répartion et age du volcanisme récent en Afrique du Nord 17
Figure n°9 : Position des différentes unités géologiques des Maghrébides (d'après Domzig, 2006) 18
Figure n°10 : Carte de situation géographique des sables côtiers d'Oued Zhour (Extrait de la carte topographique d'Oued Zhour n°7-8 au 1/25 000) 20
Figure n°11 : Carte de situation géographique des sables côtiers d'Oued El Kébir (Extrait de la carte topographique d'Oued Zhour n°5-6 au 1/25 000) 20
Figure n°12 : Colonne Lithostratigraphique de la région d'Oued Zhour (Negroutsa V. et al. 1970) 22
Figure n°13 : Carte et coupe géologique de la région d'Oued Zhour et Oued El Kébir (Negroutsa V. et al. 1970) 25
Figure n°14 : Plan d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued Zhour 32
Figure n°15 : Méthode d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued Zhour 32
Figure n°16 : Plan d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued El Kébir 33
Figure n°17 : Méthode d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued El Kébir 33
Figure n°18 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZH-1 34
Figure n°19 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZH-2 35
Figure n°20 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZH-3 36
Figure n°21 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OEK-4 37
Figure n°22 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OEK-5 38
Figure n°23 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OEK-6 39
Figure n°24 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZH-1 42
Figure n°25 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZH-2 42
Figure n°26 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZH-3 43
Figure n°27 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OEK-4 43
Figure n°28 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OEK-5 44
Figure n°29 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OEK-6 44
Figure n°30 : Carte de situation géographique des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria (Extrait de la carte topographique d'Oued Ziama Mansouria n°3-4 au 1/25 000) 62
Figure n°31 : Colonne Lithostratigraphique de la région de Ziama Mansouria 1ière Partie (Stephanov E. 1970) .. 65
Figure n°31 : Colonne Lithostratigraphique de la région de Ziama Mansouria 2ième Partie (Stephanov E. 1970). 66
Figure n°32 : Carte et coupes géologique de la région de Ziama Mansouria (Stephanov E. 1970) 67
Figure n°33 : Plan d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria 78
Figure n°34 : Méthode d'échantillonnage des sables côtiers d'Oued Ziama Mansouria 78
Figure n°35 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZI-7 80
Figure n°36 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZI-8 81
Figure n°37 : Courbe granulométrique de l'échantillon n°OZI-9 82
Figure n°38 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZI-7 84
Figure n°39 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZI-8 85
Figure n°40 : Spectrométrie de diffraction X de l'échantillon n°OZI-9 85

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZH-1 34
Tableau n°2 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZH-2 35
Tableau n°3 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZH-3 36
Tableau n°4 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OEK-4 37
Tableau n°5 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OEK-5 38
Tableau n°6 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OEK-6 39
Tableau n°7 : Poids spécifique des échantillons n°OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6 40
Tableau n°8 : Coefficient d'écoulement des échantillons n°OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6 40
Tableau n°9 : Équivalent de sable des échantillons n°OZH-1, OZH-2 et OZH-3 40
Tableau n°10 : Équivalent de sable des échantillons n°OEK-4, OEK-5 et OEK-6 41
Tableau n°11 : Composition chimique des échantillons n°OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6 41
Tableau n°12 : Composition minéralogique des échantillons n°OZH-1, OZH-2, OZH-3, OEK-4, OEK-5 et OEK-6 .. 41
Tableau n°13 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZI-7 80
Tableau n°14 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZI-8 81
Tableau n°15 : Analyse granulométrique de l'échantillon n°OZI-9 82
Tableau n°16 : Poids spécifique des échantillons n°OZI-7, OZI-8 et OZI-9 83
Tableau n°17 : Coefficient d'écoulement du sable des échantillons n°OZI-7, OZI-8 et OZI-9 83
Tableau n°18 : Équivalent de sable des échantillons n°OZI-7, OZI-8 et OZI-9 83
Tableau n°19 : Composition chimique des échantillons n°OZI-7, OZI-8 et OZI-9 84
Tableau n°20 : Composition minéralogique des échantillons n°OZI-7, OZI-8 et OZI-9 84