

N° d'ordre :

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

Faculté des Sciences de la Terre et de l'univers

Département des Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du grade de

Master en Géologie

Option : Risques naturels, risques géologiques et Gestion

THEME

**ETUDE DE L'EFFET CO-SISMIQUE DE LA
FRACTURATION TECTONIQUE DE LA REGION DE
BOUZEDJAR WILAYA D'AIN TEMOUCHENT**

Présenté et soutenu le: 02- 07- 2018 par:

Mr. HAMDAOUI Mokhtar

Devant le jury composé de :

Mr MANSOUR. Hamidi	Professeur	Université d'Oran 2	Président
Mr NADJI. AbdelMansour	Professeur	Université d'Oran 2	Rapporteur
Dr MAHAMMED. Djilali. M	M.C.A	Université d'Oran 2	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE:2017-2018

بِسْمِ اللَّهِ الْعَزِيزِ الْحَمِيمِ

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À tous ceux qui s'intéressent à l'étude

Des risques géologiques et naturels

En Algérie et dans le monde,

À Mon père & ma mère,

Mon épouse, Mes frères et mes sœurs,

*Tous mes amis ; Surtout (Mansour, Zine el Abidine,
Ismail...) Et tous les étudiants de ma Promo RNg d'Oran*

*J'espère que ce mémoire sera bénéfique pour tout étudiant
travaillant sur les risques naturels.*

Hamdaoui Mokhtar.

Remerciements

Je voudrais d'abord remercier «Allah»; Dieu tout puissant qu'il nous bénisse. Je tiens à féliciter particulièrement ma famille pour son soutien moral, et pour l'encouragement qu'elle m'a apporté tout au long de mes études. J'adresse mes remerciements et mon appréciation à l'université d'Oran2 pour m'avoir donné l'opportunité, de rejoindre et obtenir le diplôme de master en géologie. Je voudrais témoigner de la reconnaissance à tous ceux qui m'ont permis de mener à terme ce travail.

Je tiens particulièrement à exprimer ma gratitude à mon encadreur : Pr. Nadji Abdel Mansour; pour sa patience et son apport cohérent dans la réalisation de ce modeste travail ainsi que pour ses fructueuses consultations, qui m'a accordé tout au long de cette formation. Comme je remercie les membres du jury: Pr. Mansour Hamidi pour avoir accepté sa présidence et le Dr. Mahammed Djilali, pour avoir accepté d'examiner ce mémoire de projet de fin-étude.

À Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, surtout à Mr. Roukh Zine El Abidine qui m'a donné beaucoup de son temps pour expertiser les cartes thématiques revendiquées dans ce travail et à tous ceux qui m'ont accordé toute leur confiance, à vous tous Merci !!!.

Mes grandes prières vont à mon Seigneur 'Dieu', et prières et paix soient sur le maître d'humanité; notre prophète Mohammed messenger de Dieu.

Résumé:

L'étude de l'effet Co-sismique est considérée comme étant la conséquence d'une importante hétérogénéité morpho structurale et pétrographique qui impose d'importantes édifications sur le physique du paysage et notamment sur l'organisation du chevelu hydrographique qui répond fidèlement aux sollicitations des mouvements de terrain. L'analyse de cette réponse Co-sismique a nécessité une masse documentaire qui a permis de regrouper toute information liée aux accidents de failles avec un travail raffiné; attaché à la numérisation des données relatives à l'activité néotectonique affectant ce secteur d'étude.

Comme l'objectif de cette recherche a été focalisé sur l'étude de l'aspect morpho structurale sous l'égide de l'effet néotectonique, nos investigations ont nécessité d'impliquer de nouvelles méthodes d'auscultation directes et indirectes projetées en particulier sur la reconnaissance du système de fractures pour l'identification des segments de failles actives 'in-situ'. En revanche, l'utilisation de l'approche géomatique, par le biais de traitement d'imagerie radar et l'interprétation des cartes d'ombrage, ont permis de s'approcher davantage à la donnée structurale, à la faveur de la réflexion du rayonnement solaire orienté en fonction d'angle d'incidence et du degré d'inclinaison azimutale.

La résolution du réseau hydrographique a permis, d'enrichir la technique d'extrapolation des endroits potentiels à l'activité Co-sismique sur de grandes étendues de bassins versants de cette région littorale. Le support utilisé pour la détection des zones fragiles est basé notamment sur le modèle numérique du terrain (Mnt) et sur les algorithmes de calcul morphométrique, implémentés au niveau des programmes d'extraction informatisés du logiciel l'Arc-Gis; (V-10.1). Quant aux principaux résultats retenus nous évoquons quelques variantes intrinsèques telles que: l'hypsométrie de terrains, les cartes thématiques liées à l'orientation des versants et de gradients de pentes qui ont accommodé l'interprétation du modèle tectonique régional.

L'établissement de la cartographie de fracturation tectonique régionale a fait l'objet d'une analyse statistique complémentaire; où la rosace de fractures vient renforcer l'hypothèse de segmentation ternaire où trois 03 familles de failles directionnelles, sont retenues pour expliquer les dernières phases tectoniques ayant affectées la région; dont la dernière est due à un décrochement dextre majeur; hérité d'un ancien décrochement senestre. Cette approche néotectonique porte l'empreinte d'une déformation récente à cisaillement profond qui se manifestait sur ensemble de la couverture du Plio-quaternaire.

Quant à la résolution de l'impact du risque géologique sur la région; un chapitre de télédétection additif est introduit pour balayer les recouvrements surfaciques et mieux estimer l'étendue des édifices urbains sous l'égide de la composition colorée et de la classification non-supervisée permettant ainsi de retracer l'occupation de sol données par le document cartographique du 'POS'.

Ce modeste travail semble parvenir à soutenir l'hypothèse de l'effet Co-sismique sur la région d'étude et notamment à mieux cerner les zones fragiles où s'exercent les mouvements tectoniques profonds, générés lors de la cinématique des blocs crustaux littoraux en phase de réactivation séismique. Un autre paramètre a été mis en évidence quant à l'impact d'érosion côtière sur ce secteur littoral. En effet, la position marginale du secteur de Bouzedjar impose des conditions hydrogéologiques assez spéciales dues à la contamination des eaux aquifères par le biseau salé d'une part et à l'effet d'osmose à travers la limite endoréique de la Sebkhah d'Oran. D'autre part, l'infiltration des eaux hydrothermales à la faveur des griffons de failles profondes constitue une donnée essentielle quant à la communication entre les eaux juvéniles du manteau supérieur, peut profond due à l'amincissement lithosphérique sous l'effet d'un grand cisaillement actif selon l'axe sismotectonique régional.

Mots-clés : fracturation tectonique, volcanisme Mio-Pliocène, Modèle numérique de terrain, effet Co-sismique, Modèle de Riedel, Télédétection, Classification non-supervisée, Risque géologique.

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicace

Sommaire

Liste des figures

Résumé

Pages

1.1 Introduction.....01

CHAPITRE- I PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1.2 Cadre géographique du secteur de Bouzedjar 02

1.3 Localisation du secteur d'étude 02

I.1.1. Géomorphologie régionale..... 04

I.1.2 Cadre morpho structural (Bouzedjar)..... 04

I.2. Historique des investigations géologiques 06

I.3 Cadre géologique régional 08

I.3.1 Principaux facies géologiques à caractère événementiel dans la région :..... 12

I.3.2 Litho stratigraphie régionale 13

I.4. Cadre tectonique régionale 16

I.5. cadre volcanique 23

A. Le massif volcanique de Tifraouine 25

B. La Géologie du massif (Tifraouine)..... 25

I.6 Sismicité régionale 29

I.7 Les risques géologiques liés au secteur..... 30

I.7.1 Les risques géologiques naturels..... 30

I.7.2 Risques liées à la géodynamique interne de la terre 30

CHAPITRE -II : METHODOLOGIE DE TRAVAIL

II .1.1 Méthodes d'approche néotectonique	31
II .1.2 Extraction des réseaux hydrographiques	33
II .1.3 Application de la technique d'ombrage	36
II.2. Morphométrie des thématiques étudiées	39
II.2.1 Etablissement des profils (MNT) et interprétation	40
II .2.2 La carte thématique des gradients de pentes.....	43
II.2.3 La carte hypsométrique du secteur étudiée.....	44
II.2.4 La carte d'interprétation de linéaments de fracture	46
Conclusion	

CHAPITRE III : PERSPECTIVE CO-SISMIQUE

III.1. Perspectives Co-séismiques et synthèse tectonique	50
III.2. Synthèse néotectonique récente	50
III. 3 Synthèse hydrogéologique	52

CHAPITRE IV : TELEDETECTION ET TRAITEMENT D'IMAGE

IV .1 Introduction (les traitements d'images satellitaires).....	53
IV .2 Méthodologie de travail (composition colorée et carte d'occupation du sol)	53
IV.3 Interprétation des résultats	54
IV .3 Classification non supervisée et réalisation (POS)	56
Conclusion général.....	58

Bibliographie

LISTE DES FIGURES

FIGURE	TITRE	PAGES
01	Localisation de la zone d'étude.	03
02	La carte géologique de la région d'étude 1912 (Partie Nord.)	10
03	Carte géologique synthétique des principales unités régionales; in Thomas (1985).	11
04	Découpage des sous bassins hydrologique de secteur d'étude (morphométrie (régionale).	11
05	Carte géologique de la zone d'étude(1913), à l'échelle:1/50000(Partie sud-ouest).	15
06	La Carte tectonique de la région l'Oranie centrale dont l'originalité; Fenet (1975)	16
07	Vue en perspective extraite du système Viewer (3D);d'Arc-Gis; avec la mise en évidence des principaux aspects morphologiques du sahel oranais.	20
08	Affleurement faille normal (secteur de Bouzedjar)	20
09	Affleurement de failles Co-sismique Décrochant.	21
10	Une photo panoramique de djebel el Zaaf affecté par faille normale subvertical	22
11	Les massifs volcaniques du littoral Oranais (in Mégarsti 1985).	24
12	Vue panoramique de djebel volcanique de 'Tifraouine' au Sud-Est de 'Bouzedjar'	26
13a	Position stratigraphique et âge des laves volcaniques en Oranie nord occidentale (Mégarsti)	27
13b	Coup géologique simplifiés de Sahel d'Oran .	27
14	Carte sismotectonique du tremblement de terre de la région,	29
15	Organigramme de la méthodologie utilisé.	32
16	Différents étapes d'extraction des réseaux hydrographiques régionale	34
17	Carte thématique du réseau hydrographique dérivé d'échelle 1/50000	35
18	Cartes d'ombrages orientés de la zone d'étude	39
19	Carte d'orientation des expositions de pente	39
20	Carte de positionnement des Sections transversales, longitudinal	40
21	Profils Topo MNT réalisé par l'outil informatique " Globale Mapper "	41
22	Carte de linéament de fracture Co-sismique	42
23	Carte de gradient des pentes de la zone	45
24	Carte hypsométrique de la zone d'étude	46
25	Carte de la fracturation de la zone d'étude	46
26	Répartitions des fractures au sein d'une zone à cisaillement.	46
27	Distrubition des directions linéamentaires	51
28	Alignements séismique des principales secousses séismiquespériode [1908 à 1980].	51
29	Répartition des sources thermo minérales à dégagement gazeux sur le littoral oranais	52
30	Présentation des bandes spectrales TM (2,3,4) d'imagerie 'Landsat-8'.	54

31	composition colorée des trois bandes spectrales.	55
32	La carte d'occupation de sol .	56
33	Carte de la sismicité du littoral Oranais .	58

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU	TITRE	PAGES
01	Analyse statistique du réseau de fracturation	47
02	Caractéristiques géométrique des différentes bandes TM/ Landsat-7 et TM/ landsat-8	53

1.1 - Introduction:

Le littoral oranais a fait l'objet d'une série de travaux de reconnaissance dès la fin du 19^{ème} siècle, plusieurs thèses et articles scientifiques ont été publiés sur cette région portant sur différents thèmes, tel que les études des conditions de mise en place des émissions volcaniques, les études géologiques et sismotectoniques de littoral. Une importante superficie de ce secteur (736.48 Km²) est exposée à différents risques: d'érosion hydrique, tectonique et entropique.

Comme l'objectif de notre étude est focalisée sur l'identification des terrains affectés par la néotectonique, de définir les segments des accidents (actives) et la mise en évidence de leur impact sur la stabilité des terrains littoraux, nous avons entrepris plusieurs techniques directes et indirectes pour arrêter un plan de travail systématique à la thématique envisagée. L'aménagement du territoire nécessite l'établissement d'une carte de prévention qui détermine les zones potentielles aux risques de mouvement de terrain à caractère Co-sismique. La technique utilisée est celle d'extrapolation de fractures déduites du réseau hydrographique à la faveur des profils (Topo MNT).

Dans ce modeste travail, nous avons utilisé plusieurs méthodes avancées en domaine géospatial et en géomatique appuyées aux programmes de résolution géométriques implémentés sous le logiciel Arc-GIS (V.10.01) ainsi que le traitement d'imagerie satellitaire (TM 1-7) dans le chapitre de la 'Télédétection'.

La thématique de notre recherche s'articule sur quatre chapitres complémentaires:

- Le premier chapitre: Présentation de zone d'étude.
- Le deuxième chapitre: La méthodologie de travail.
- Le troisième chapitre: Télédétection et traitement d'image : classification non supervisée.
- Le quatrième chapitre: Perspectives d'effet Co-sismique.
- Conclusion générale
- Références bibliographiques

1.2 Cadre géographique du secteur de Bouzedjar :

Le secteur de Bouzedjar et les communes voisines occupent une position touristique de grande importance à l'échelle du Sahel oranais, où d'importantes superficies, appartenant aux wilayas d'Oran et d'Ain-Temouchent, sont de renommée agricole et hydrothermales importantes dans cette région occidentale de l'Algérie. Sa situation marginale la révoqué éphémère aux risques sismiques, d'érosion géologiques et notamment aux effets thermiques liées aux systèmes volcaniques; in-situ depuis les phases du Miocène moyen et celles du Plio-quatenaire

Le secteur d'étude est compris entre Bouzedjaret les Andalouses, qui appartient au littoral Oranais, qui s'élève presque brusquement au-dessus de la mer en une vue dominante sur plusieurs unités morphologiques et géologiques bien définies par Gourinard (1952). Dans cette province régionale située à nord-ouest de la Wilaya d'Oran, regroupe plusieurs villages et communes voisines qui sont respectivement connus d'ouest vers l'est par leur propre toponymie: Marsa-Bouzedjar, Douar El-karia, Douar El-khouamlia, Magraa, Douar-Rouaba, Sidi-bakhti, Douar Ouled-Cherif, Madagh-1, Madagh-2, Cap-blanc, Cap-Sigal, El-Ançor& les Andalouses.

Le secteur d'étude est limité ainsi au nord par la mer Méditerranéenne, vers l'est par le massif du Murdjajo et la plaine de Oued El-Malah (Rio-Salado), qui représente un appareil fluviatile complet drainant le flanc nord de la chaîne du 'Tessala' en traçant ainsi une voie de communication entre la mer et la grande Sebkhia d'Oran à l'ouest par le massif de 'Sbeaat', le massif de Beni-Saf et le bassin de Kihel ,délimité au sud par la grande Sebkhia d'Oran qui s'étale sur plus de: 32.000 ha de vases salées, jusqu'aux limites de la montagne de Berkeche. Ce massif est constitué par de petites collines à faibles altitudes, atteignant une cote maximale de 600 mètres.

1.3 Localisation de secteur d'étude :

La région d'étude est située au Nord-ouest Algérien, elle appartient au Tell. Elle est limitée par les coordonnées géographiques UTM/ WGS-84:

- **Latitude** : (658311.795 m et 693631.755 m)
- **Longitude** : (3915505.727 m et 3955664.984 m). Elle s'étend sur une superficie relativement importante : **736.48 km²**, (Figure-1)

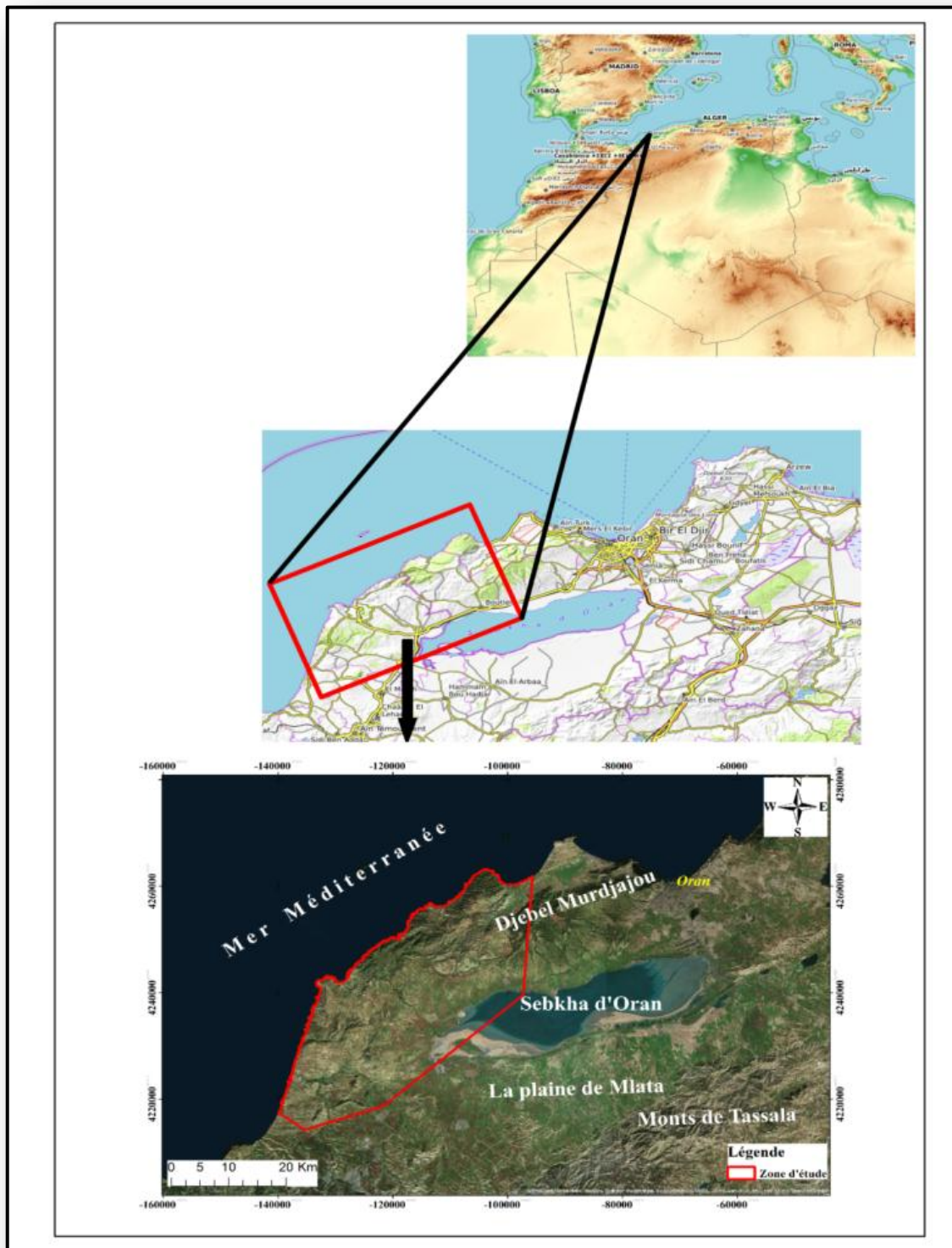


Fig-01: Carte de localisation du secteur d'étude au sein du littoral oranais.

I.1.1 Géomorphologie régionale :

La région d'étude se divise topographiquement en deux régions distinctes, la plaine de la grande Sebkha et les plateaux qui se développent au nord, la plaine est occupée par la cuvette de la Sebkha (16 Km- sur 9 km) dont le fond est très uniforme, situé à une altitude de 80-81 mètres.

Le rivage de lac, en général très régulier, présente des coupures assez profondes au Sud -Ouest, d'Ile de « Djazira » forme un relief de 56 mètre au-dessus du sol de la cuvette, au Nord et à l'Ouest, la Sebkha est bordée d'une étroite terrasse, peut élever 1 à 2 mètre qui s'exhausse au sud, s'élargit et continue en profondeur par la plaine de la Mllata que limitent les coteaux d'Ain Beida et de Dj. L'Ahmar.

Les reliefs septentrionaux du nord sont uniformes, sans caractère saillants, il est plutôt constitué par une suite de plateaux, plus ou moins profondément entaillés par des ravins, qui s'élèvent sensiblement jusqu'aux côtes 250 et 310 mètre, dans la région de Cap-Figalo, il se termine en hautes falaises abruptes qui dominent le cirque de 'MarsaBouzedjar'.

Le ravin le plus important est celui de l'Ouest de 'Sassel'.

Un second système montagneux bien indépendant du premier se trouve dans la région du Turgo ; Il comprend trois grands mamelons distincts 'Temakrouda', 'Dj-Touila' et 'Dj-Déchra' qui représentent des anneaux interrompus de petites chaînes avec ramification du 'Dj-Mandjel'.

Le seul cours d'eau important est le Rio Salado qui va se jeter à la mer méditerranée.

I.1.2 Cadre morpho-structural de secteur de Bouzedjar :

La géomorphologie des reliefs, étudie les formes ainsi que leurs évolutions à l'échelle d'une région d'étudiée, Les caractéristiques morpho-métriques, la configuration des ensembles orographiques et l'évolution de forme de terrains renforce la reconnaissance structurale.

La région constitue l'un des meilleurs exemples pour les géologues, vu sa complexité à la faveur de la diversité de ses domaines géologiques et morpho-structuraux, ainsi que les grandes déformations terrestres.

Cette introduction a pour objectif d'étudier le contexte structural de la région et de cartographier les accidents de failles et des structures tectoniques existantes (Failles et plis actifs et non actifs).

Il est à noter que plusieurs éléments n'existent pas du moins sur notre secteur. La priorité a été donc accordée à la réalisation de cartes thématiques délimitant notre zone d'étude notamment d'Ain-Témouchent et wilaya d'Oran.

Chapitre- I Présentation de la zone d'étude

Les cartes géologiques de Guardia (1975)&(1981) réalisées dans la région d'Ain-Temouchent et de Béni-Saf donnent une représentation cartographique caractérisant et de grande qualité des unités géologiques affleurant à la surface du sol. Plus au Nord, dans la région sud de la Sebkha et à l'ouest d'Oran, les travaux de Thomas (1987), sont surtout orientés vers la tectonique cassante et plicative, montrent l'existence de déformations en plis et en failles dans les zones occidentales d'ouest et du sud Oranais.

Notre région d'étude contient des zones déprimés ou les conditions de sédimentation et d'orogénèse sont complexes, le potentiel de déformation augmente rapidement et favorise aux morpho-structures ondulées de s'alterner avec les replats situés à des côtes topographiques élevées de Madagh.

Cette description est conforme avec paysage de rampe tectonique : et ceux à système dit « Rampe décollement » .

Les mesures microtectonique antérieure effectuées sur plusieurs stations et leur interprétation à la faveur de la projection stéréographique, montrent que la nature des failles est composite : soit en décrochant normale soit décrochant inverse.

Si la géologie régionale met en évidence une contradiction entre le nombre réduit d'unités géologiques et le nombre de phases tectonique affectant la région, les recouvrements superficiels présentent de nombreux variantes caractérisant la diversité de phénomènes associés à cette région avant d'être structuré sur l'ensemble bassins sédimentaires depuis de Pliocène inférieur jusqu'à l'actuel.

Parmi ces éléments on peut citer les grands accidents tectoniques décrits par plusieurs auteurs.

Ces accidents s'organisent généralement en trois à quatre familles de failles qui répondent conformément au fonctionnement du « Méga-Riedel » ; dérive du modèle de Riedel; Riedel(1927). Ces accidents tectoniques encadrent plusieurs zones de déformation par cisaillement. Les zones déprimées sont situées au centre d'un réseau de fractures qui s'oriente respectivement selon les directions suivantes :

- Une famille de failles longitudinales (failles décrochant inverses).
- Une famille de failles transversales (failles décrochant normales).
- Une famille de failles sub-verticales (failles d'équilibre isostatique).

Les directions de ce réseau de failles sont associées à la cinématique des blocs titillés constituant le substrat rocheux de la région qui fonctionne ; sous l'égide des contraintes tectoniques imposées par la géodynamique des bassins occidentaux de la méditerranée depuis le Néogène.

Plusieurs auteurs :Fenet (1975), Gourinard(1985) et Thomas (1985) soulignent l'inversion tectonique lors des phases tectonique ultimes qu'a connue la région.

Dans les zones déprimées, où les conditions de sédimentation et orogénèse sont complexes, le potentiel de déformation augmente rapidement et favorise d'une morpho structure ondulée qui s'alternent avec les replats situés à des côtes topographiques élevées

I.2. Historique des investigations géologiques :

Velain (1874) donne une très courte description pétrographique du matériel éruptif. Il aborde la nature des roches volcaniques des îles Habibas et signale entre autre une néphéline à mélilite dans l'île de Rachgoun.

Lacroix (de 1893 à 1927), dans plusieurs de ses ouvrages, a apporté des précisions sur la minéralogie et la chimie des laves de la région. De nombreux échantillons, remis par Velain et Gentil, ont été cités dans ses publications sur « la minéralogie de la France et de ses colonies » et sur « les enclaves des roches volcaniques ». Il fut le premier à qualifier les produits effusifs d'Aïn-Témouchent de basanitoïdes à analcime précisant ainsi, par la pétrographie, le caractère sous-saturé et alcalin de ce secteur.

Gentil (1903), présente une étude sommaire de quelques laves et rattache celles du plateau de Tadmaya à un basalte à olivine. D'autre part, il indique la présence de sanidinite au Cap d'Acra et décrit des labradorites sans signaler leurs lieux. Enfin, il entame une courte description des tufs à lapillis et présente une carte simplifiée de la région. Plus tard il publie des travaux sur les basaltes à analcime d'Ain Témouchent ainsi que le chimisme des laves. Parallèlement à ces premières cartographies détaillées, Gentil (1903) présente une étude plus élaborée des massifs éruptifs de la Moyenne et Basse Tafna et du secteur d'Ain-Témouchent.

Sadran (1958), a focalisé ses travaux sur le volcanisme récent de l'Oranie et publie une thèse comportant une cartographie schématique des différents centres d'émission et des produits émis. Il donne une chronologie relative du volcanisme et précise la nature pétrographique des différentes coulées. Entre autres, il signale également la présence d'enclaves de natures pétrographiques variées et montre que le substratum gréseux des coulées de la Basse Tafna est constitué de sable à hélix d'âge Miocène supérieur, probablement "le Messinien". Enfin, il publie des résultats d'analyses chimiques et relie la tectonique avec le volcanisme.

Fenet (1975), par ses études structurales, adopte pour l'Oranie, un modèle selon les conceptions « de nappes » tout en précisant la stratigraphie d'un grand nombre de secteurs et actualisant, par leurs arguments, d'intéressantes interprétations géodynamiques à l'échelle régionale.

Guardia (1975), présente une synthèse géologique et structurale de la région. Il conclue que le volcanisme de la Basse Tafna est totalement indépendant vis à vis de la tectogenèse antérieure, mais plutôt lié à une néotectonique profonde.

Bellon et Brousse (1977), Bellon et Guardia (1980) et Bellon et al (1984) de caractériser la position stratigraphique et l'âge de mise en place du volcanisme oranais.

Bellon et Guardia (1980), publient les résultats de l'étude paléomagnétique des roches éruptives alcalines de l'Oranie ainsi que leur datation au K/Ar. D'autre part, ces derniers précisent l'âge de la formation gréseuse qui constitue le substratum dans certains massifs volcaniques.

Megartsi (1985) présente une synthèse géologique, pétrologique et géodynamique de tout le volcanisme Mio-Plio-quadernaire de l'Oranie nord-occidentale. Il différencie les manifestations volcaniques Calco-alcalines, d'âge Miocène (secteur de Tifarouine-Bouzedjar), des éruptions alcalines Mio-pliocènes (secteurs des M'sirda et de la Moyenne Tafna) et Plio-quadernaires (massifs des Souhalia, de la Basse Tafna et d'Ain-Temouchent).

Bendoukha (1987)&(2008), entame une étude dynamique, pétrographique et géochimique du volcanisme de la Basse Tafna. Il met en évidence trois grands épisodes volcaniques majeurs (strombolien à la base puis phréato-magmatique enfin strombolien au sommet). Il précise la nature alcaline et les faciès différenciés de ce massif. Il apporte de nouvelles données sur les caractères dynamiques et géochimiques du volcanisme Mio-plio-quadernaire de l'Oranie nord-occidentale.

Louni-Hacini et al (1995), proposent de nouvelles datations radiométriques (^{40}K - ^{40}Ar) de la transition du volcanisme Calco-alcalin au volcanisme alcalin d'Oranie et obtienne des âges plus jeunes que ceux présentés par les deux géologues Bellon et Guardia (1980).

Tabeliouna (1997), décrit l'activité phréato-magmatique du massif d'Ain-Temouchent et détaille les caractères pétrographiques et minéralogiques, ainsi que la géochimie des basaltes émis par ce massif. Il met en évidence les Alignement des appareils volcanique, probablement, contrôlées par des failles subtriasique.

Maury et al. (2000), Coulon et al. (2002) et Louni-Hacini (2002), suggèrent que la transition du volcanisme néogène de Calco-alcalin à alcalin en Oranie, est post-collisionnelle et serait due à l'expression magmatique d'une rupture d'une lithosphère subductée; référence de travaux antérieures de Carminatti et al. (1998), qui ont abouti à une image du manteau sous-oranais jusqu'à une profondeur de 400Km.

Louni-Hacini(2002), étudie la transition du magmatisme Calco-alcalin au magmatisme alcalin dans l'Oranie nord occidentale.

I.3 Cadre géologique régionale :

La structure de l'Algérie du Nord- ouest est affectée par les mouvements tectoniques, ont permis l'individualisation de plusieurs domaines :

En Oranie, nous allons du Nord vers le sud :

- Domaine tellien.
- Domaine des plateformes (haut plaines) de la meseta oranaise.
- Atlas saharien.

La région de Ain T'émouchent appartient au domaine tellien, caractérisé par une succession de nappes de charriages, dont les racines se situeraient à l'emplacement marginal de la méditerranée dans leurs états actuel.

Après la mise en place de ces nappes, une alternance de transgressions et régressions marines devait donnée une succession de dépôts marins et continentaux .Ces dépôts sont couronnés du Miocène post-nappe au Quaternaire. L'activité volcanique est apparue lors d'épisode post-nappe du Mio-Plio-quaternaire).

Plateau d'Ain-Temouchent qui correspond à une terrasse Néogène et Quaternaire, faiblement incliné vers la mer à travers laquelle percent des îlots secondaires qui créent des accidents à topographie généralement calme. Le long de sa bordure septentrionale, le plateau d'Ain-Temouchent est bordé par une ligne de reliefs côtiers secondaire découpé en plusieurs sections séparées par des étendues de formation néogènes.

En se dirigeant vers l'ouest de l'Oranais, les terrains se différencient en deux séries géologiques bien distinctes de roches métamorphiques dont les plus anciennes sont des formations anté-néogènes qui sont caractérisées par des dépôts post-nappes constituant les terrains autochtones d'âge primaire et Secondaire. Quant aux terrains allochtones (nappes de charriages) d'âge crétacé inférieur à Oligocène. Les couches les plus récentes sont les formations plastiques néogènes et les formations détritiques d'âge Plio-quaternaire. Ces épaisses accumulations et dépôts de stratigraphie Mio-Plio quaternaire sont regroupés sous le terme post-nappes issues du démantèlement des anciens reliefs environnants qui reposaient en discordance sur d'autres formations plus anciennes(Fig- 2).

Sur le plan stratigraphique, l'Oranie occidentale est de nature très diversifiée, les couches géologiques tertiaires appartiennent aux dernières phases du cycle tectonique maghrébin, où s'intègre d'autres terrains d'âge Plio-quaternaires pour constituer les terminaisons périclinales des chaînons telliens et/ou atlasiques. L'orogénèse(alpine) a permis donc la structuration de l'Atlas tellien en un empilement d'unités structurales charriées vers le sud avec d'importantes imbrications, Fenet (1975) et Guardia(1975); ceci a favorisé l'effet d'érosion sur les roches anciennes de nature schisteuses qui forment l'assise du grand massif occidentaux des Traras.

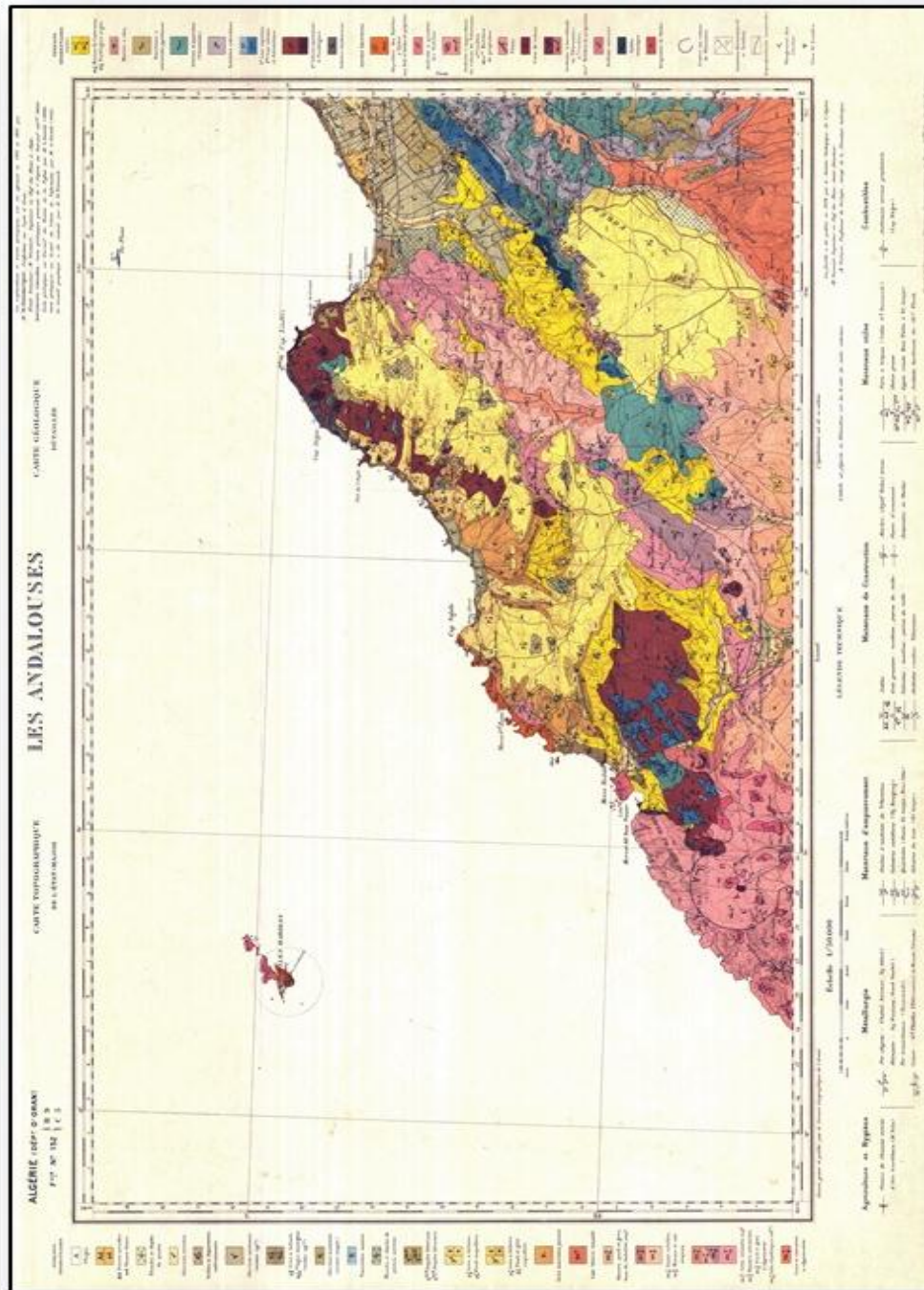


Fig.2:La carte géologique de la région d'étude 1912 (partie Nord)

Chapitre- I Présentation de la zone d'étude

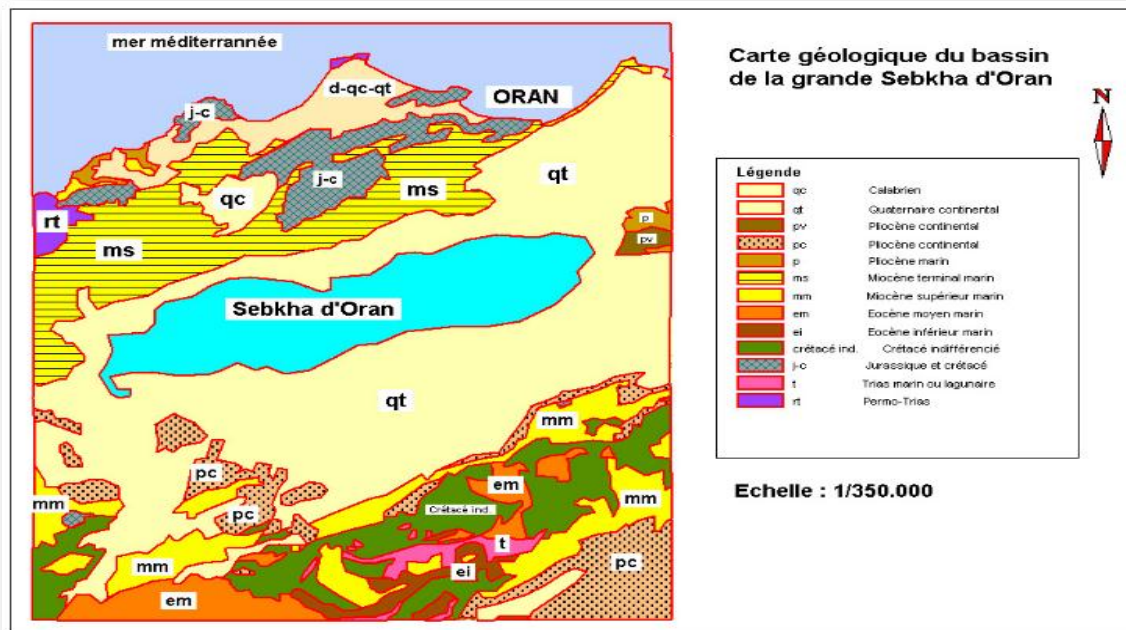


Fig3: Carte géologique synthétique des principales unités régionales; in Thomas (1985)

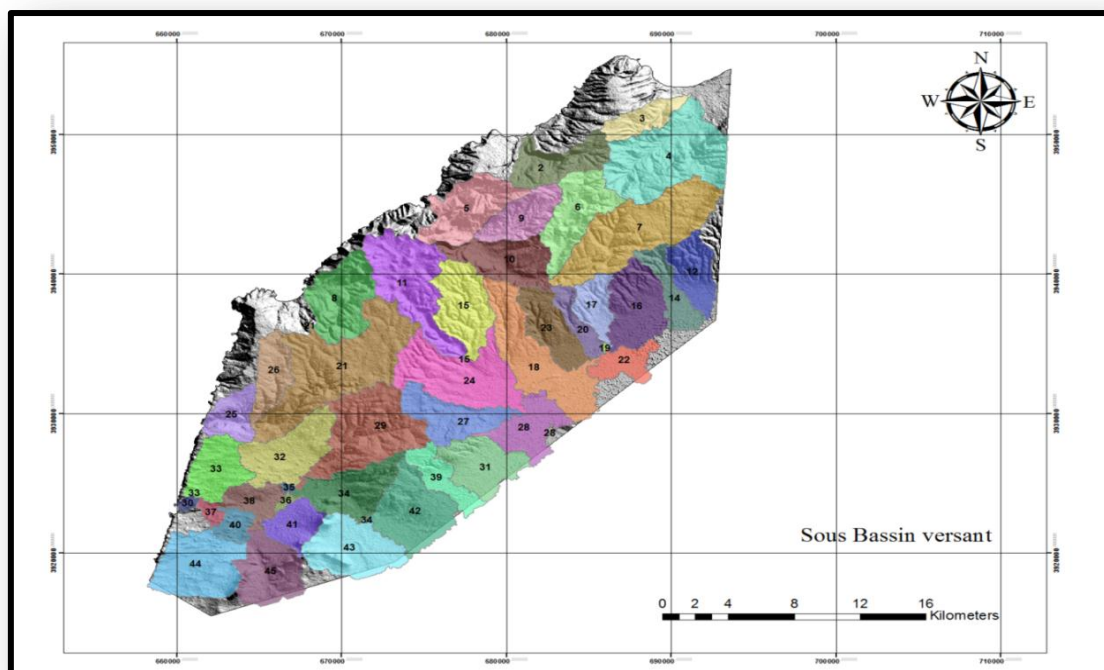


Fig-04: Découpage des sous-bassins hydrologiques du secteur d'étude (morphométrie régionale)

I.3.1 Les principaux faciès géologiques à caractère événementiel dans la région d'étude :

Dans la région d'étude on recense plusieurs catégories de faciès dont le composant géologique est assez riche:

- Argiles, grès, calcaire et éboulis quaternaire sur la région de Tifraouine et lala khadra , et andésite à pyroxène de la série supérieure dans la région de djebel Mzita et djebel Touita .
- Tufs pyroclastique intercalaires de lits marneux entre la région de mersa Bouzedjar et djebel Mzita.
- Calcaire, argiles, marnes et grés miocènes à cap Figalo ,Mersa Bouzedjar , sud de Tifraouine et au sud de djebel Taroneit .
- Sable, grés, marnes et calcaires pliocènes à sud de cap Sigale et dans la région de el 'Hamra .
- Brécherhyolitique sur la côté de cap Figalo et Mersa Bouzedjar et sur le côté de Madagh .
- Rhyolitique massive dans le sud de Mersa Madagh et sur la côté de cap Sigal.
- Grés à hélices plus ou moins durs dont les lambeaux formant les basses falaises et les îlots du littoral du blad Cheleoua.
- Marnes gréseuse rouges : dépôts alluvionnaire passant en profondeur à des marnes sableuse avec dalles de grés grossier, alluvions très anciennes du Rio Salado ; Dj Ahmar, où le substratum n'apparaît pas puissance pouvant dépasser 40 mètre.

Cette diversité en nature pétrographique apporte une variante économique important pour la région Oranais, l'emplacement des gisements à proximité de la côté littorale encourage toute forme d'investissement local.

Cette région devient un pôle d'import -Export des matériaux de construction, ornementation(Marbres) et les gisements métallurgiques (Fer , Zinc et.....)

La patrimoine de la région est assez riche pour une discuter sur le volet agricole et touristique à grande potentialité pour nos futur génération.

I.3.2 - Litho-stratigraphie régionale:

Dans la région d'étude ressentent plusieurs types :

Sédiments : Argiles, grès, calcaire et éboulis quaternaire sur la région de Tifraouine et la khadra, et andésite à pyroxène de la série supérieure dans la région de Djebel Mzita et djebel Touila.

Volcaniques : Tufs pyroclastique intercalaires de lits marneux entre la région de Mers Bouzedjar et Djebel Mzita.

Calcaire, argiles, marnes et grés miocènes à cap Figalo, mersa Bouzedjar, sud de Tifraouine et au sud de Djebel Taroneit. Des sables, grés, marnes et calcaires pliocènes à sud de Cap-Sigale et dans la région d'el Hamra.

Des Coulées de laves volcaniques: à brècherhyolitique sur la côté de Cap-Figalo et Mersa-Bouzedjar et sur lacôte de Madagh. Des rhyolites massives au sud de Mersa-Madagh et sur la côte de Cap-Sigale.

Des grès à hélices plus ou moins durs dont les lambeaux formant les basses falaises et les ilots du littoral du Bled-Cheleoua.

Des dépôts alluvionnaires à Marnes gréseuses rouges: dépôts d'alluvions passant en profondeur à des marnes sableuse avec dalles de grés grossier, alluvions très anciennes du Rio-Salado; Dj-Ahmar, où la puissance de dépôts pouvant dépasser 40 mètres,(Fig-05)

Deux épaulement triasiques percent à travers les schistes secondaires du Dj.Touita et à Dèchra. Le lias est représenté par les calcaires de Dj-Touita et Dèchra, Les uns sont massifs, les autres dallés rubanes, à superposition anormale sur le schistesous-jacent, ces dernières plutôt Néocomiens, forment tout le mamelon de Tamakrouda et le soubassement des Dj-Touitaet et Dèchra. Il s'étend sur le flanc droit de Rio-Salado et percent à travers la carapace pliocène sur le facies Oxfodien,

- le Sahélien occupe la plus grande partie du territoire de la feuille de El'Amria , mais il est souvent caché par les grés pliocènes ou les sables plus récents ; il repose soit donc sur les schistes , soit sur les dépôt volcaniques , en forme peu ondulée mais surtout incliné vers le sud pour disparaître sous la sebkha d'Oran dont les limons de nivellement couvrent le fond de l'anticlinal Néogène .

le Pliocène est franchement marin, est très rare quant au Pliocène ancien, est fréquent à l'embouchure de l'oued Sassel , les grés coquilliers ne sont présentes que par les lambeaux bien caractérisées dans la vallée de l'Oued El-Atchane où il paraissent au niveau élevé à 240 mètre d'altitude .

Chapitre I Présentation de la zone d'étude

La plage et les alluvions actuelles : plage de la Marsa-Bouzedjar et lambeau de l'embouchure du Rio Salado ; limons actuels de l'ouest d'El-Mallah .

-Alluvions salées des Sebkhass : limons salés de la cuvette de la Grand Sebkhass d'Oran .

-Dunes actuelles : très développées en bordure des falaises au sud et au nord de l'embouchure du Rio Salado ; aussi sur plusieurs points de l'intérieur, où elles se forment au dépens des grès pliocènes sous-jacents, Turgot, Er-Rahel

-Dunes consolidées assez rares par les dunes actuelles.

-Éboulis de pentes : flanc est du dj. Touita.

-Grès à hélices : plus ou moins durs, dont les lambeaux forment les basses falaises et les îlots du littoral du Bled Chellaoua.

Dépôts alluvionnaires passant en profondeur à des marnes sableuses avec dalles de grès grossier, alluvions très anciennes du Rio Salado ; dj. Ahmar, où le substratum n'apparaît pas puissance pouvant dépasser 40 mètres .

-Éboulis de grès ; éboulis grès-sableux tombés des falaises pliocènes sur le sahélien inférieur du Bled-Chellaoua ; par désagrégation forment des dunes

-Calcaires crayeux : calcaires blancs de composition très variable, se terminent par les couches à silex très rares, en général marnes calcaires dures, intercalées de bancs de calcaires marneux, tendres, blancs ou jaunâtres ; parfois des bancs de grès, la partie inférieure, par places, des grès micacés, très sableux, blancs au niveau de Ben-Darbine et à Chaabet El-Ateuch.

-La base caillouteuse, repose sur les formations volcaniques, très fossilifères, avec mélobésies, coraux, grand Ostréa, paraît indiquer une transgression sur les marnes micacées du sahélien inférieur, puissance 10 à 30 mètres (Figalo) .

-Grès micacés inférieurs : grossiers, bleus ou verdâtres avec tufs rhyolitiques, constituant la base du sahélien inférieur, reposant sur les andésites de Figalo et de Mou El'Bher, et se confondant avec les brèches volcaniques du Bled El-Farod, la puissance est entre 20 à 70 mètres.

- Brèches et coulées d'andésites à hypersthénite GENTIL (1903).

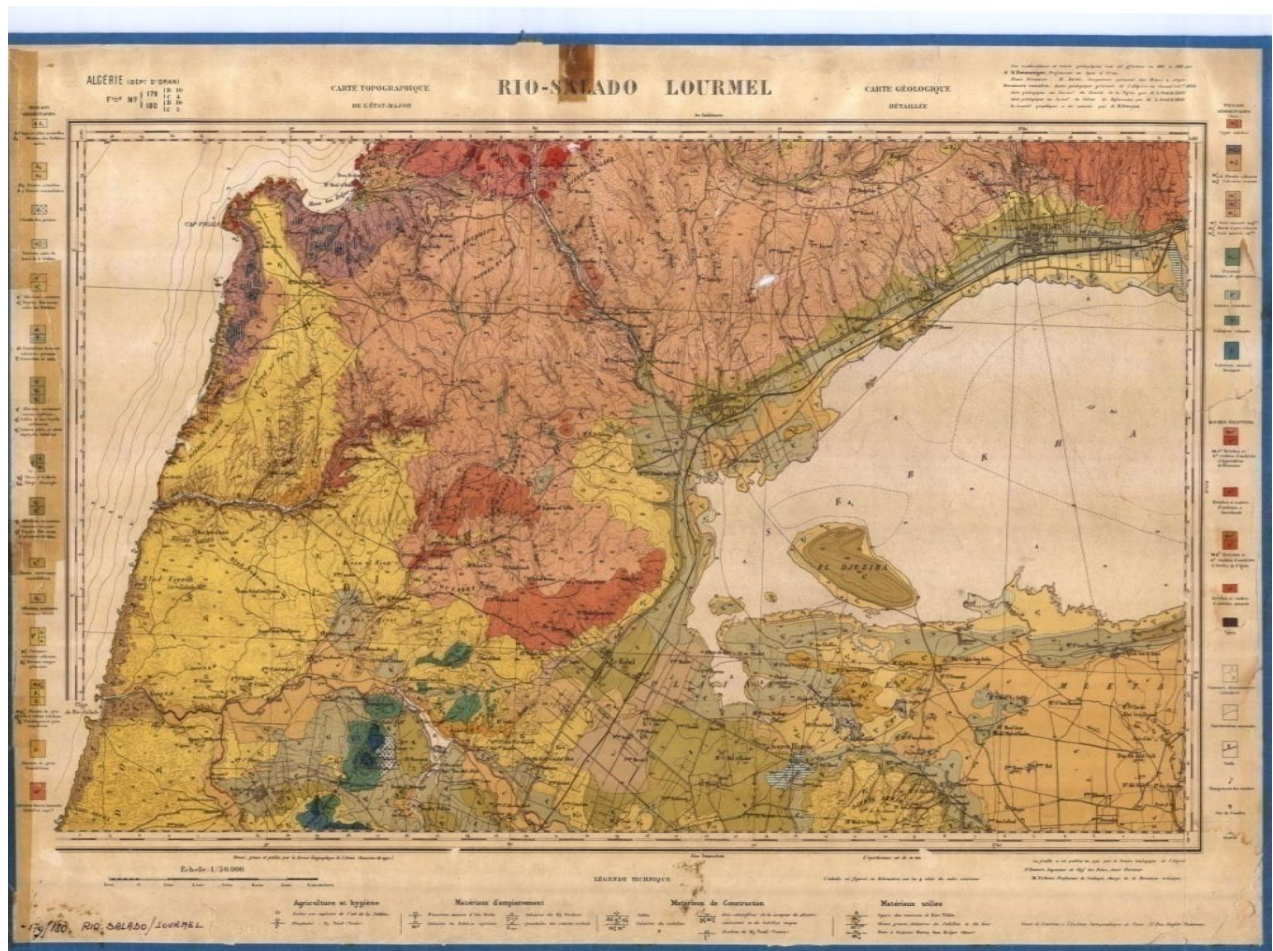


Fig-05: Carte géologique de la zone d'étude(1913), à l'échelle:1/50000(Partie sud-ouest).

I.4 Cadre tectonique régional :

Il est vraisemblable que la région étudiée ne peut à elle seule apporter tous les éléments nécessaires pour expliquer les grandes périodes de l'histoire tectonique. Il est donc nécessaire de placer le secteur d'étude dans un contexte beaucoup plus général qui est celui du littoral oranais. Ainsi, notre secteur d'étude s'insère entre les massifs des Andalouses et Bouzedjar au Nord et El'Amria et grand sebkha au sud. Les études géologiques ont montré que la tectonique de l'Oranie reprend des directions plus anciennes, qui sont identiques à celles d'Afrique du Nord -Occidentale (Nadji (2010); Ben Abdallah (2011)). Pendant le Néogène et après la dernière phase compressive, une transgression a permis le dépôt de sédiments détritiques.

Perrodon, (1957); évoqua l'existence de phase épirogenèse qu' il reste est responsable de la subsidence du bassin de bas Chélif, y compris la sebkha d'Oran.

Delfaud (1975); introduisant la polarité des séquences des séries néogènes du bas Chélif avec la notification d'être directement régie par la dynamique en distension : génératrice de subsidence.

Thomas (1985); admet plutôt l'effet d'une tectonique polyphasée affectant les séries du Miocène supérieur discordantes les terrains antérieurs.

La phase de distension est matérialisée par un jeu de failles normales qui individualisent la zone en secteur à mouvements positifs (horst) et des secteurs à mouvements négatifs (graben).

Après le dépôt des formations carbonatées liasiques, les schistes du Dogger – Maim et les formations à facies pélagiques du crétacé inférieur.

Depuis le début des formations secondaires du littoral Oranais, il semble qu'on peut distinguer sept grandes périodes qui retracent d'histoire tectonique de la région littoral de l'Oranais.

01-Tectogènesesecondaire :

Durant la tectogénèse infra-crétacé; caractérisant une importante compression qui est connue dans le domaine tellien, associées à des plis orienté (NE-SO).

Une émergence paléogéographique accompagne ce mouvement tectonique allant d'Est en Ouest (Oran jusqu'à Beni-Saf). Ce régime provoque des encrassements ferrugineux épais.

2. Tectogenèse tertiaire:

2.1 La première phase maghrébine :

C'est le résultat du premier affrontement entre les marges de « la plaque d'Alboran » et « la plaque africaine ». Elle est d'âge lutétien. Cette phase est responsable de certains phénomènes attribués à la tectonique Miocène, en particulier celle épi métamorphisme des massifs littoraux à schistosité prononcé.

- **la deuxième Maghrébines :**

Cette phase est responsable d'un nouveau épi métamorphisme où la compression engendre la schistosité des massifs littoraux. Elle est d'âge Aquitano-Burdigalien selon Fenet(1975). Elle est subdivisée en deux phases (S1) et (S2).

- **la première phase schistosité (s1) :**

Elle n'intéresse que faiblement la zone interne déjà tectonisée et indurée pendant la phase Éocène (Lutétienne). Elle entraîne une schistosité de flux à style isoclinal en plis couches dans les zones profondes. Cette phase est accompagnée de faille inverse provoquant l'écaillage et le chevauchement vers le sud de l'allochtone. Une érosion à la fin de cette première phase fait disparaître la partie la plus haute de l'édifice structural des chaînes côtières Oranais.

- **Deuxième phase schistosité (s2) :**

Elle est caractérisée par une schistosité de fracture, de plan axial subvertical due à la première phase (S1). Dans le même temps, des déformations à grand rayon de courbure et de dépôts de Miocène post-nappes viennent combler le bassin sud tellien aux Tessala.

Dans les massifs littoraux à schistosité, les formations allochtones chevauchent par glissement des parties externes, le matériel Albo-Cenomien est placé vers le sud et borde, les massifs à schistosité. La clôture de la mise en place des ensembles des Maghrébines dans l'Oranais est marquée par un volcanisme acide (riche en silice).

Après la compression dite (Alpine) et pendant le Néogène, intervient la transgression post-nappe, caractérisée par une grande épaisseur de dépôts. Pendant cette période une importante tectonique dans le bassin de Chélif provoque la mise en place de nappes. Cette phase de charriage dessine les traits essentiels de la structure actuelle, (Fig-06).

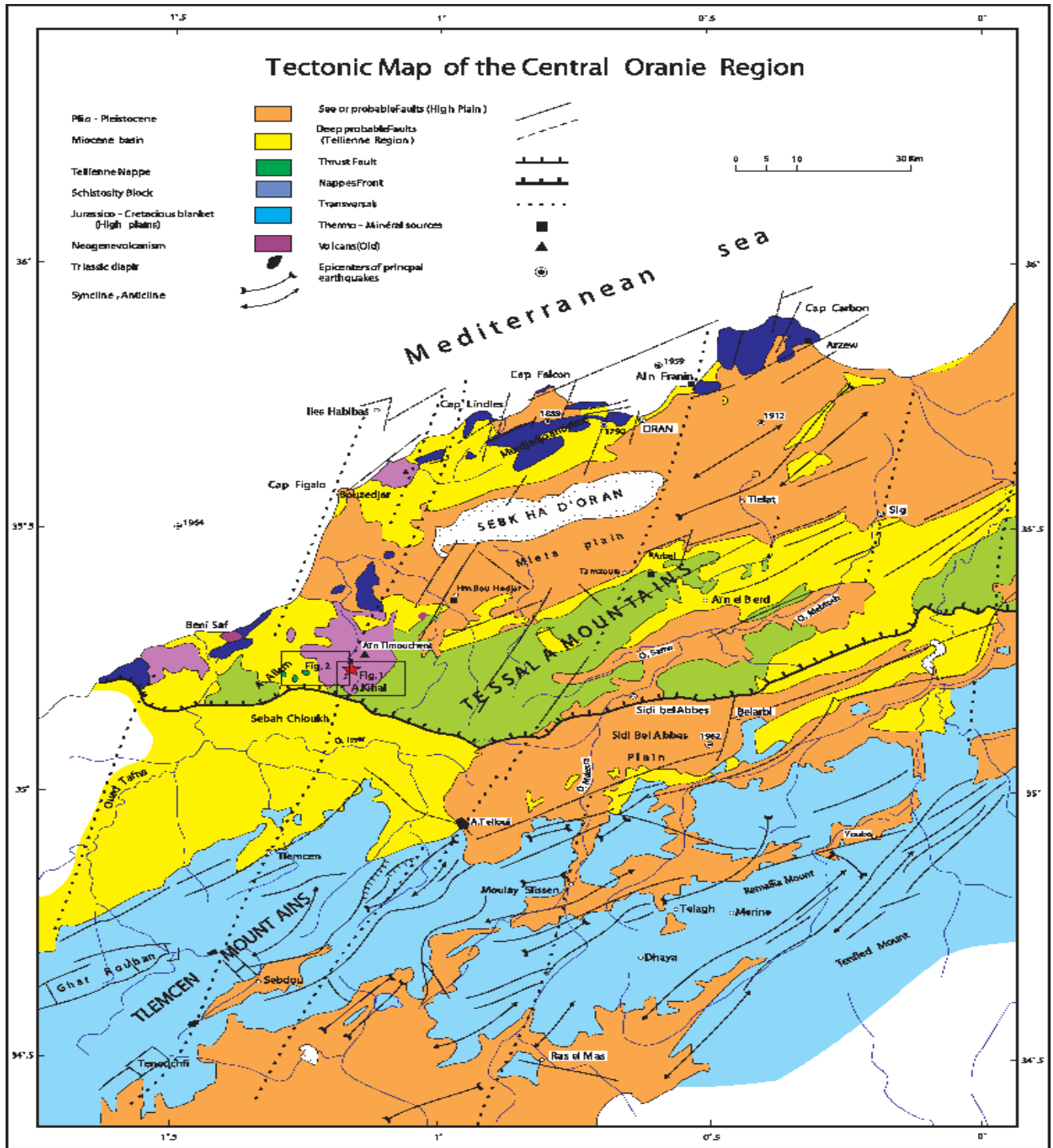


Fig-06: La Carte tectonique de la région l'Oranie centrale dont l'originalité; Fenet (1975)

Chapitre- I Présentation de la zone d'étude

Suivant laquelle s'effectue le découpage de l'orogénèse alpin d'Afrique du nord, ces discontinuités correspondent à de grands décrochements à jeu senestre 1). Elles déterminent deux couloirs de décrochement.

- Le couloir occidental comprend plusieurs failles et linéaments sensiblement parallèles, On peut citer ; le linéament Dj-Lindes, Dj-Ramlya, qui met en contact les marnes pliocènes et les formations schistosités. Il englobe les affleurements Permo-Carbonifère (massif de Madagh) et Jurassique (nord du massif d'Ain-Temouchent). La presque totalité des épanchements volcaniques se situe à l'Ouest de ce linéament Thomas (1985).
- Le couloir médian ; plusieurs accidents sont visibles dans l'édifice de structures Plio-Quaternaires. On peut citer l'accident du djebel du El'Khar-Tamazourah qui met en contact les séries paléozoïques et les marnes du première cycle Miocène post-nappe.
- Compression Plio – pléistocène : Elle donne naissance à des plis à grand rayon de courbure qui recoupent les fossés Mio-pliocènes et font rejouer les flexures et failles. Elle permet la structuration des massifs littoraux Thomas (1985).

Postérieurement le relèvement des massifs littoraux reprend par on basculement vers la Sebkha qui se poursuit aux différentes étapes du Pléistocène entre Arzew et Madagh (Fenet 1975). Les unités morphologiques et structurelles de la région se placent d'Est vers Ouest comme suit :

- La plaine des Andalouses.

-Le massif de Madagh au Nord par la plaine de Madagh et au Sud par la dépression de Sidi-Bakhti; qui se prolonge à l'Ouest par l'ensemble volcanique du Dj-Tifraouine, (Fig-07).

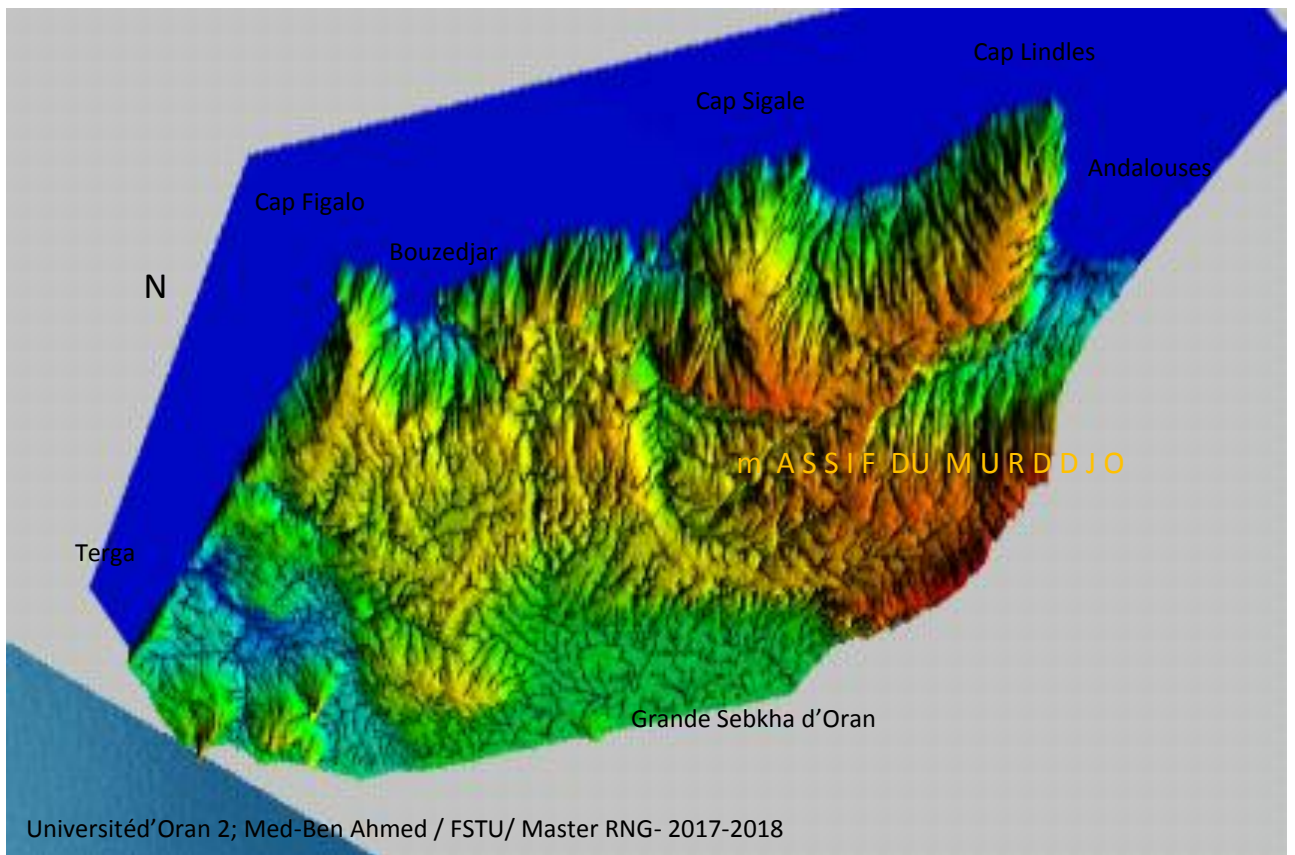


Fig-07: Vue en perspective extraite du système Viewer (3D);d'Arc-Gis;avec la mise en évidence des principaux aspects morphologiques du sahel oranais.

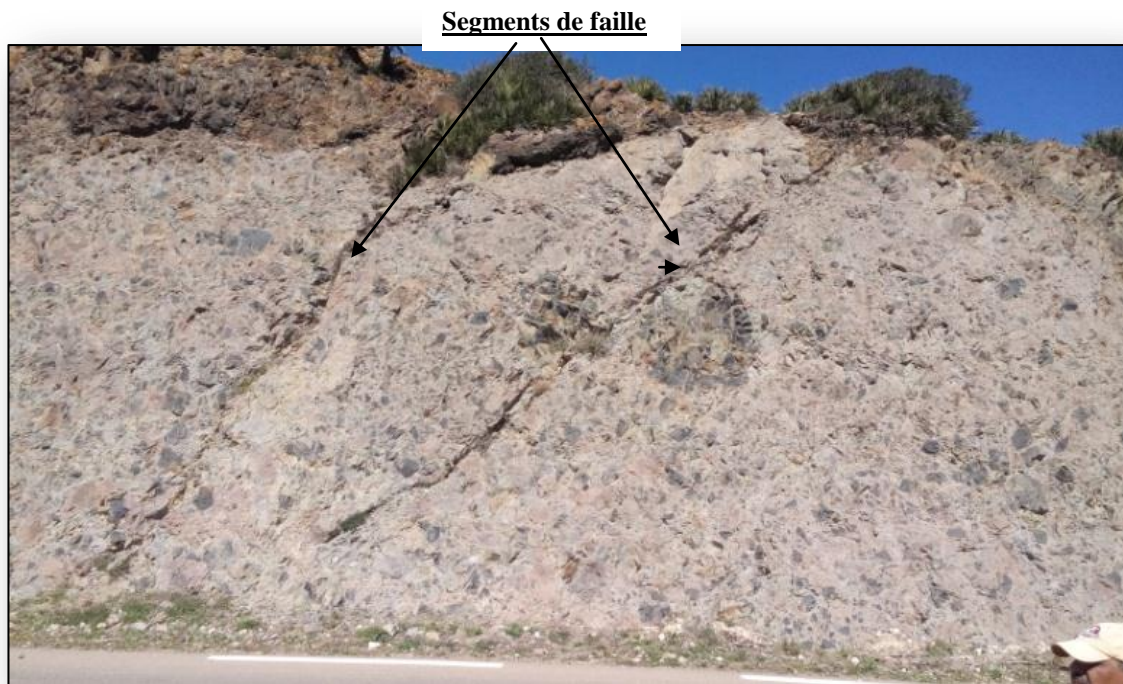


Fig-08: les affleurements de faille normale au secteur de 'Bouzedjar'



Fig-09: Les affleurements de failles Co-sismiques décrochantes.

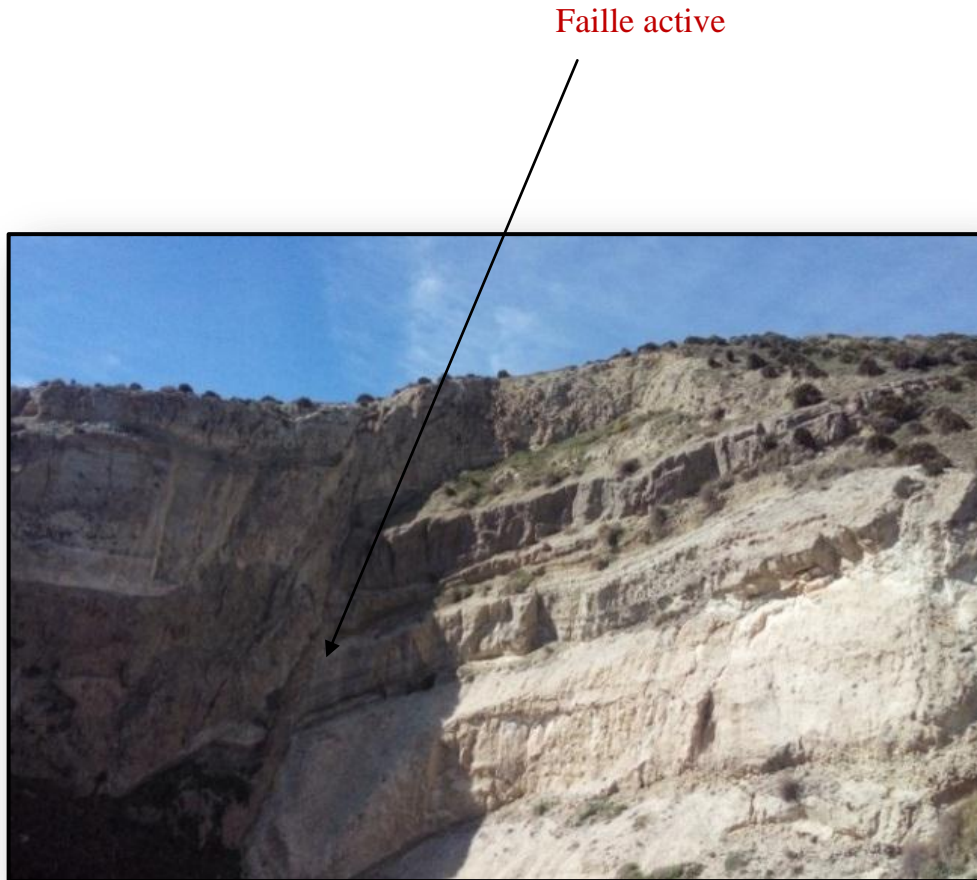


Fig-10: Photo panoramique de Djabel'El-Zaâf'; affecté par une faille normale sub-verticale

I.5 - Cadre Volcanique :

L'Oranie nord-occidentale, située à la jonction du Tell algérien et du Moyen Atlas marocain a été le siège d'une importante activité volcanique Néogène à Quaternaire (**Sadran 1958 ; Guardia 1975**).

Les manifestations éruptives de l'Oranie nord occidentale, ont permis l'édification d'importants massifs volcaniques répartis d'Ouest en Est :

- Les épanchements volcaniques du flanc sud du Djebel Fillaoucène .
- Le massif éruptif de Souhalia .
- Le massif volcanique de la Basse Tafna.
- Le massif éruptif d'Ain Témouchent.

Notre étude portera sur le massif volcanique de wilaya d'Ain Témouchent ,bouzedjar ,Tifraouine et cap Sigalo).

Le volcanisme de L'Oranie montre un changement de composition : de calco-alcalin au Miocène, il devient alcalin au Plio-Quaternaire. Cette évolution, apparaît généralisée à l'ensemble du pourtour de la Méditerranée occidentale, est attribuée :

soit à un contexte particulier de subduction de la plaque Alboran sous la plaque Afrique, stoppée au Pliocène inférieur Guardia (1975), Bellon(1976),Louni-Hacini et al.(1995);soit à un contexte d'amincissement lithosphérique lié à la réactivation d'un vaste cisaillement parallèle à la marge nord-africaine Hernandez et al. (1987);soit à une combinaison des deux précédentes in Zerka (2004).

Pour la région d'Ain-Temouchent, les centres volcaniques sont disposés pratiquement parallèlement à la direction atlasique (SW-N E) ce qui confirme la relation entre le volcanisme et la tectonique Guardia,(1975),Sadran (1958) et Thomas (1985).

Concernent la région de la basse Tafna, ses volcanismes prennent une direction N20 ce qui semblent en concordance avec la direction de la transversale Tafna-Magoura Megartsi (1985). Les centres volcaniques qui se situent à la limite occidentale du bassin de la Tafna s'alignent conformément avec la faille bordière des monts de Traras in Sadran (1958).

Dans les secteurs de M'Sirda et du Sahel d'Oran (aux environ de Bouzedjar), l'activité volcanique est d'âge Miocène et l'ensemble des formations volcaniques sont de type calcé- alcalins.

À partir de ces résultats nous pouvons déduire que le bassin de la Tafna a connu une activité très intense de point de vue volcanisme et tectonique à la cour du Néogène. Ainsi que la majorité des centres volcaniques suivent les accidents tectoniques. Ce dynamisme prouve que la région était sans aucun doute active et Qui témoigne l'existence d'une relation entre les émissions volcaniques et les accidents tectoniques, (Fig-11).

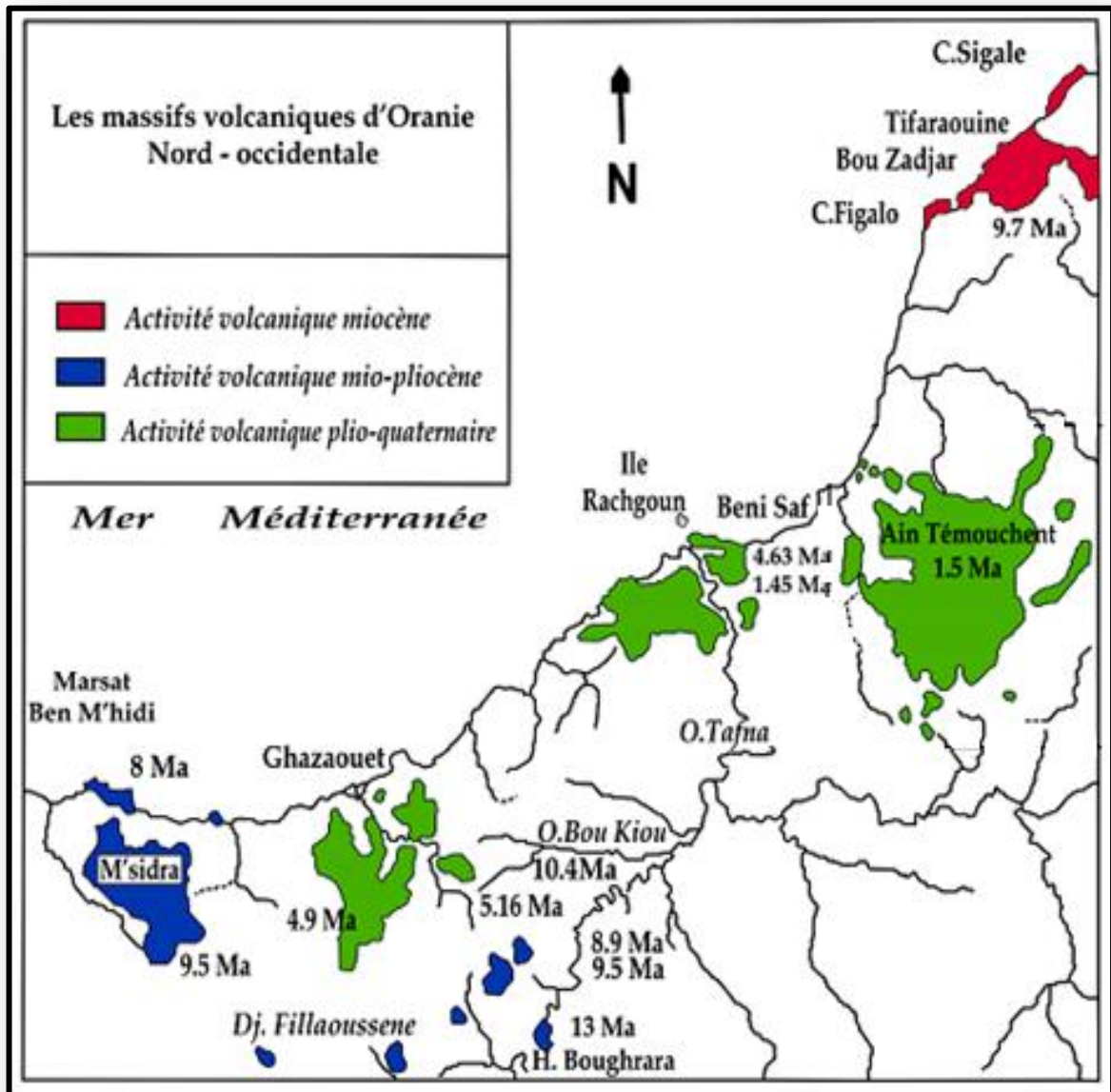


Fig-11: Les massifs volcaniques du littoral Oranais; in Mégartsi (1985).

▪ **A. Massif volcanique de Tifraouine :**

Le massif magmatique tertiaire de Tifraouine se situe dans la partie ouest de la zone externe du domaine tello – africain des maghrébines qui forme la portion africaine de la chaîne alpine. Il est constitué de deux assises volcaniques; la première nappe de basalte est formée par une alternance d'andésites à amphibole et biotite et des pyroclastites andésitiques, alors que la seconde, au sommet, est constituée par des andésites à pyroxène.

▪ **B. La Géologie du massif (Tifraouine)**

Le massif volcanique de Tifaraouine se situe à une quarantaine de kilomètres au sud-ouest de la ville d'Oran, et à 35 km environ au Nord-Est d'Ain-Temouchent. Il se localise dans le complexe structural essentiellement allochtone et appartient à la zone tello rifaine de domaine externe des Maghrébines. L'ensemble allochtone est constitué d'un socle Paléozoïque et ou Mésozoïque surmonté en discordance par une couverture néogène (Guardia (1975), Megarsti (1985) et Ciszak (1973)).

Le socle paléozoïque est représenté par le horst du Dj-El Akhal, ces formations plus anciennes affleurent en fenêtre, au sein des formations miocènes post-nappe. Elles dessinent un horst à cœur dévonien, orienté N60-70° et affecté par des failles transversales de direction N140°-N160°. Les formations magmatiques miocènes se localisent sur le prolongement occidental du horst de Dj-EL khal où se développe une grande superficie de ce massif volcanique de Tifraouine.

Postérieurement à sa formation, ce volcan a été affecté par une série d'accidents tectoniques lui donnant une structure circulaire en caldeira. Dans l'ensemble, le volcan est constitué de deux structures circulaires emboîtées: une structure externe de 09 km de diamètre, (Fig-12).

Massif volcanique de Tifraouine



Fig-12: Vue panoramique de djebel volcanique de 'Tifraouine' au Sud-Est de 'Bouzedjar'

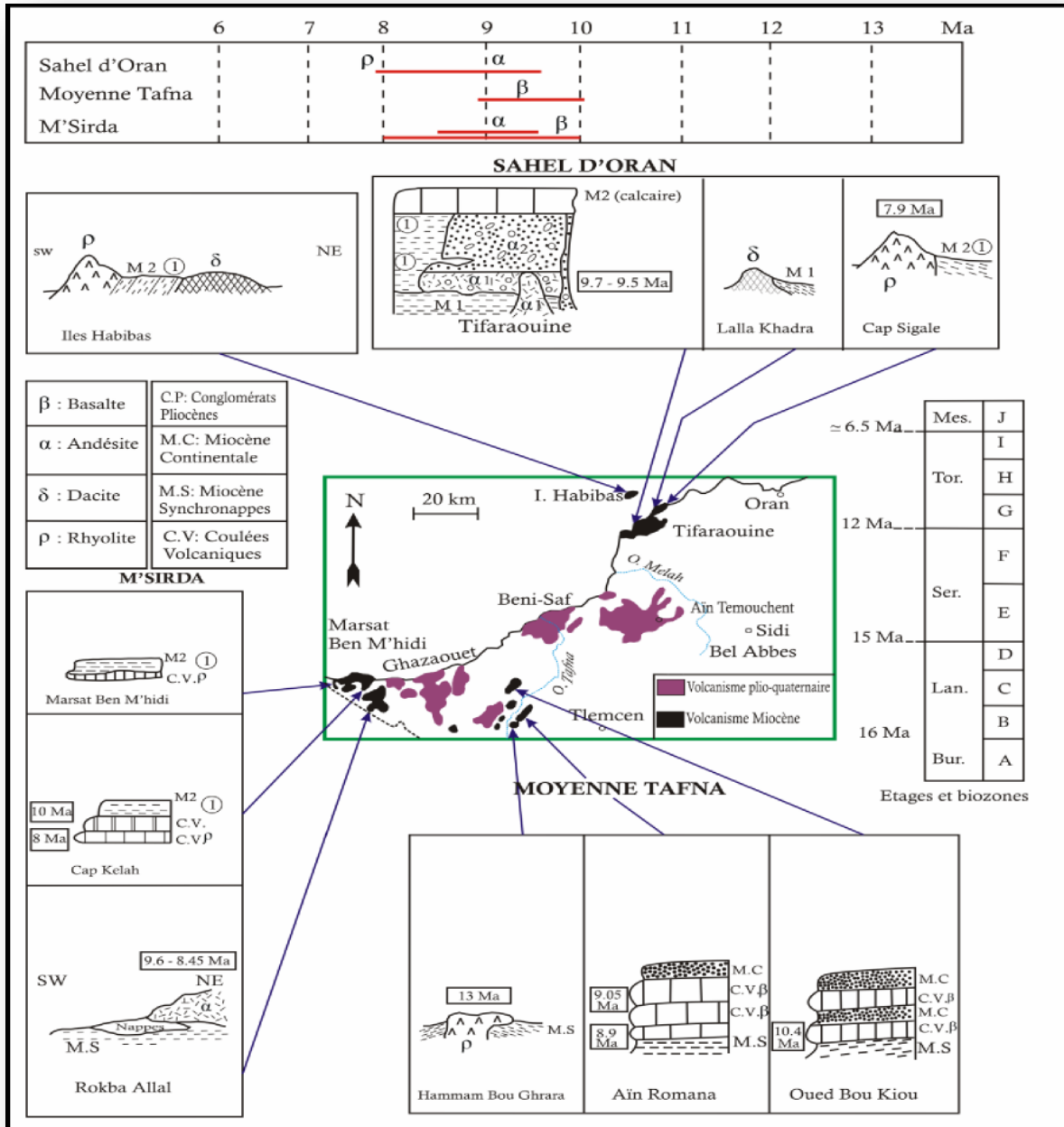


Fig-13 (a): Position stratigraphique des épanchements volcaniques dans l'Oranie occidentale; in Mégartsi (1985).

En fin Maury et al. (2000), Coulon et al. (2002) et Louni-Hacini (2002), suggèrent que la transition du volcanisme néogène de Calco-alcalin à alcalin en Oranie, est post-collisionnelle et serait due à l'expression magmatique d'une rupture lithosphérique subductée en se référant aux travaux de Carminatti et al. (1998), qui ont abouti à une image du manteau sous-oranais jusqu'à une profondeur de 400Km. Louni-Hacini(2002), étudie la transition du magmatisme Calco-alcalin au magmatisme alcalin dans l'Oranie nord occidentale.

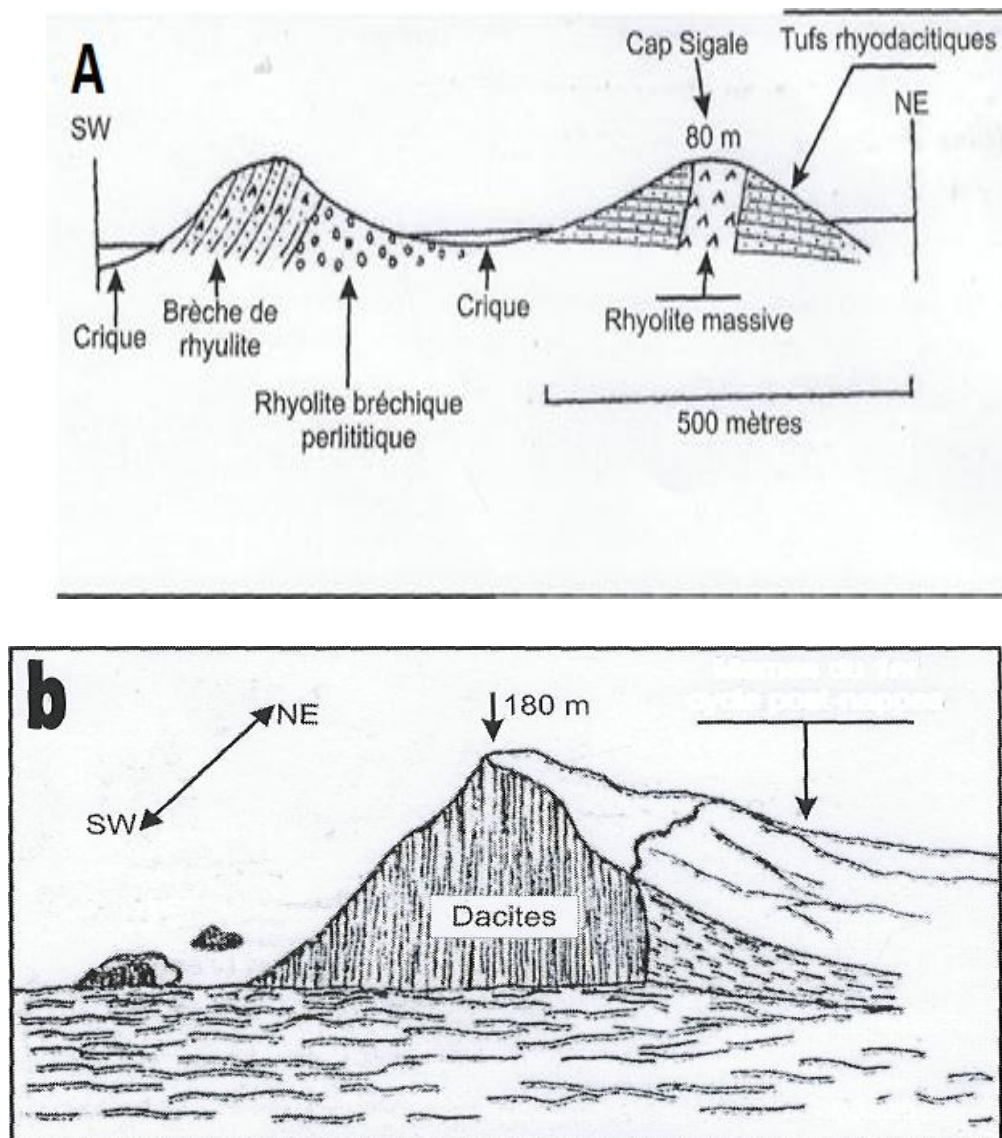


Fig-13 (b): Coupes géologique simplifiées dans le sahel d'Oran (a ;secteur de Bouzedjar, b; l'épointement dacitique de Lala Khadra; in Mégartsi (1985).

1.6 Sismicité tectoniques :

L'activité sismique en Algérie du nord est connue depuis 419, date à laquelle s'est produit le séisme de sitif (actuelle Sétif). Depuis cette date, de nombreux séisme se sont produits, sur la ceinture tellienne; parmi eux certains évènements violents et meurtriers, tels que le séisme historique d'Alger en 1365 et le tremblement de terre d'Alger 1716, puis celui d'Oran ville en 1790, un autre évènement connu à Gourara en 1891. ans une période plus récente, on peut citer les séismes d'Orleans-ville (09 .09.1954), d'el Asnam (10.10.1980) , ainsi le séisme de Constantine (26.10.1985) , le séisme de Ain-Témouchent de (1999) et enfin, le séisme de Boumerdés en (2003) (Fig-14).

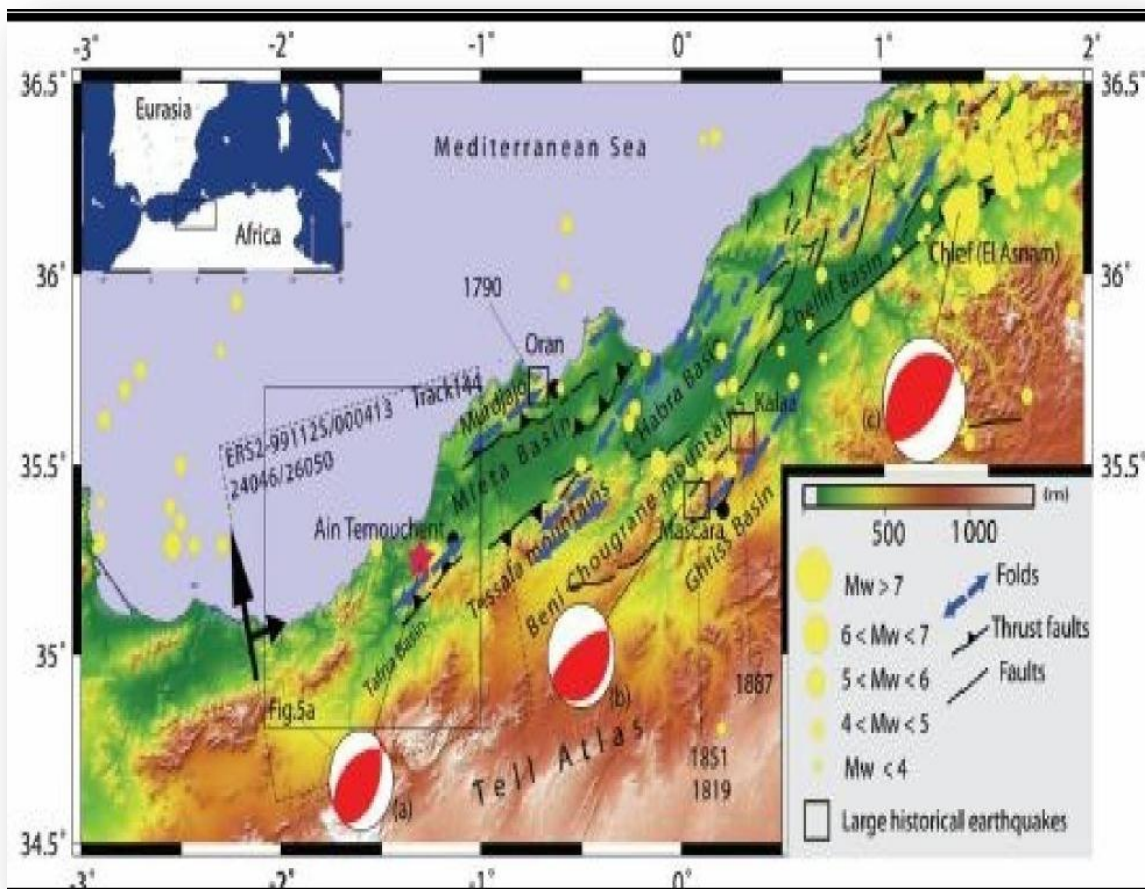


Fig-14: Carte sismotectonique des tremblements de terre des régions littoral les, l'étoile rouge montre l'épicentre des séismes donné par les différents stations de surveillance sismologiques; à référence CRAAG(Alger).

I.7 - Risque géologique :

Un risque géologique est un type de risque qui peut aboutir à un incident ou accident lié à la nature du terrain, comme un séisme ou un glissement de terrain. Un risque est la combinaison d'un enjeu et d'un aléa. Les risques géologiques peuvent être classés en deux catégories :

- les risques naturels liés à l'activité de la planète
- les risques liés à l'activité humaine 'risque anthropique'.

I.7.1 Les risques géologiques naturels:

Ces risques géologiques peuvent être liées à des mouvements lents et / ou continus, comme des tassements ou des affaissements de terrain / gonflement des argiles, ou des glissements de terrain, Ils peuvent être aussi liés à des mouvements rapides et discontinus, comme un séisme ou une éruption volcanique, un effondrement de cavité souterraine, une chute de rochers, des inondations, ou des coulées de boues.

I.7.2 Risques liées à la géodynamique interne de la terre

- **Tremblement de terre (séisme);** Les tremblements de terre (ou séisme) sont pour la plupart causés par les mouvements des plaques lithosphériques qui se déplacent les unes par rapport aux autres à la surface du globe. Quand celles –ci s'affrontent le long de leurs marges, les roches impliquées dans le mouvement, au voisinage de la zone de friction, se déforment progressivement de façons élastique jusqu'au point de la rupture. le séisme se produit lorsque les roches déformées se cassent, libérant de manière quasi instantanée l'énergie emmagasinée sous la contrainte.
- **Le volcanisme :** C'est le phénomène géologique mettant en place un magma qui refroidit en surface très rapidement donnant des roches volcaniques. C'est un phénomène de courte durée qui libère une grande énergie.

Ce chapitre porte une description détaillée sur les données géo spatiales utilisées, sur l'outillage d'investigation informatique et sur les logiciels cartographiques avec les approches méthodiques utilisées pour l'extraction d'information objective des différentes variantes liées à l'étude néotectonique et à l'effet De la fracturation 'Co-sismique' régionale.

II .1 .1 Méthodes d'approche néotectonique :

Cette étude nécessite plusieurs traitements basés sur l'outil informatique (SIG) pour la cartographie de la fracturation de la zone étude, (Figure 15) , qui illustre une description de la méthodologie de travail. Premièrement un model numérique de terrain MNT d'une résolutions 12 ,5 mètre a été utilisé, à partir de ce MNT plusieurs paramètres ont été développées tels que la carte des pentes, la carte d'ombrage, la carte d'exposition de la pente, le réseau hydrographique et l'établissement profil MNT surfaciques.

Le réseau hydrographique a été établi à partir du MNT selon les fonctions déterminantes, d'écoulement, d'accumulation et du drainage hydrologique des eaux de surface.

Pour les cartes d'ombrage directionnel a été réalisé à la faveur d'une source lumineux à différents angle azimutal d'incidence : N045°, N135°, N225° et, N315°.

Une carte de l'exposition de la pente a été réalisé par model numérique de terrain d'étude, la carte d'exposition a été regrouper en (09)directions (plat, N, E, S, W, NE, SE, SW, NW).

La carte des pentes présente un paramètre topographique essentiel paramètre dérivé de MNT réalisé par Arc-Gis (V10.01).

Les profils topographiques ont été réalisés par un second logiciel cartographique dit « Global-mapper ».

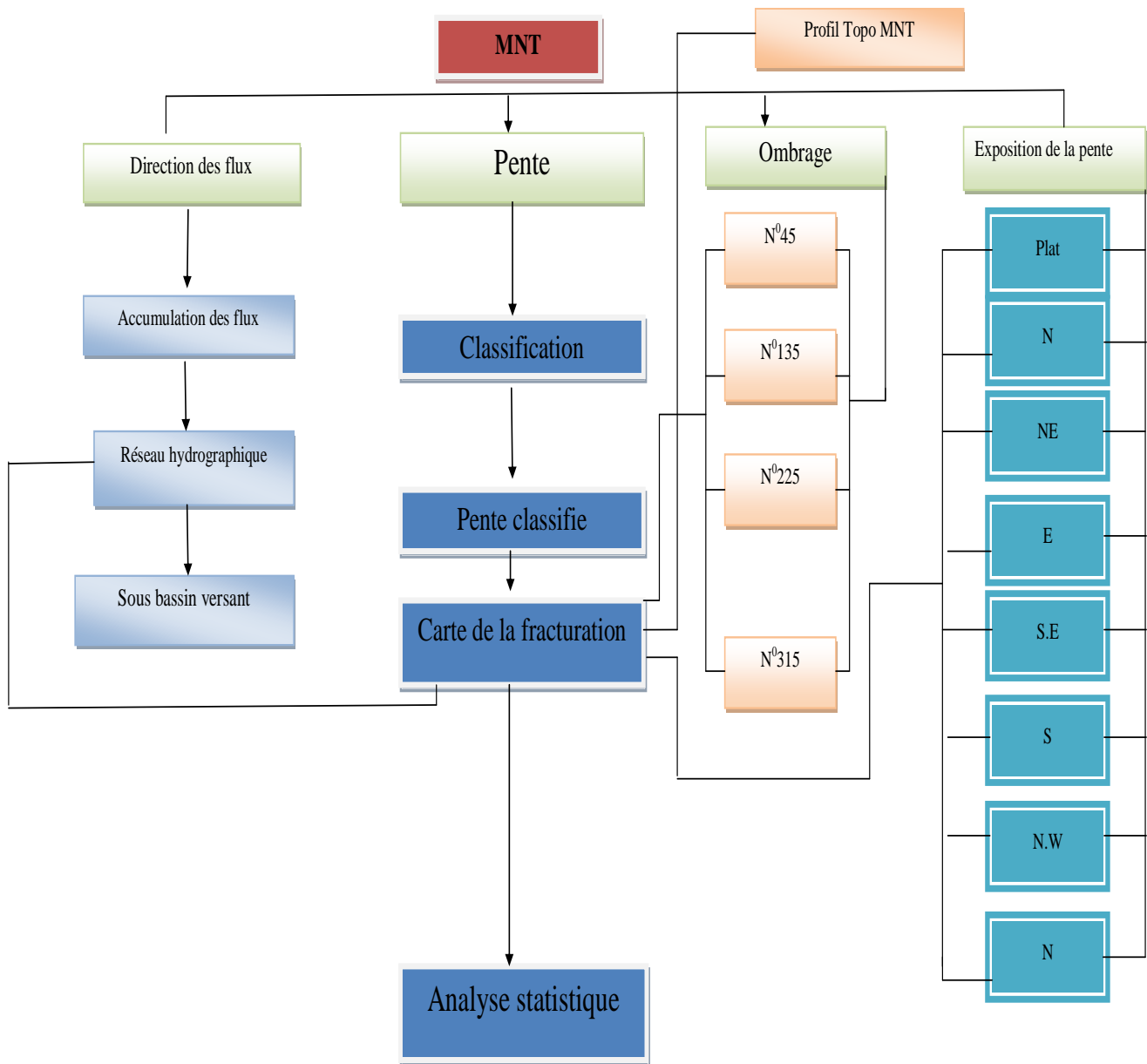


Fig15 : Organigramme de la méthodologie utilisée.

II.1.2 Extraction des réseaux hydrographiques :

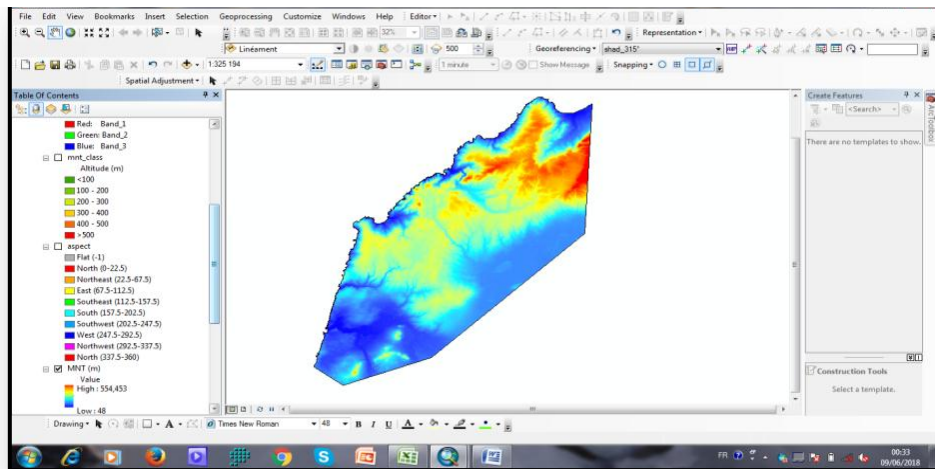
Les réseaux hydrographiques peuvent être délimités à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT) à l'aide de la sortie générée par l'outil Accumulation de flux. L'accumulation de flux, dans sa forme la plus simple, correspond au nombre de cellules en montée qui s'écoulent dans chaque cellule. En appliquant une valeur de seuil aux résultats de l'outil Accumulation de flux à l'aide des outils Con ou SetNull, nous pouvons délimiter un réseau hydrographique (Figure 16). Par exemple, pour créer un raster où la valeur 1 représente un réseau hydrographique sur un arrière-plan de valeur (NoData), les paramètres de l'outil pourraient être les suivants :

- Avec l'outil **Condition**: **Raster de condition en entrée** : 'flow accumulation'

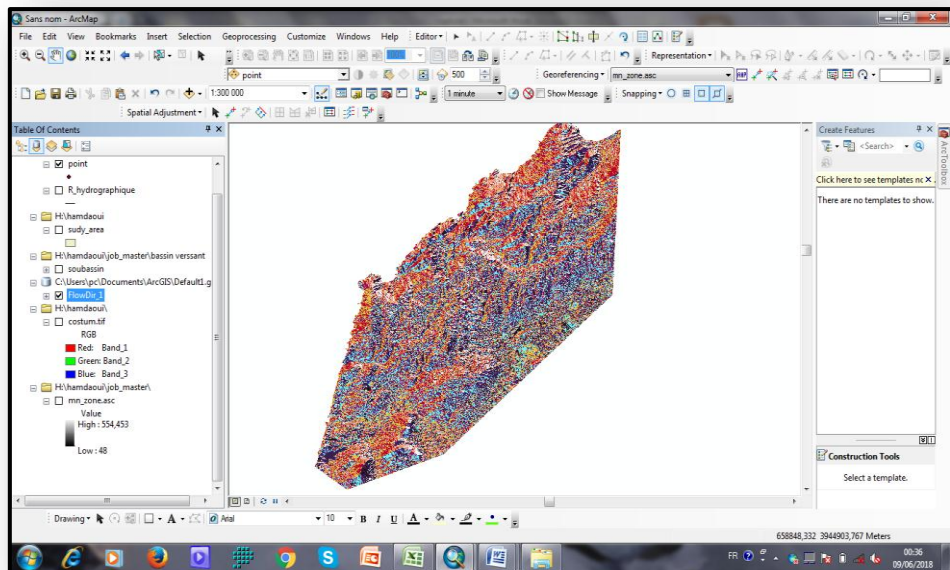
Expression : "Valeur > 100" ; **Raster vrai ou valeur constante en entrée** : '1'

Raster de valeurs fausses ou valeur constante en entrée : "" et **Raster en sortie** : réseau_hydrographique

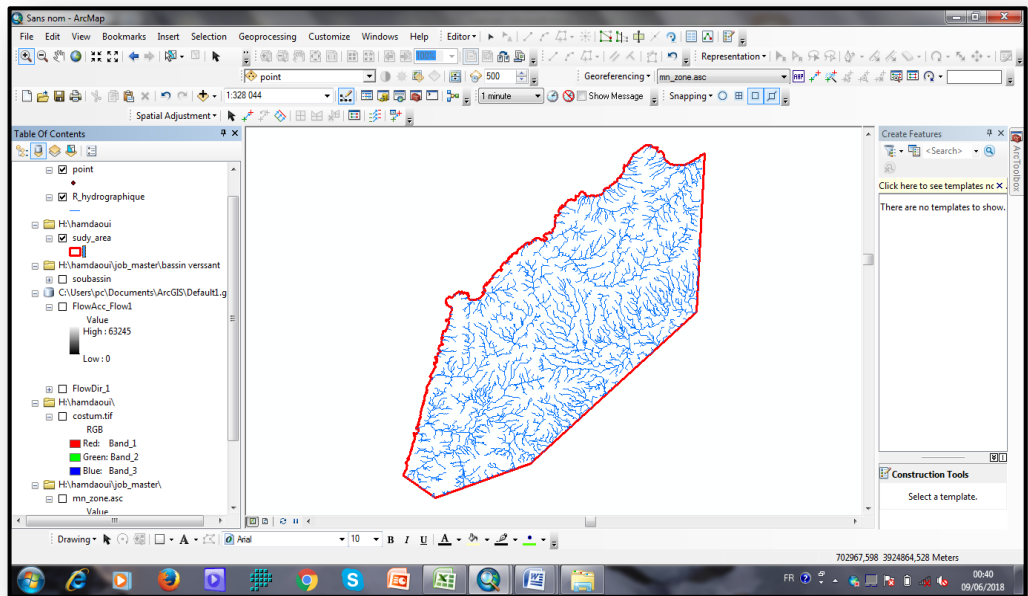
1



2



3



4

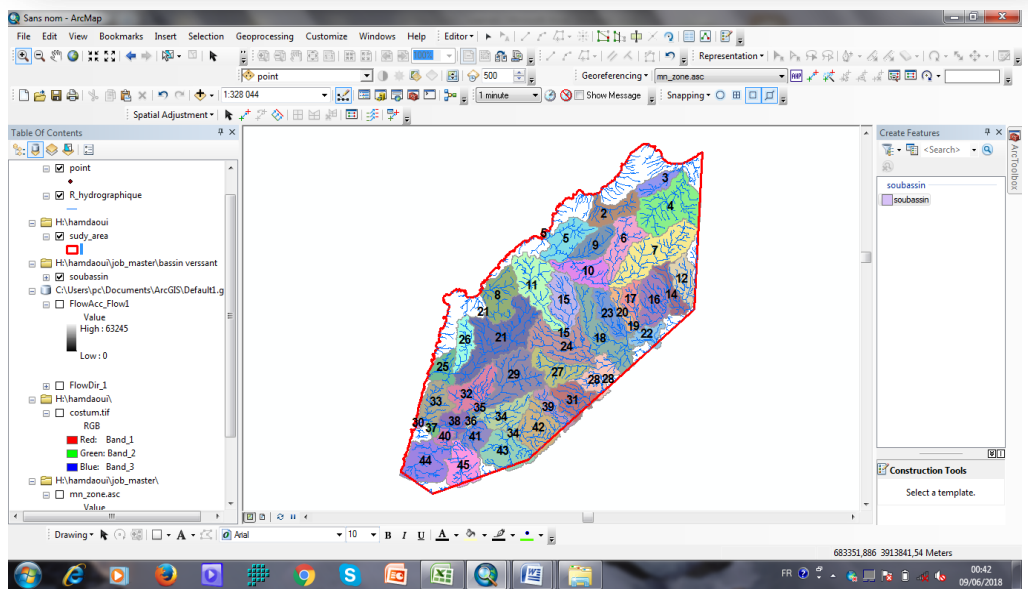


Fig-16: Les différentes étapes d'extraction du réseau hydrographique régional.

Le réseau hydrographique se définit comme l'ensemble des cours d'eaux naturels, permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement. Le réseau hydrographique, est sans doute une des caractéristiques les plus importantes du bassin. Il peut donc prendre une multitude de formes ; La différence du réseau hydrographique d'un bassin est due à Trois facteurs principaux :

- ✓ Géologie : La nature du substratum influence la forme du réseau hydrographique
- ✓ Climat : le réseau hydrographique est dense dans les régions montagneuses très humides et tend à disparaître dans les régions désertiques.
- ✓ Pente du terrain : dans les zones plus élevées, les cours d'eau participent souvent à l'érosion de la roche sur laquelle l'écoulement est présent. Contrairement, dans les plaines les cours d'eaux s'écoulent sur un lit où la sédimentation prédomine.

Le réseau hydrographique est un peu dense et montre des directions d'écoulement variées.

L'extraction du réseau hydrographique par les techniques MNT sous ARCGIS a bien contribué à la reconnaissance de certains appareils volcaniques présents dans la zone étudiée, où le réseau hydrographique par son cheminement indique la présence de plusieurs volcans. On constate aussi que certains segments du réseau hydrographique changent de direction brusquement et suivent le cours de la dernière et cela montre un effet cos-sismique ; un séisme a eu lieu dans la magnitude est supérieure à 6 degrés de Richter.

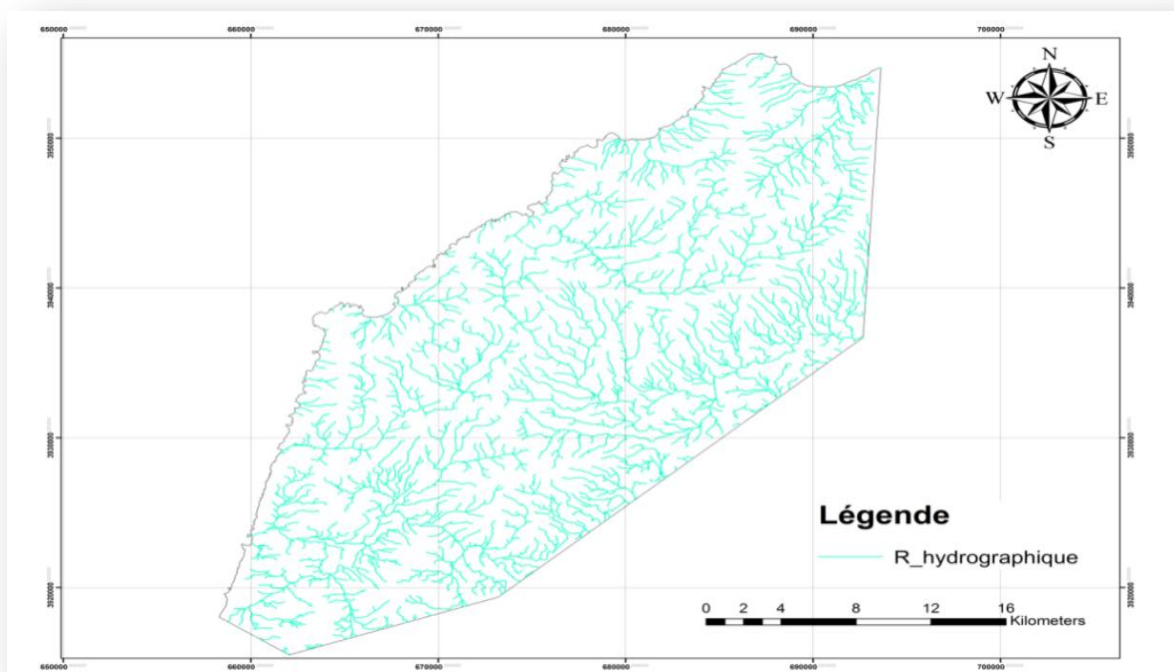


Fig- 17: Carte thématique du réseau hydrographique dérivé du MNT d'échelle: 1/50000

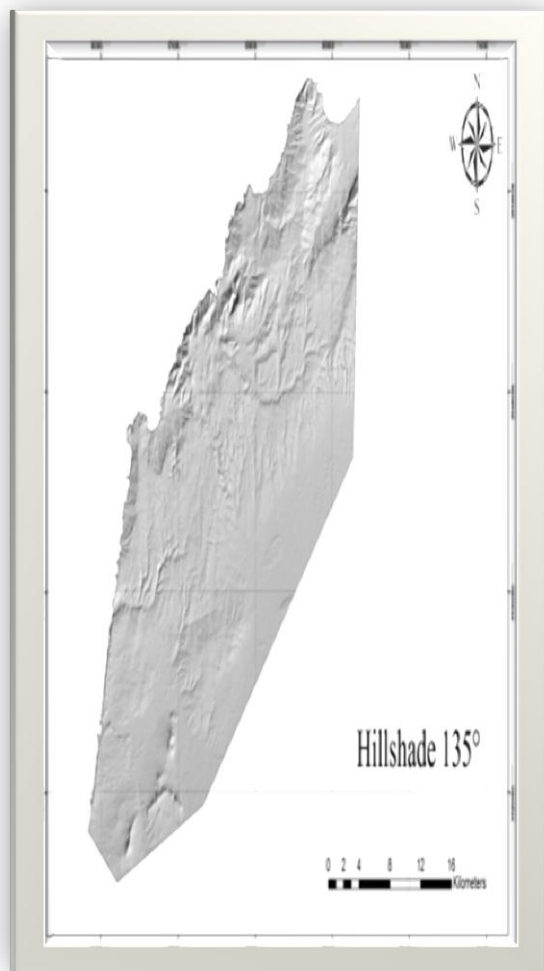
II .1.3 Application de technique d'ombrage :

La fonction Ombrage réalisée par l'outil (arc GIS) génère une représentation (3D) en nuances ton de gris de la surface du MNT, avec prise en compte de la position relative du soleil pour l'ombrage de l'image. L'ombrage devient une technique de visualisation du MNT déterminée par incidence de source lumineuse, ainsi que le gradient de pente et l'exposition de la surface altimétrique. Il s'agit d'une méthode qualitative de visualisation de la topographie qui ne génère pas de valeurs d'altitude Absolues. Cette fonction offre deux options pour générer des ombrages : traditionnelle et multidirectionnelle. La méthode traditionnelle calcule l'ombrage avec une source d'éclairage émanant

D'une direction, à l'aide des propriétés d'altitude et d'azimut pour spécifier la position du soleil. La méthode multidirectionnelle allie la lumière de plusieurs sources pour représenter le MNT ombré. L'avantage de la méthode d'ombrage multidirectionnelle est qu'elle affiche un plus grand nombre de détails dans les zones généralement affectées par la sursaturation et les ombres profondes par rapport à la méthode d'ombrage traditionnelle.

Par défaut, l'affichage des modèles d'altitude ombrés utilise un dégradé de couleurs en nuances de gris. Les images suivantes illustrent un modèle d'altitude avec la méthode d'ombrage par défaut traditionnelle, suivies de la méthode d'ombrage multidirectionnelle.

Dans cette étude quatre cartes ont été développés par la fonction ombrage sur ARC GIS, la (figure18) présente les cartes d'ombrage utilisées dans la présente étude, de terminer la physionomie des surfaces acquis lors de la dernière manifestation géodynamiques.



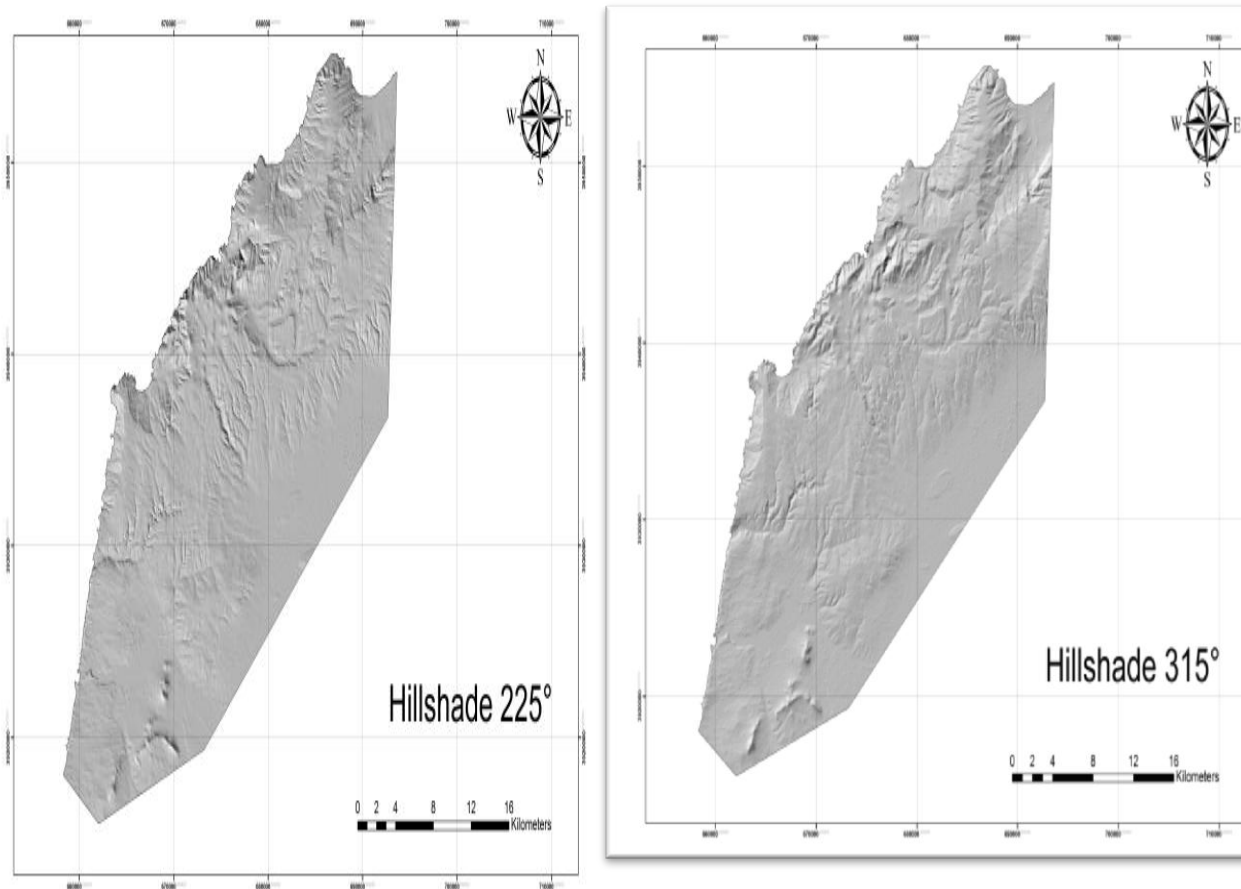


Fig-18: Cartes d'ombrage orienté de la zone d'étude

L'interprétation Archie structurale de ces cartes thématiques met en relief l'existence de deux unités morpho-structurales distincts ;une unité septentrional de forme arquée qui couvre les terrains volcaniques (miocène) et une seconde unité à structure monoclinale à recouvrement plio-quadernaire .

II.2 Morphométrie des terrains :

L'exposition est mesurée en degrés dans le sens antihoraire, de 0 (plein nord) à 360 degrés (de nouveau plein nord, formant ainsi un cercle complet). La valeur de chaque cellule dans une grille d'exposition indique l'orientation de la pente de la cellule. Les pentes plates n'ont pas de direction et ont la valeur -1.

Dans la présente étude l'exposition des pentes est générée pour mettre en évidence la parenté structurale des différentes unités pétrographiques à la faveur du MNT (Fig.19)

En effet, la carte d'exposition des pentes montre clairement la continuation d'orientation des segments morpho structuraux avec les structures du littoral oranais où le passage d'une structure à une autre structure est facilement décelable par le passage de nuances de couleurs. Sur la carte thématique que nous avons réalisée on constate la présence de plusieurs orientations qui se poursuivent latéralement en fonction du modelé du paysage à formes biens ajustées à l'effet morphogénétique de la zone externe du littoral qui est englobe l'essentiel des terrains primaires et secondaires telliens dits 'Para-autochtones'.

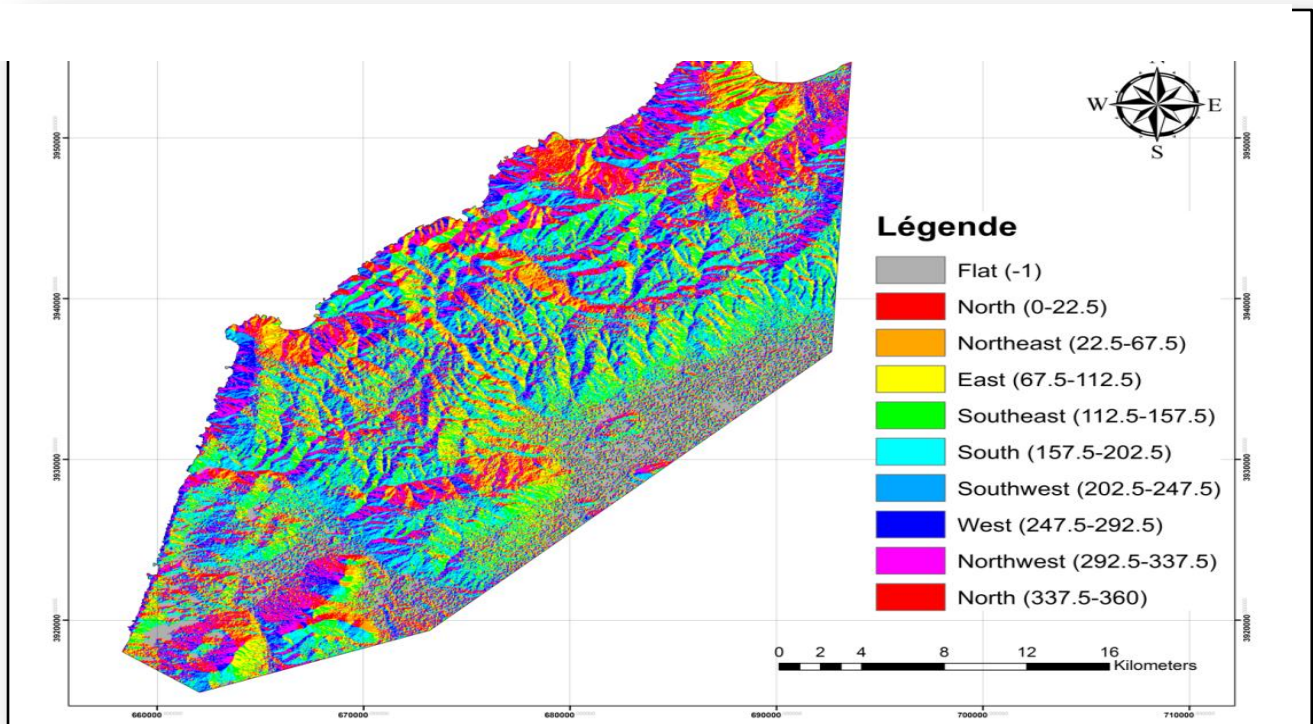


Fig-19: Carte d'orientation des expositions de pentes

II.2.1 Établissement des profils (MNT) et interprétation :

Le changement brusque, constaté au niveau des différents profils topographiques orientés (topo-Mnt) reflètent généralement l'effet de basculement de structure à l'échelle des formations géologiques cartographiables. L'interprétation de ces profils surfaciques nous a permis de distinguer l'architecture des segments et leur fracturation. Dans cette étude les sections longitudinal et transversal tracés sont groupés sur le plan de la figure.20 ;pour mieux suivre la continuité morphologique des reliefs sur l'ensemble de la zone d'étude. Notant que d'importantes informations structurales ont été extraites de cette planche.

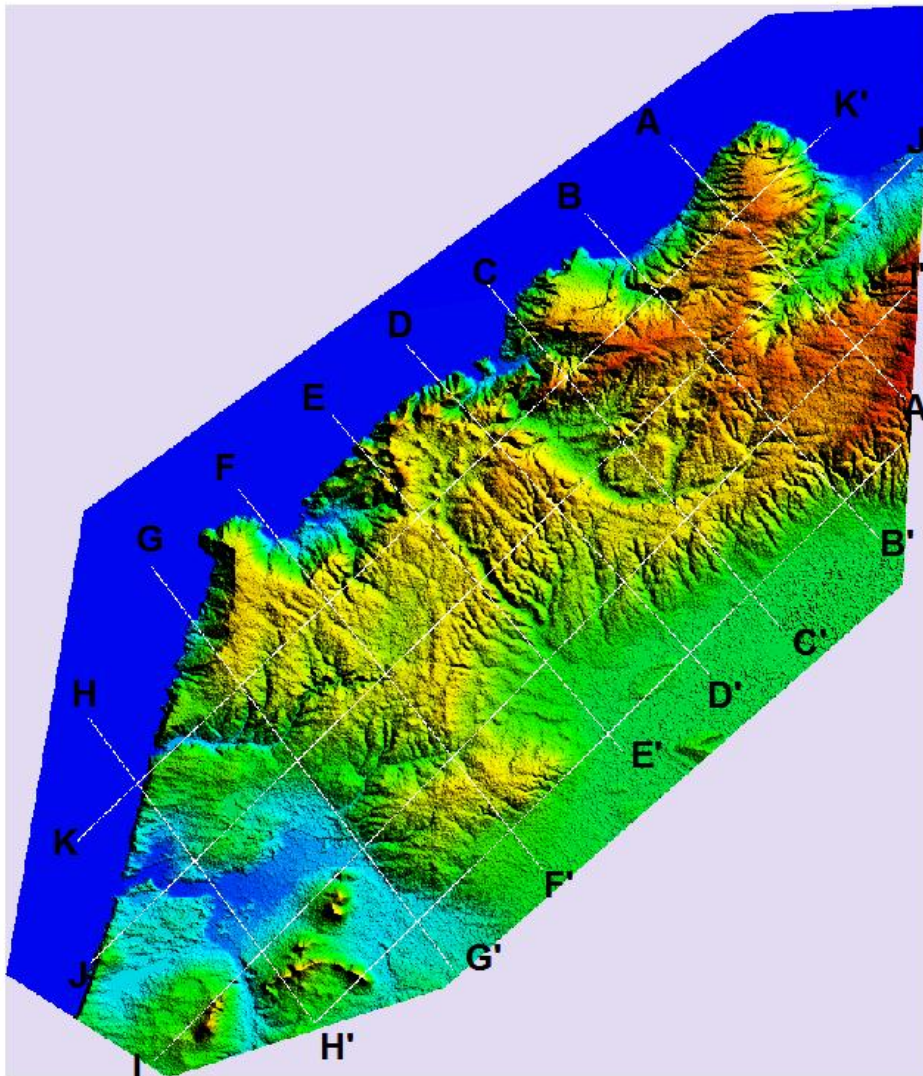


Fig-20: Carte de positionnement des sections transversales et longitudinales.

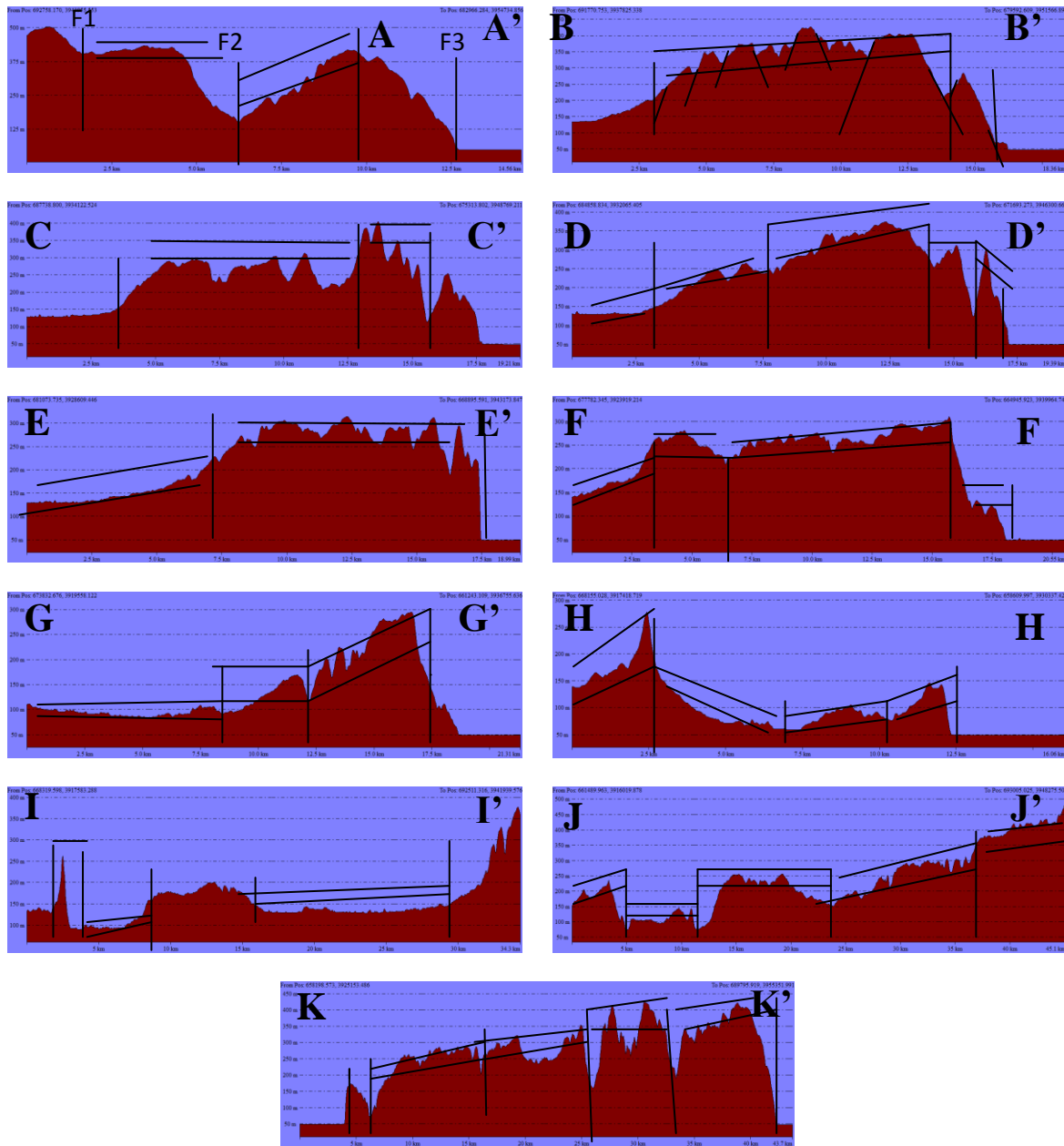


Fig-21: Profils 'Topo-Mnt'; réalisés par l'outil cartographique 'Global-mapper'

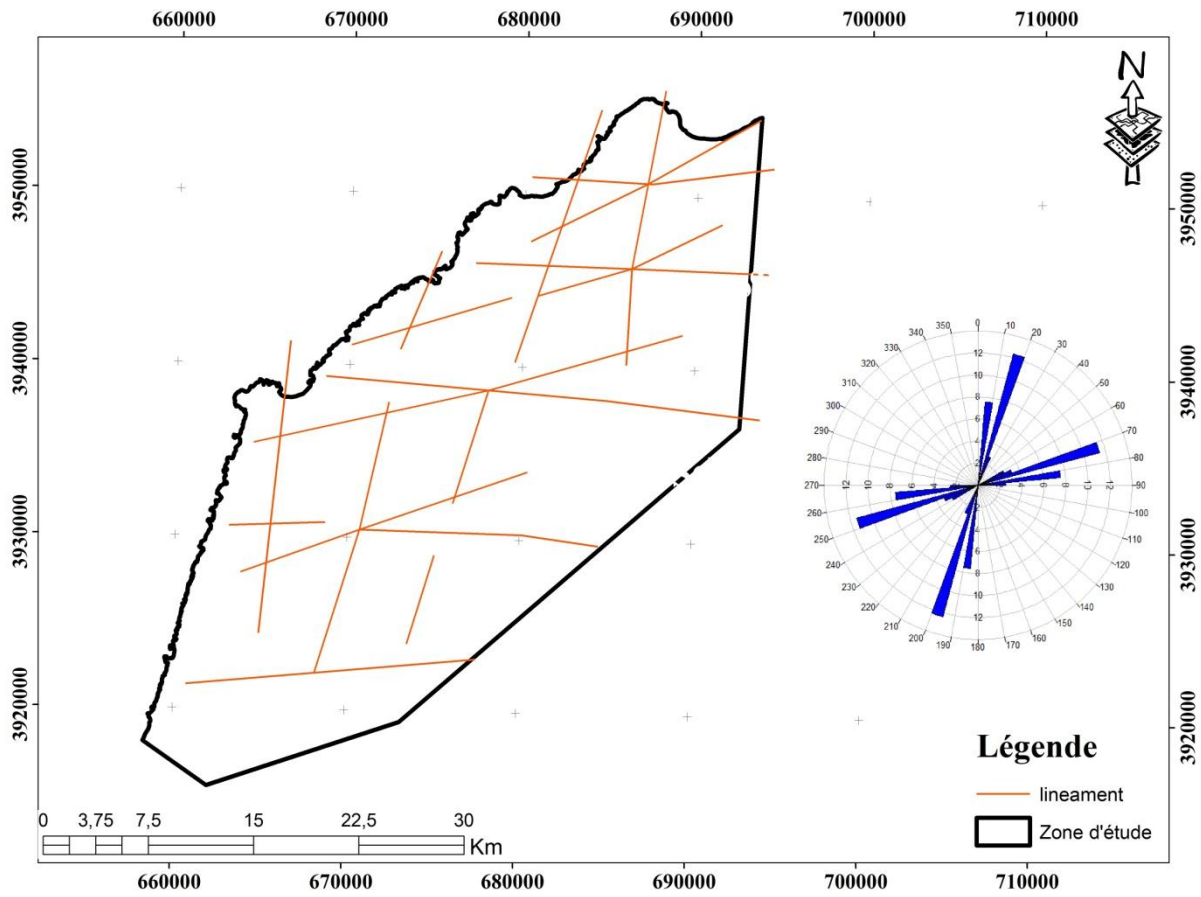


Fig-22: Carte des linéaments de fractures 'Co-sismiques'

Une série de profils, figurants ci-dessus, ont permis de distinguer que la zone d'étude est constituée d'importants reliefs accidentés témoignant l'effet d'une forte activité tectonique dont l'histoire géologique fait preuve sur l'ensemble du sahel oranais depuis les phases tectoniques miocènes jusqu'à l'actuel. Les endroits d'accidents tectoniques sont facilement déterminés au passage brusque des valeurs d'altitudes sur les différents segments marquant la trace de mouvements de terrains suite aux excitations telluriques 'séismiques' et/ou Co-sismiques intenses.

Ainsi l'interprétation des profils topographiques nous a permis d'extraire plusieurs failles verticales et sub-verticales qui ont fonctionné parallèlement au rythme d'ajustement des reliefs littoraux sous l'égide du modèle tectonique régional dit système dit: 'Horst-Graben'.

II.2.2 La carte thématique des gradients de pentes :

La fonction de pente identifie la direction de la pente la plus raide à un emplacement sur une surface. La pente est calculée pour chaque triangle d'un TIN et pour chaque cellule des rasters. Pour un réseau triangulé irrégulier (TIN), il s'agit du pourcentage maximal de changement d'altitude pour chaque triangle. Pour les rasters, il s'agit du pourcentage maximal de changement d'altitude sur chaque cellule et ses huit voisines. La commande Pente calcule, à partir d'un raster de surface en entrée, un raster en sortie indiquant la pente sur chaque cellule. Plus la valeur de la pente est faible, plus le terrain est plat ; plus la valeur de la pente est élevée, plus le terrain est pentu. Le raster pente en sortie peut être calculé sous forme de pourcentage ou de degré de pente. La variation de la pente permet de mettre en évidence les zones les plus accidentées parmi les zones plates. Dans la présente étude une carte des pentes a été générée par le MNT, (Fig23), l'avantage de ce paramètre et de cibler les zones de faiblesse.

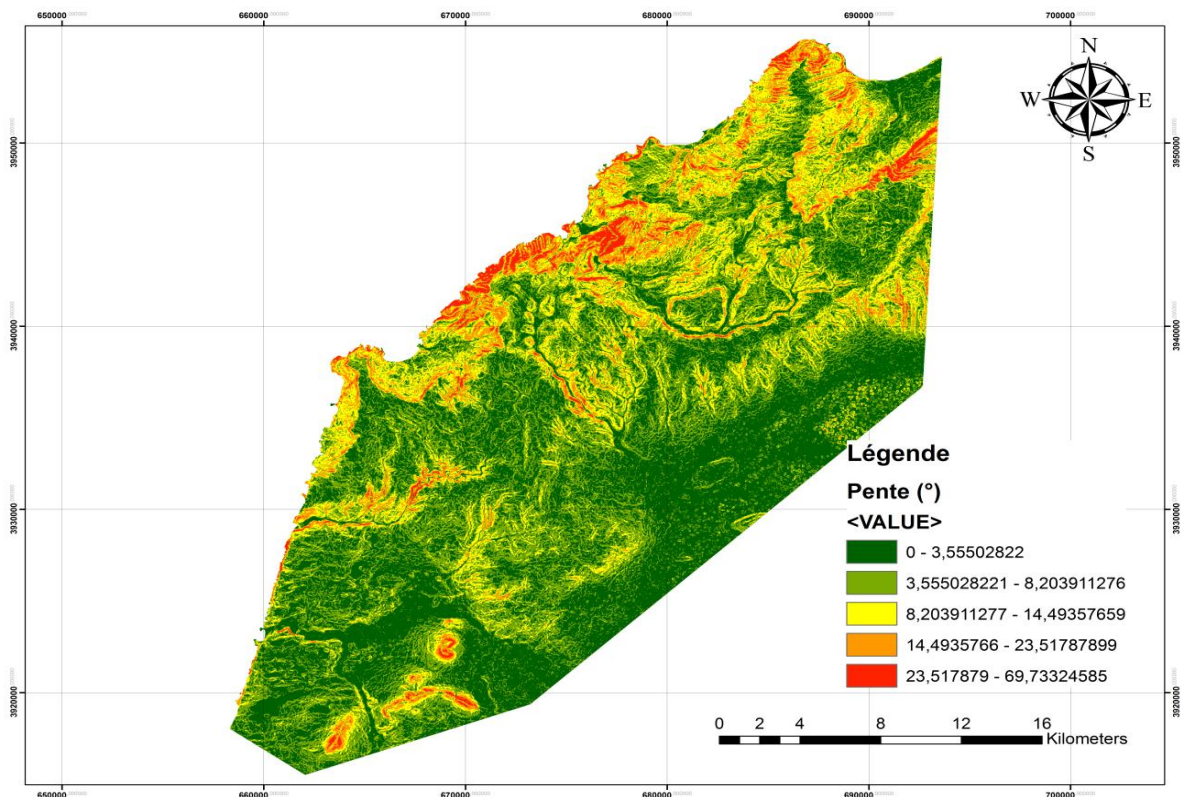


Fig- 23: Carte des gradients de pentes de la zone d'étude.

II.2.3 La carte hypsométrique du secteur étudiée :

La carte hypsométrique donnera une idée sur la proportion des tranches d'altitudes qui procure une importance capitale pour les études hydrologique de fait que la plus part des facteurs météorologique et hydrologique sont influencées par l'altitude. La Figure.24 , met en évidence la répartition différentielle des tranches d'altitude permettre de distinguer qu'il y avait deux volcans et probablement l'existence d'un autre.

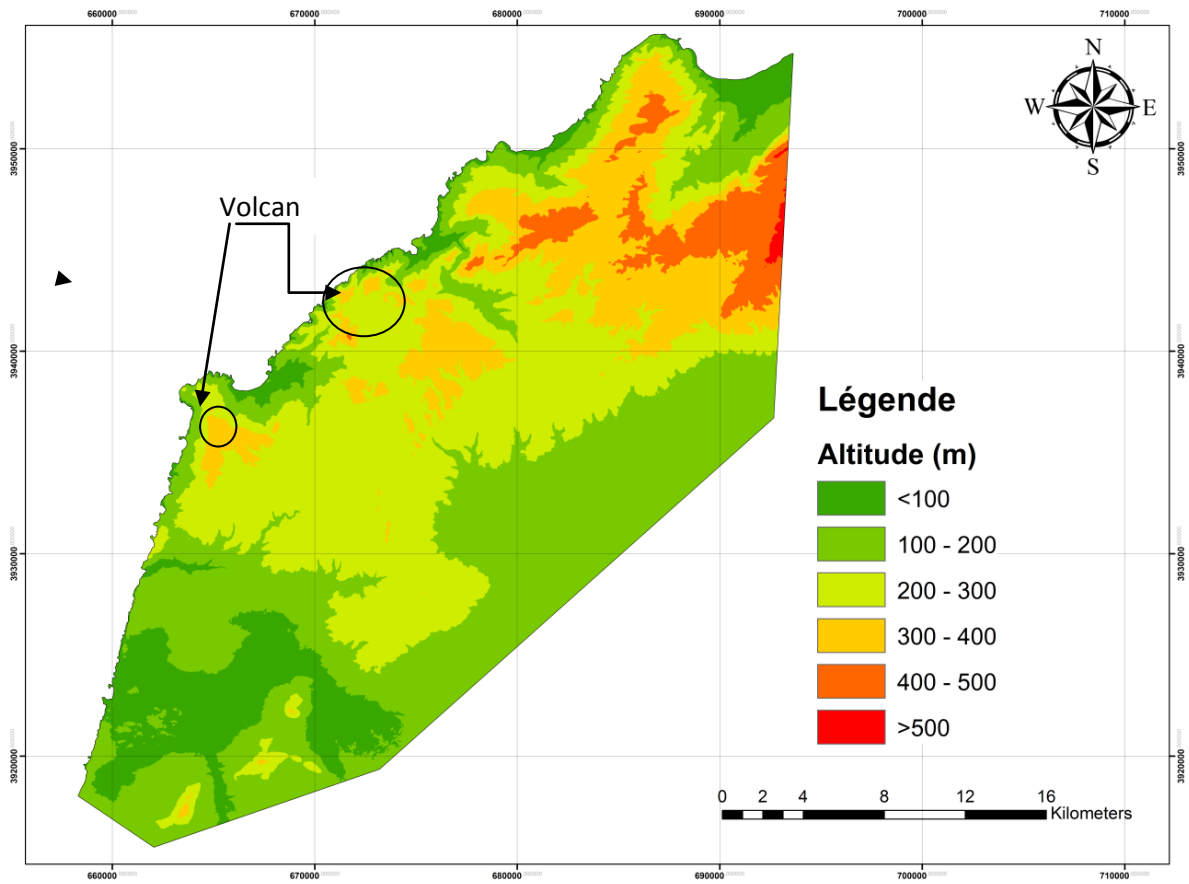


Fig-24 :Carte hypsométrique de la zone d'étude.

II.2.4 Carte d'interprétation de linéaments de fractures (rosace):

La carte de fracturation (Figure25) obtenue après les divers traitements compte environ 70 linéaments de taille variables.

L'analyse statistique de réseau de fracturation permet de distinguer trois familles dominantes :

- 1 . une famille de faille d'azimute N 140°
- 2 . une famille de faille d'azimute comprise entre N 30° et N 40°
- 3 . une famille de faille d'azimute comprise entre N 70° et N 40°

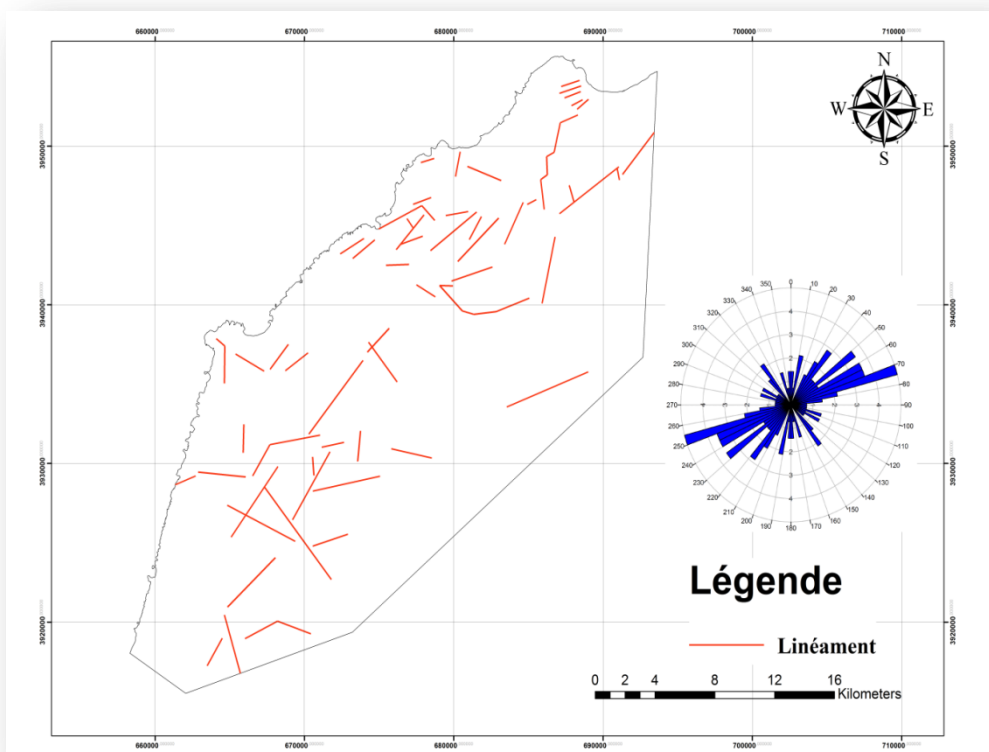
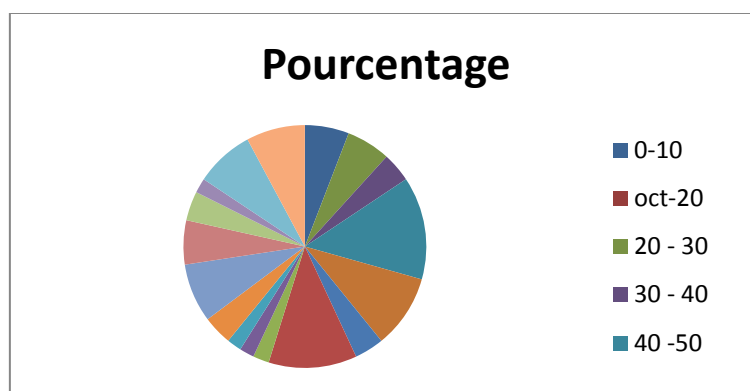


Fig-25 Carte de la fracturation de la zone d'étude.

Direction (°)	Nombre de linéament	Pourcentage
0-10	3	4,28
10-20	0	0
20 - 30	3	4,28
30 - 40	2	2,85
40 -50	7	10
50 - 60	5	7,14
60 - 70	2	2,85
70 - 80	6	8,57
80 -90	11	15,71
90 - 100	10	14,28
100 -110	1	1,42
110 - 120	2	2,85
120 -130	4	5,71
130 - 140	3	4,28
140 -150	2	2,85
150 - 160	1	1,42
160 -170	4	5,71
170 -180	4	5,71

Tableau01 : Analyse statistique du réseau de fracturation



Graphe 01: Pourcentage de linéament

L'application du modèle tectonique de Ridel sur le contexte structural de Bouzdar paraît d'être très significative vu le nombre des familles composante et vu leur orientation spatiale.

Ce modèle traduit l'effet d'un grand cisaillement (dextre) qui affecte la marge occidentale de l'Oranais, (Nadji ; 2010).

Les renseignements de la tectonique régionale sont vraisemblablement compatibles avec ces principales composantes avec une série de failles normales orientées N140°, une autre série de failles inverse orientées N40° et une autre série de failles décrochant dextre.

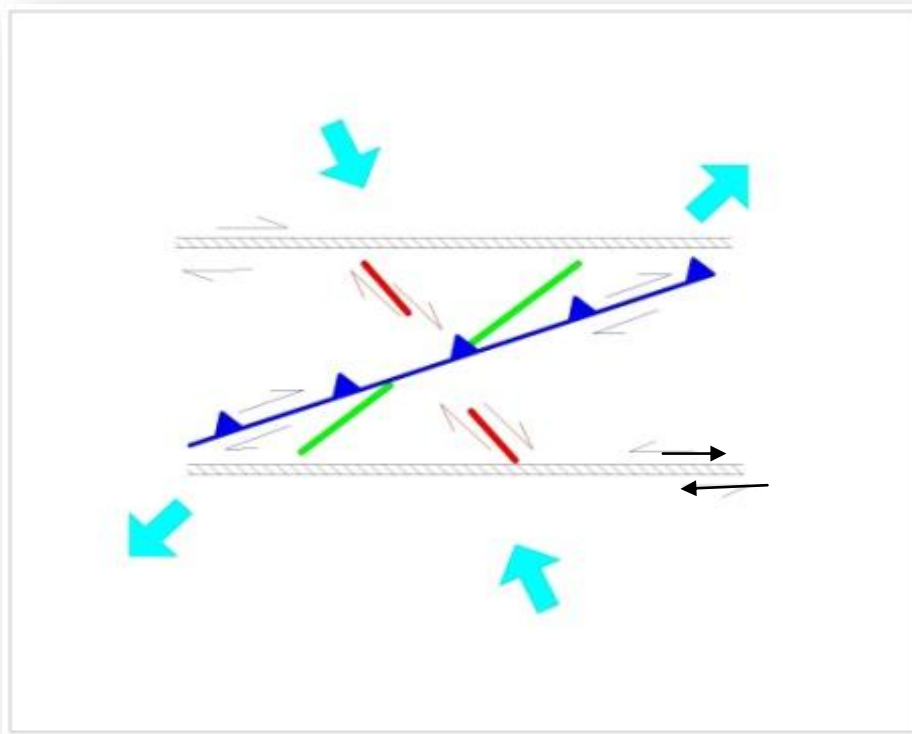


Fig-26 : Répartitions des fractures au sein d'une zone à cisaillement.

Conclusion:

Dans l'ensemble de cette étude l'objectif de ce travail est atteint la modélisation des paramètres morpho métrique de la zone d'étude et leur traitement basée sur un système informatique nous a permis de l'extraire la fracturation.

Trois familles de direction ont été identifiées, la distribution spatiale de réseau hydrographique liée à la structure géologique et notamment à la fracturation, les résultats obtenus restent à améliorer par d'autres moyens tels que les images géo radar, les photos aériennes, etc...

Cette étude montre l'importance du modèle MNT et SIG dans la cartographie morpho structurelle et ouvre une nouvelle perspective pour les études de risques géologiques, étude hydrogéologique et ressources en eau, génie civil.

L'extraction de la fracturation par les techniques utilisées dans cette étude est utile pour la recherche structurelle académique et pour la thèse de promotion pour les investigations profondes où les conditions d'accès sont déficientes.

III.1 Perspectives Co-séismiques et synthèse tectonique :

L'étude du contexte structural et hydro thermique du secteur étudié ne peut être effectuée indépendamment de l'histoire géologique régionale. En effet depuis le Néogène, âge de la mise en place de nappes de charriage, lors de l'incision lithosphérique (16-17 MA) associée à plusieurs phases volcanismes Miocènes jusqu'à l'actuel le paysage du littoral oranais a connu d'importantes édifications morpho structurales. En revanche, les recouvrements Plio-quaternaires occupant d'importantes superficies (Sebkha d'Oran) et les plaines avoisinantes reposaient en discordance tantôt sur le Pliocène, tantôt sur le Miocène, dissimulant ainsi les dernières épisodes tectoniques; d'origine géo structural profond et cumulent d'importants impact en matière d'échanges et de contamination avec le biseau salé (Mansour et al (2012).

Il y a lieu de distinguer l'existence d'un système ternaire d'accidents tectoniques ayant un impact direct sur le fonctionnement du système hydrothermal des secteurs proches; tels que Hammam Bou-indiquant les principales directions de failles:

- un premier système d'accidents représentés par les failles transverses NNE-SSW ;
- un deuxième système de failles d'orientations-SE marquant les failles normales;
- un troisième système de cisaillement profond d'orientation générale E-W.

III.2 Synthèse néotectonique récente :

Ce système ternaire de la fracturation néotectonique reflète parfaitement les composantes de méga-Riedel (modèle tectonique) bien développé dans les travaux de thèse de Nadji (2010). Rappelant que le tracé de la fracturation tectonique épouse généralement la linéarité du réseau hydrique ainsi que l'alignement des épacentres séismiques obtenus grâce aux interprétations d'imagerie satellitaire (Figure 28) et à la cartographie thématique de la distribution des sources séismiques présentées à l'échelle régionale (Figure 27).

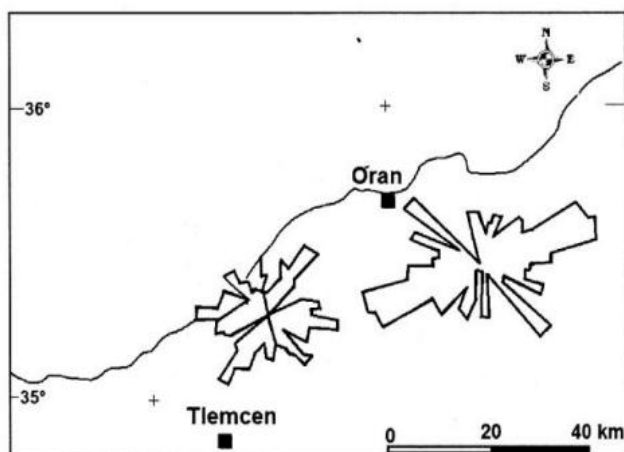


Fig-27: Distribution des directions linéamentaires

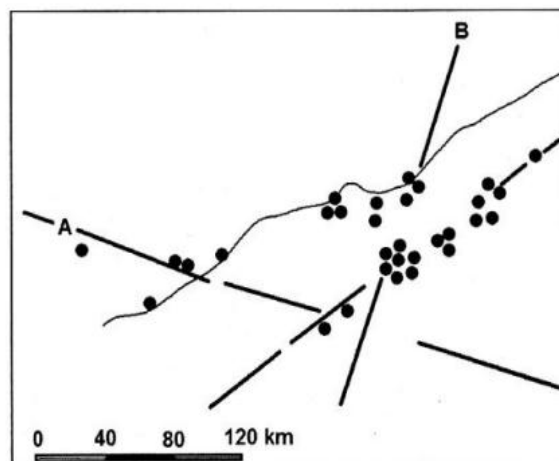


Fig-28 : Alignements sismique selon la carte des épicentre principales secousses séeismique de 1908 à 1980

Compte tenu de ces deux contextes: Géo structural et Hydrogéologique, on peut admettre que les eaux minérales du secteur étudié jouissent de très fortes concentrations en éléments radioactifs (Radon) et demeurent liées à la présence de profondes cassures (d'origine magmatique) qui affectent le socle cristallin et cristallophyllien qui bordent le sahel occidental de l'ouest algérien (Mansour, Nadji&Issaadi(2011).

III. 3 Synthèse hydrogéologique :

L'hydrogéologie régionale se caractérise par une richesse importante en matière de minéralisation et en ressources hydrothermales. La situation côtière porte une caractérisation de contamination avec les eaux salées d'une part et la sursaturation des eaux aquifères superficiels limitrophe de la sebkha d'Oran, d'autre part. Le contexte géo structural évoque l'existence de faille profond affectant la limite asthénosphère- lithosphère donne en conséquence un gradient géothermique élevé d'où le thermalisme se prononce à travers les sources hydrothermales; Fig-29.

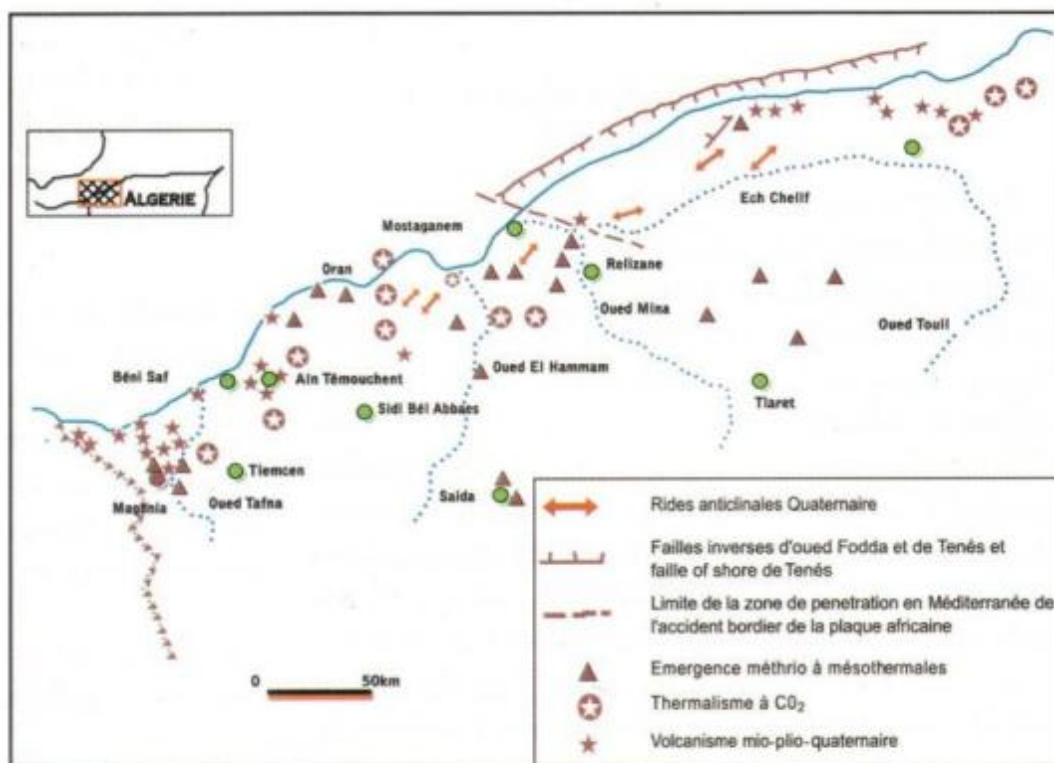


Fig- 29 : Répartition des sources thermo minérales; à dégagement gazeux sur le littoral oranais.

IV .1 Introduction :(sur les traitements d'images satellitaires)

Les données géo spatial des plusieurs sources ; imagerie Landsat (30m. 30 m) et imagerie sentinelle (10 m. 10 m) de résolution nous a permis de développer plusieurs cartes thématiques en particuliers une composition colorées vraie couleurs et une carte d'occupation du sol sur la région étudiées.

Le mérite de ce travail revient au staff technique de centre national des techniques spatiale d'Arzew et au laboratoire des risques naturel « GEOREN » de la faculté de science de la terre et du l'univers.

IV .2 la méthodologie de travail :

Restitution des différent canaux dites thématique Mapper (Landsat 8) avec la mise jour d'une résolution géométrique performante de l'imagerie sentinelle (10 m. 10 m), nous a permis de couvrir l'ensemble de terrain littoraux des deux Wilaya (d'Oran et Ain Témouchent).

L'utilisation du programme du traitement d'imagerie géo spatial (ARCGIS version 10.0) à permis d'obtenir la composition coloré composite des bandes 2, 3, et 4.

Landsat 7			Landsat 8		
Band Name	Bandwidth (µm)	Resolution (m)	Band Name	Bandwidth (µm)	Resolution (m)
			Band 1 Coastal	0.43 – 0.45	30
Band 1 Blue	0.45 – 0.52	30	Band 2 Blue	0.45 – 0.51	30
Band 2 Green	0.52 – 0.60	30	Band 3 Green	0.53 – 0.59	30
Band 3 Red	0.63 – 0.69	30	Band 4 Red	0.64 – 0.67	30
Band 4 NIR	0.77 – 0.90	30	Band 5 NIR	0.85 – 0.88	30
Band 5 SWIR 1	1.55 – 1.75	30	Band 6 SWIR 1	1.57 – 1.65	30
Band 7 SWIR 2	2.09 – 2.35	30	Band 7 SWIR 2	2.11 – 2.29	30
Band 8 Pan	0.52 – 0.90	15	Band 8 Pan	0.50 – 0.68	15
			Band 9 Cirrus	1.36 – 1.38	30
Band 6 TIR	10.40 – 12.50	30/60	Band 10 TIRS 1	10.6 – 11.19	100
			Band 11 TIRS 2	11.5 – 12.51	100

Tableau- 02. Caractéristiques géométrique des différents bandes de l'image Landsat- 7 et landsat8

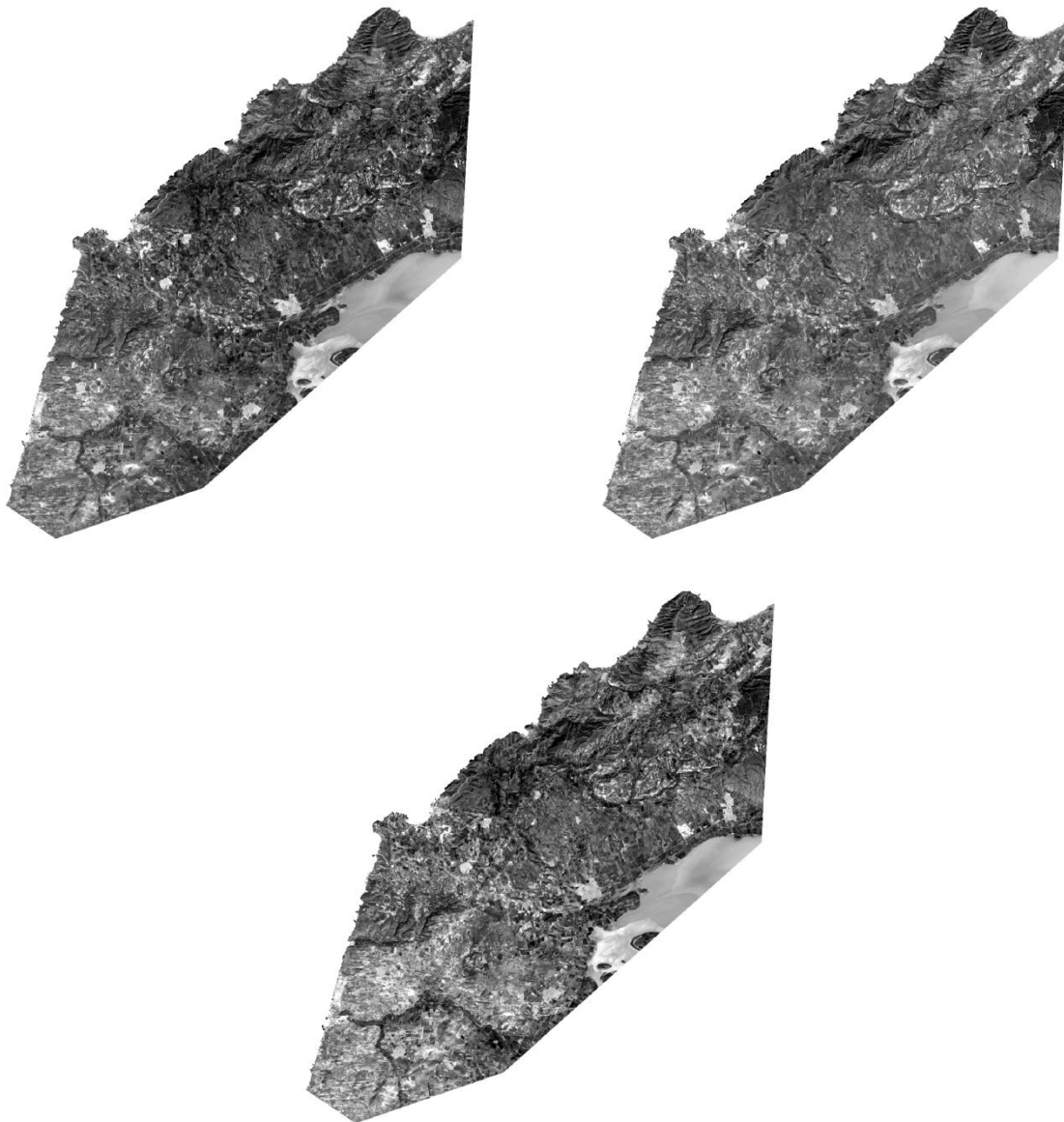


Fig30 : les bandes (2,3,4) de l'image satellite / Landsat-8.

IV.3. Interprétation des résultats

L'interprétation de la composition coloré à l'échelle 1/20000 parait important pour tout étude d'aménagement de territoire et compris l'urbanisme, le réseau routier, le couvert végétale et le plan d'eau, ainsi que les limites de rivages de la côte littoral de Bouzedjar.

Par ailleurs, d'autres paramètre morpho structuraux et hydrique sont facilement accessible, tel que l'enchaînement des massifs côtiers et l'intensité de drainage du chevelu hydrographique (oueds, et les dépressions endoréique).

Le même programme ARCGIS à été exploité par des traitements spécifiques à la télédétection pour résoudre la carte d'occupation de sol.



Fig-31 composition colorée de l'image rouge (4), vert (3) et bleu (2).

Le principe de base qui sous-tend cette thématique est en l'occurrence revient celui de la classification automatique de la réflectance lumineuse de la composition colorée réalisées.

Notons que l'algorithme de calcul de cluster est introduit dans le logiciel cartographique à la faveur du module spécifique de la classification nom superposé.

IV .4 Classification non supervisée et réalisation (POS) :

Les différentes cartes thématiques réalisées à la même échelle ont constituées la plateforme de travail sur les risques liées aux mouvements des terrains et notamment à l'effet cos sismique qui intègre la néotectonique ; parmi les cartes thématiques développées , nous rappelons les cartes hypsométrique , celle du réseau hydrographique dont leur superposition à permis de cerner les linéament structuraux directionnel et la réalisation d'une rosace de fracturation qui synthétisé le nombre de famille accidents tectonique et avec leur orientation pré référentielles à l'échelle de la région étudiées .

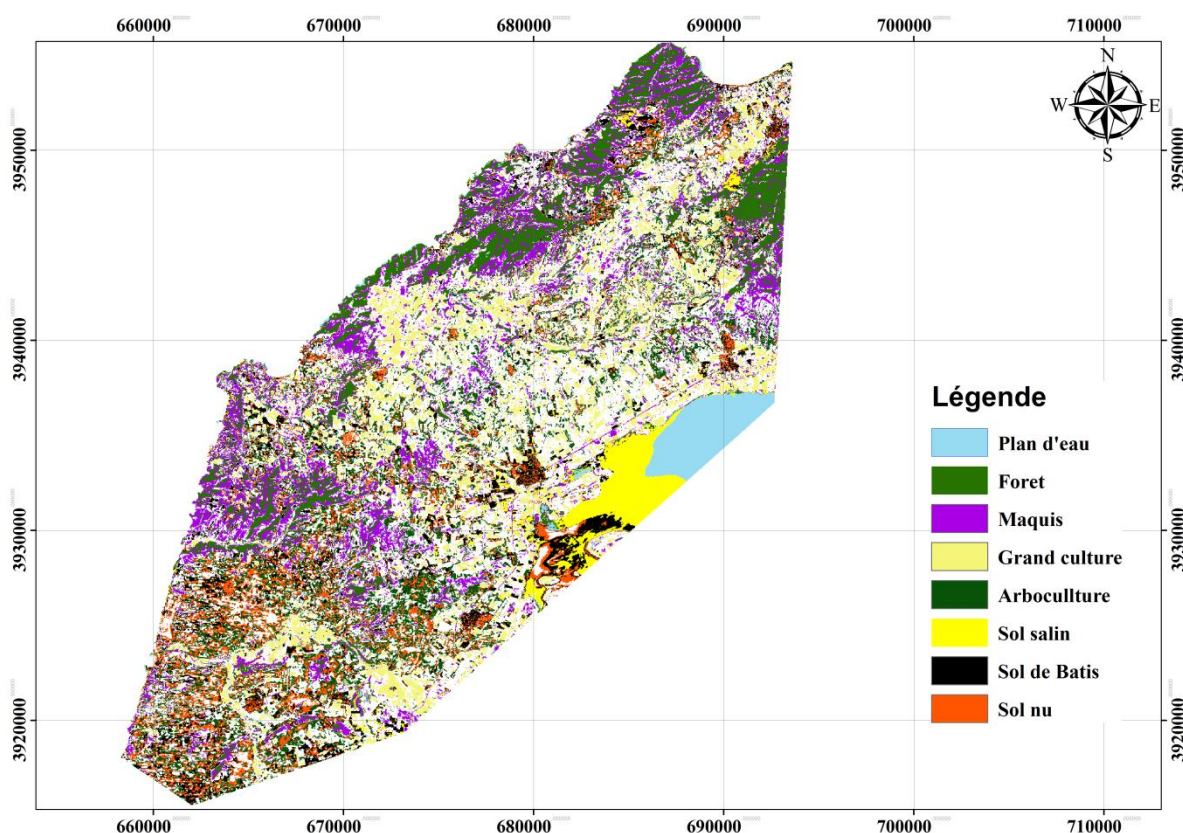


Fig- 32 :Carte d'occupation du sol de la zone d'étude.

Parallèlement à ce travail une synthèse en analyse d'imagerie satellitaire, elle vient reconforter les premiers résultats, notant que la carte d'occupation de sol et les compositions colorées ont répondu favorablement à nos perspectives en terme cos sismique.

Plusieurs travaux en sismotectonique et sur l'aléa sismique de cette région ont vu le jour grâce à l'équipe des risques naturels GEOREN et grâce aux actes du mémoire de Arab et Bousslah(2013-2014) et la thèse de Nadji 2010 nous avons pu définir la répartition des épiceutre sismique enregistré dans la région étudiée.

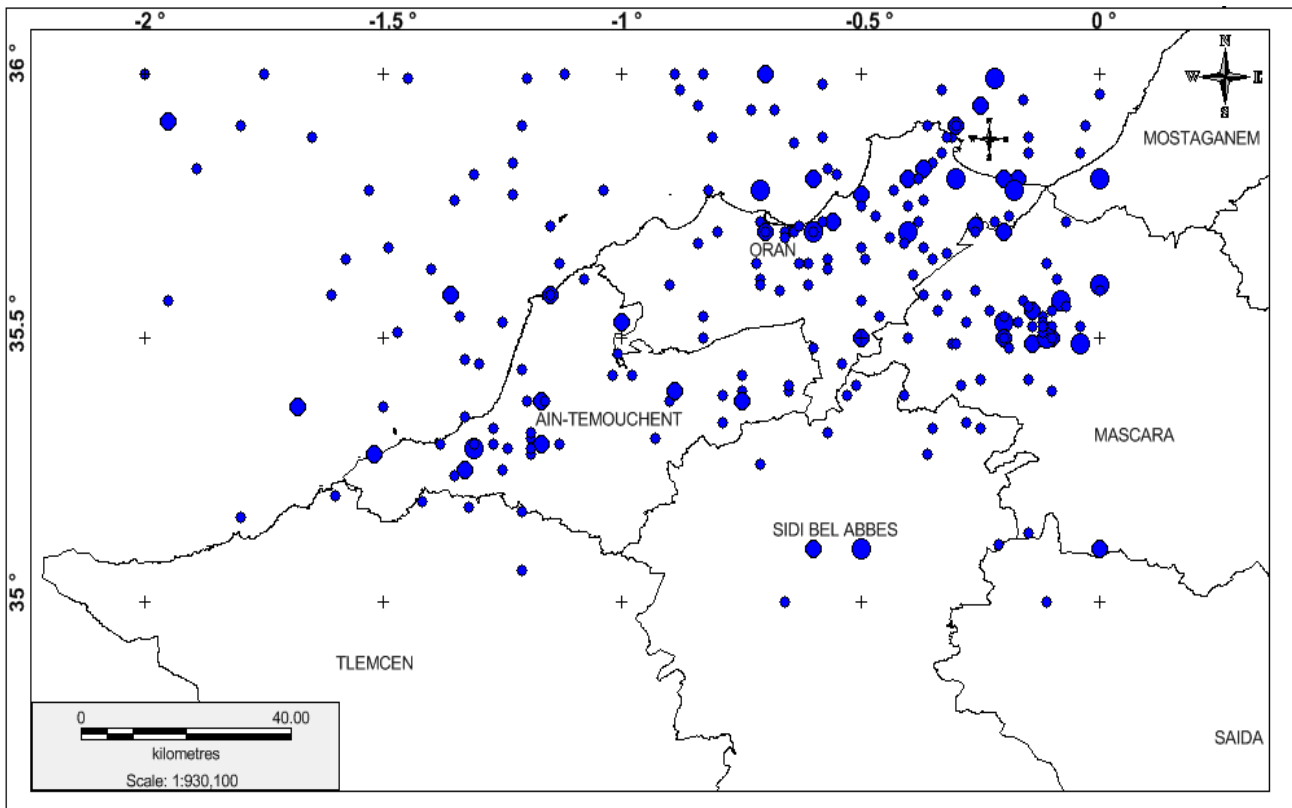


Fig- 33: Carte de la sismicité du littoral Oranais .

Conclusion

Le secteur d'étude englobe deux grandes wilayas de la métropole occidentale de l'Algérie. La position marginale des terrains, la diversité pétrographiques, les variétés des unités structurales entre socle et couverture ; associée aux appareils volcaniques d'origine distincte implique une complexité d'événement géologiques

Pour débattre la thématique de l'effet Co-sismique liée à la fracturation tectonique, nous avons traité à la faveur de quatre chapitres complémentaires justifiant l'essentiel de la question néotectonique.

Le contexte géo structural à été développer par l'approche morpho métrique et géo spatiale ; où plusieurs cartes thématiques ont été établies: hypsométrique, gradient des pentes, orientation, des cartes d'ombrage, chevelu hydrographique, imagerie satellitaire avec résolution de la composition colorée et la carte d'occupation de sol.

La superposition et le croisement d'informations sur l'égede de SIG ont permis de reconstituer le réseau de la fracturation et d'établir la rosace des familles de fracturation qui répond conformément au modèle ternaire de Riedel.

En conséquence trois familles de failles on été identifiées :

- un premier système d'accidents représentés par les failles inverses NNE-SSW ;
- un deuxième système de failles d'orientation NW-SE marquant les failles normales;
- un troisième système de cisaillement profond d'orientation générale E-W.

Les perspectives Co-sismiques envisagées s'appuient sur une vision globale géologique et hydrogéologique pour mettre en évidence les effets de la fracturation tectonique profonde et les effets secondaires due à la néotectonique des blocs cristaux et les phénomènes de minéralisation des eaux et hydrothermalisme régionale.

D'autres variantes ont été traités en gré d'hydrochimie et de la contamination des aquifère littoraux (côtiers) par les eaux salées.

Cette étude vient d'apporter une contribution modeste d'une une part, d'établir une carte préventive des risques d'instabilité et d'autre part elle contribue à l'aménagement du territoire de secteur de wilaya.

Bibliographie

Lacroix, A., (1893), Les enclaves des roches volcaniques « *Mâcon, Protat. Fr. Imp., I.Vol., 710p.*

Mansour, H, Foukrache, M & Zeroual. I 2006. Apport de l'hydrochimie pour l'exploration des eaux souterraines de l'aquifère côtier Oranais. Revue Géomaghreh n°03. 11 - 18. Maroc.

Mansour. h, Nadji. a, Foukrache. m& Zeroual. i ; 2012 Impact du contexte géo structural et du biseau salé sur la contamination des aquifères côtiers oranais (Algérie Nord-Occidentale). Bulletin du Service Géologique National. Vol. 23, n° 2, pp. 155 -168, 8 fig., 2 tabl,

Megartsi, M., (1985). Le volcanisme mio-plio-quaternaire de l'Oranie nord-occidentale (Algérie). *Thèse d'Etat. Université d'Alger, 296 p.*

Meghraoui(1988). Géologie des zones sismiques du nord de l'Algérie : paléobiologie, tectonique active et synthèse sismotectonique, thèse d'état université paris-11.1998, 356p.

Nadji AM, Adjoudj.M.Boulakhouan.N,Benali.A ,(1996) .étude géotechnique de la frange maritime d'Oran est, assisté par l'application des méthodes géophysique de subsurface.colloque national des sciences de la terre (INH-Boumerdes).

Nadji, A. 2010. Étude sismotectonique du littoral oranais. Contribution à l'aléa sismique. Thèse de doctorat d'état, 275 p. Université d'Oran . Algérie.

PerrodonA,(1957) Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie Occidentale, Publ.serv.Carte Géol.algérie ;12,328pp.

Rouisset K ,(2017). étude de la fracturation tectonique de versant Nord du Djbel mardjajo Mem, université d'Oran .

SadranG ,(1958) . Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires tell Oranais , bull , N08 , 533 p

Tebeliouna M ,(1997) , Etude dynamique , pétrographique et géochimique des laves basaltiques plio-quaternaire de massif de Ain témouchent (l'Oranie nord occidentale) , thèse mag, USTHB , Alger 118 p

Thomas. G. 1985.-Géodynamique d'un bassin intra montagneux (bassin du bas Chéelif occidental. Algérie) durant le Mio-Plio-quaternaire. Thèse de doctorat d'état, 594p. Université de Pau. France.

Velain c (1874), Constitution géologique des îles voisines du littoral de l'Afrique , du Maroc à la Tunisie . C ,R . acad ,Sci , Paris . ,paris , 128 p,p 73

Zerka , M. (2004) – Le manteau sous la marge Maghrébine :Relation (infiltration –réactions-cristallisation) et cisaillement lithosphérique dans les enclaves ultramafiques du volcanisme alcalin plio-quaternaire d'Oranie , exemples des exemples d'Ain témouchent et de la base de Tafna (l'Algérie nord occidentale) Thèse doct, Etat , univ , Oran 234p, annexe

Cizark.R(1993).- «évolution géodynamique de la chaîne tellienne en Oranie (Algérie occidentale) pendant le paléozoïque et la mésozoïque.- strata, V.2, p1-513.

Référence bibliographique

Webographie :

Desktop.arcgis.com/fr/arcmap/103/tools/ spacial

Document .revues .inist .fr/bits tream/ handle

<https://www.researchgate.net/.../Diagram-of-the-hydrodynamic>

Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique, Algérie

<http://www.craag.dz>

Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), France

<http://www.brgna.fr>