

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université D'Oran 2

FACULTE DES SCIENCES DE TERRE ET GEOGRAPHIE ET AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

Département : géographie et aménagement du territoire



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présente pour l'obtention du Diplôme de Mastère

Spécialité : Hydrologie, Climatologie

Thème

Les changements climatiques et leurs impacts sur les monts des Ouled Ali –Mascara- par l'imagerie optique.

Réalisées par :

LAKLOU Fouad et Boucheta sarra

Soutenu le /11/2020, devant la commission d'examen :

Mme Gourine Farida	MAA	Université d'Oran	raporteure
Ms Zanoune Rafik	MAA	Université d'Oran	Président
Mme Senhadji Hafida	MAA	Université d'Oran	Examinatrice

2019/2020

Remerciements

Après avoir rendu grâce à Dieu le tout puissant et le Miséricordieux nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin ont participé à la rédaction de ce mémoire.

On voudrait tout d'abord adresser toute mes reconnaissances et remerciements à la directrice Madame GOURINE FARIDA de nous avoir encadré, mon responsable et tuteur de mon projet de fin d'étude Master 2, qui m'a suivi tout au long de cette période et m'a conseillé sur l'orientation qui celui-ci devait prendre et pour avoir relu et corrigé notre mémoire avec sa patience et sa disponibilité.

On désire aussi remercier Madame SENHADJI HAFIDA pour avoir accepté de jurer ce mémoire

Nous voudrions remercier Monsieur ZANOUNE RAFIK d'avoir accepté de jurer notre mémoire

On remercie également toute l'équipe pédagogique de l'université de Géographie et Aménagement du Territoire.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leur paroles, leur écrits, leur conseils et leur critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Nous remercions nos très chers parents, pour leur encouragement, confiance et leur soutien.

A tous ces intervenants, nous présente mes remerciements, nos respects et nos gratitude.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents, ma mère ZOÛRA mon père ABDELKADER et ma cher grand-mère KHADIDJA pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur encouragement.

A mes frères, ma sœur BOUCHRA.

A mes deuxièmes frères Hocine, Abdou DERBAL, Redah, Redouane, Taieb.

A CHIKH. ZOULIKHA.

A mon binôme Sarra pour ses efforts et son sérieux.

MERCI A TOUS

Fouad Laflou

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents Mohamed et Laziri Aicha. Aucun Hommage ne pourrait être à la hauteur d'amour dont ils ne cessent de me combler. Que Dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A mon frère, Ma sœur et leurs petits-enfants.

A mon binôme Laklou Fouad pour ses efforts son activité et surtout son respect.

A tous qui m'aiment Hadji Khadidja et Amine Aggouni pour leurs encouragements.

Merci pour tout

Sarra Boucheta

Sommaire

Introduction générale	01
La Problématique	02
Méthodologie de travail	02

Chapitre I : Le contexte général sur les monts des Ouled Ali

Introduction	03
I.1. La situation géographique	03
I.2. Les unités topographiques	04
I.2.1. La morphologie	04
I.2.2. Les Djebels	05
I.2.3. Les châaba	06
I.2.4. Les carte :	06
I.2.4.1. Carte de réseaux hydrique des monts des Ouled Ali	06
I.2.4.2. Carte d'élévation des monts des Ouled Ali	07
I.2.4.3. Carte des pentes des monts des Ouled Ali	07
I.2.4.4. Carte des expositions des monts des Ouled Ali	08
I.3. Le contexte géologique :	08
I.3.1. La géologie régionale des monts des Ouled Ali	08
I.3.2. La lithologie dans les monts des Ouled Ali	09
I.3.3. Les formes structurales	14
I.3.4. Les failles	19
Conclusion	19

Chapitre II : la détection des changements dans l'espace des monts des Ouled Ali par une série temporelle d'image satellite.

Introduction	21
II.1. La colorimétrie : le choix de la composition colorée	21
II.2. Les techniques de visualisation des données numériques de télédétection	22
II.2.1. visualisation monocanal	22
II.2.1.1. Visualisation d'un canal en tons de gris	22
II.2.1.2. Visualisation d'un canal en pseudo-couleur	22
II.2.2. Visualisation multicanaux ou multi bandes	22
II.2.3. Synthèse sur les techniques de visualisation des données numériques	23
II.3. Les méthodes conventionnelles de détection de changements	26
II.3.1. L'analyse en composantes principales (ACP)	26
II.3.1.1. La différence et le rapport d'images	27
II.3.1.2. L'analyse en vecteurs de changements	27
II.3.2. Application du système ITS (intensité, teinte et saturation)	31
II.3.3. Application de l'indice de végétation normalisé (NDVI)	34
II.3.4. Application l'indice de brillance (IB)	38
II.3.5. Conclusions sur les méthodes conventionnelles de détection de changements	41
Conclusion	41

Chapitre III : Le climat, facteurs explicatifs des changements de l'espace des monts des Ouled Ali

Introduction	42
--------------------	----

III.1. La station d'Es-Senia	42
III.2. La station de Fergougue	42
III.3. Les paramètres climatiques	43
III.3.1. La pluviométrie	43
III.3.2. La température	43
III.4. Le principe de traitement dans les stations météorologiques	43
III.5. Les précipitation et les températures de la station d'Es-Senia	44
III.5.1. Les précipitation dans la station d'Es-Senia 1913-1938 et 1988-2012	44
III.5.1.1. Le régime pluviométrique en année pluvieuse 1995-1996	48
III.5.1.2. Le régime pluviométrique en année sèche 1991-1992	49
III.5.2. Les températures dans la station d'Es-Senia 1913-1938 et 1988-2012	50
III.6. Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN	52
III.6.1. Les diagrammes Ombrothermique de la station d'Es-Senia 1913-1938, 1988-2012 et 1985-2008	52
III.7. Les précipitation et les températures de la station de Fergougue 2008-2018	56
III.7.1. Les diagrammes Ombrothermique de la station de Fergougue 2008-2018	58
III.8. La comparaison entre les deux stations	60
Conclusion	61
Conclusion général	62
Références bibliographiques	64
Listes des figures et des cartes	66
Webographie	67
Liste des tableaux	71

Introduction générale

Un paysage se caractérise par des éléments naturels et par les manifestations de la présence de l'homme. Le changement du relief dépend de la nature des roches qui constituent le sous-sol et donc des propriétés de ces roches. Il dépend aussi de l'action des agents atmosphériques et de l'eau présente à la surface de la Terre.

L'objectif fixé est d'appliquer la cartographie de changement, par les méthodes des transformations, appliquée sur quatre dates d'image optique Landsat aux monts des Ouled Ali (Beni Chougrane). Mais étant donné la superficie importante, une telle démarche peut-être très lourde si l'on ne se borne pas à localiser une zone pilote, par exemple une région bien définie d'une superficie moyenne qui permettrait de bien représenter le changement des espaces naturels. C'est le cas de Djebel Aoud Asma dans les monts des Ouled Ali où les matières extraites (calcaire et argile) sont utilisées pour l'alimentation de la cimenterie de LAFARGE pour la fabrication du ciment.

De ce fait, trois méthodes de détection des changements sont proposées afin de permettre d'effectuer un suivi temporel des changements de ce milieu naturel. C'est pourquoi il faudrait, pour la préservation du milieu et pour permettre un usage prolongé du territoire, d'une part, approfondir les connaissances sur les processus de changement dû à l'exploitation de carrière et d'autre part, représenter cartographiquement les degrés de changement de ce paysage.

Dans ce cadre, cette étude se base sur l'analyse en composante principale (ACP) et l'application de la transformation intensité, teinte et saturation de la roche (ITS) et l'indice de végétation normalisé (NDVI).

La Problématique

L'analyse et la compréhension de la dynamique des milieux physiques par l'exploitation de carrières constituent un enjeu fondamental en matière de prévention de déclenchement des risques naturels. Les monts des Ouled Ali (monts des béni Chougrane) comportent des zones fortement instables qui rendent vulnérables la région de Sig (wilaya de Mascara). L'observation et la mesure des déplacements en surface représentent le moyen le plus simple pour la surveillance des carrières.

Les monts des Ouled Ali touchés par l'exploitation de carrières sont le sujet de notre étude ayant pour vocation de caractériser leur cinématique. Pour ce faire, les moyens sont nombreux et variés, chacun d'entre eux présente des propriétés spécifiques en ce qui concerne le type d'utilisation. Aussi l'estimation spatialisée des changements de l'espace des monts des Ouled Ali qui s'effectue par une corrélation d'images optiques.

Méthodologie de travail

- Etude bibliographies sure les monts des Ouled Ali.
- Acquisition des données optique (images multi-datées optique de la région de Notre étude : les monts des Ouled Ali, de 23/09/1987 à 11/03/2015).
- Réalisation d'un MNT de la région d'étude (avant 2000 jusqu'à 2015).
- Traitement des images optiques par ENVI.
- Analyse de défèrent résultats de détection de changement et interprétation des données multi-dates.
- cartographie dynamique du changement de l'espace physique des monts des Ouled Ali.
- Etude du climat de la région comme facteur explicatif du changement.

Premier chapitre

Le contexte général sur les Monts des Ouled Ali

Introduction

D'abord, nous vous rappelons dans ce chapitre, une bibliographie générale en ce qui concerne notre zone d'étude : les monts des Ouled Ali -Mascara-. Touche un peu de tous, géographie, géologie, lithologie et la topographie avec les trois monts principaux des Ouled Ali (Dj. Aoud Sma, Sidi Ali Cherif et Dj. Touakes).

1.1. Situation géographique

Les Monts des Ouled Ali est une région montagneuse qui appartient au massif de Béni Chougrane. C'est la transition entre les Tassela et les Béni Chougrane, situé dans la 4ème zone dans l'atlas tellien. Limités par quatre grands ensembles :

- Au nord la plaine de L' Habra Sig.
- A l'ouest la plaine d'OGGAZ.
- A l'est Oued Sig. Cet Oued s'appelle Mekerra et porte le nom d'El Mabtouh en amont (la région de Sidi-Bel-Abbès). Il prend sa source près de Bedeau, au sud des Dayas. Sa longueur totale est de 215 Km.
- Au sud Les Beni Chougrane.
- Voici, au Nord, les étendues uniformes des plaines du Tlélat, du Sig et de l'Habra, où les oliviers dessinent sur le sol leur quadrillage en quinconces, où les primeurs alignent dans les champs leurs verdure, synonymes de richesse, où les canaux d'irrigation se déroulent rectilignes et ramifiés, semant la fraîcheur au milieu de la sécheresse ambiante
- Plus au Sud, précédée par une série de mamelons sauvages et pierreux au Nord-Est, cultivés et argileux au Nord-Ouest, une longue crête dessine une courbe boisée et déserte, tache toujours verte dans le paysage : c'est la forêt de Guétarnia.
- Tout à fait à l'Ouest s'ouvre un long couloir NNE-SSO, le sillon oued Tlélat - oued Imbert, sauvage par endroits, cultivé en vigne ailleurs.
- Enfin vers l'Est se dessine, également NNE-SSO, la large entaille de la vallée d'oued el Hammam- Habra, aux versants agrestes et dénudés ; le fond alluvial n'est occupé par des cultures variées que dans le bassin de Dublin-eau. (Fig. n°01)

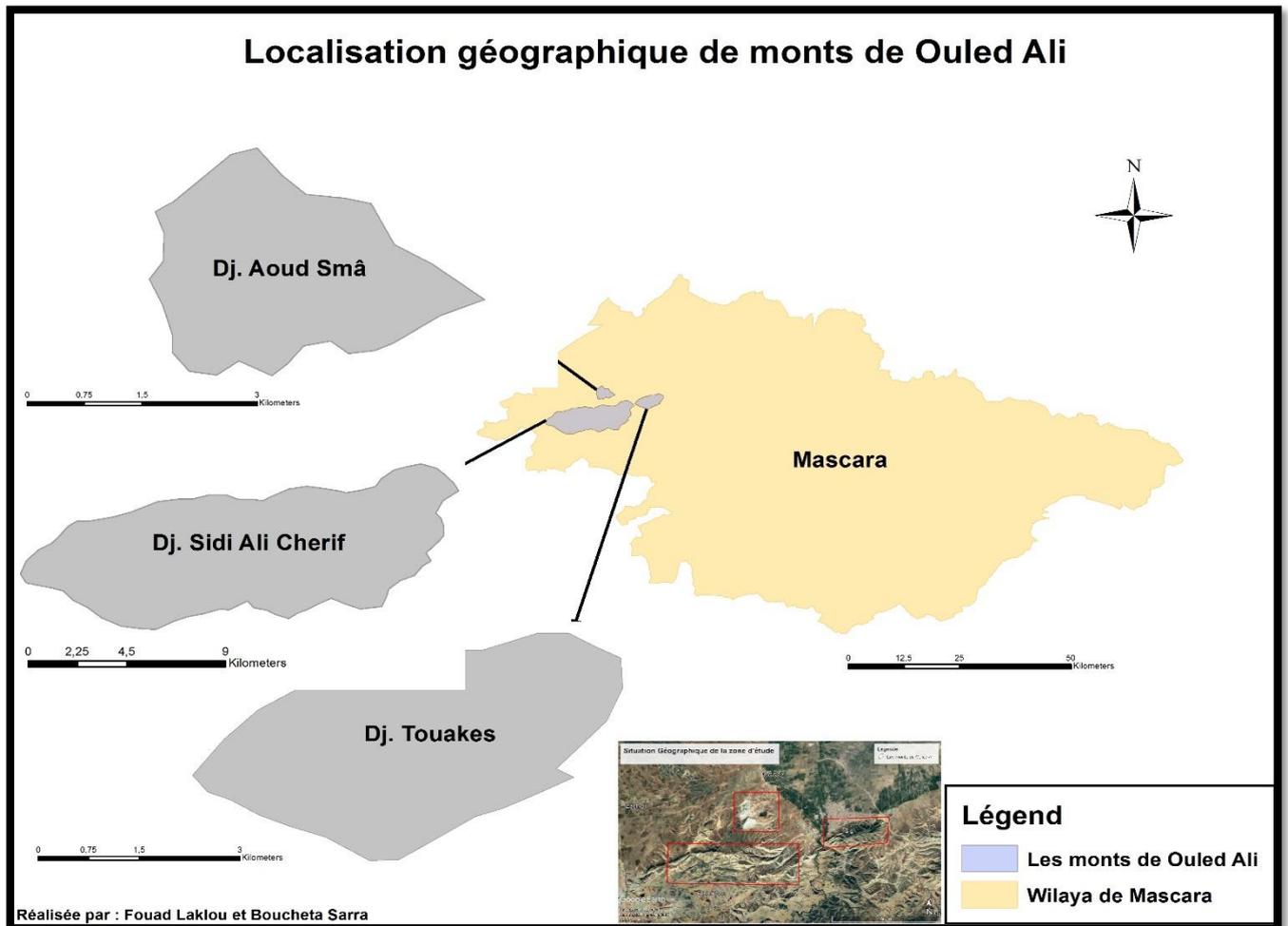


Fig. n°01 : localisation géographique des monts des Ouled Ali.

I.2. Les unités topographiques : <https://www.persee.fr/authority/241429>

I.2.1. La morphologie

Ce sont les pentes raides des Djebels, coupés de vallées transversales étroites s'opposant aux dépressions longitudinales constituant leur revers. La moindre parcelle de terre végétale est tapissée, au printemps, des jeunes épis verdoyants des orges et des blés. Contrastant avec les argiles ravinées, les petites falaises calcaires ceinturent des dômes où pâturent les moutons et les chèvres. En arrière s'ouvre une molle dépression parallèle accidentée d'une suite confuse de mamelons argileux et marneux : c'est la sauvage et stérile dépression des Hammar². Plus loin, un plateau offre son uniformité inattendue, ses bas-fonds cultivés de préférence en céréales, ses côtes en vignes, le tout ceinturé d'une falaise calcaire : c'est le Gaada. Un autre plateau, plus éventré par l'érosion, celui des Cheurfa, plus sec, plus dénudé, est un terrain de parcours pour les moutons. Une route blanche serpente dans une vallée, où montées et descentes se relayent de terrasse en terrasse. Les replats sont soulignés par la végétation

printanière et les cultures. C'est la vallée du Sig-Mékerra. Étroite et déserte en aval, elle s'élargit en amont en un bassin fertile ponctué de fermes. Là, sur sa rive droite, s'élève une succession de croupes, cultivées en céréales et en vigne, dont les surfaces se raccordent, malgré les ravins profonds et boisés qui les séparent : ce sont les parcelles agricoles de la moyenne Mékerra.

I.2.2. Les Djebels

Djebel Aoud Asma, s'étend entre 0°72 ' et 0°54 ' de longitude Est et entre 35°81 " à 36° de latitude nord, appartient au Monts des Beni Chougrane, il se situe à environ 3 km au Sud-Ouest de la commune d'Oggaz et environ 5 km à l'Ouest de la ville de Sig, wilaya de Mascara. Il est limité au Nord et à l'Ouest par la plaine de l'Habra, à l'Est par Dj. Touakes et au Sud par Djebel Houdh Elkbire et Houdh Elmatmar. Caractérisé par une extrême densité des talwegs : rigoles de ruissellement, ravinement avec tout un chevelu d'affluents limités par des terrasses larges, et par un sommet tabulaire qui varie de 338m à 541m d'altitude, il se distingue mal les limites des versants du Djebel Aoud Asma. Il s'y reconnaît la prédominance d'une direction OSOENE. Cette région est soumise globalement à un régime semi-aride à hiver froid. [http://fr.getamp.net/cartes/algeria/algeria\(grneral\)/aoudsma djebel](http://fr.getamp.net/cartes/algeria/algeria(grneral)/aoudsma djebel) .

Djebel Sidi Ali Cherif, s'étend entre 0°54 ' et 0°36 ' de longitude Est et entre 35°63 " et 35°81' de latitude nord. Il est limité au nord par Azelet Bel Kacem al ' Est par Dj. Mellah, à l'ouest par Hammar Dar Ed Dib et au sud par oued Ed Dalia. Le Dj. Sidi Ali Cherif a un sommet tabulaire qui varie de 350 m à 516 m d'altitude. (Belmahdi. F -1998-).

Djebel Touakes, s'étend entre 35°28'42" de latitude Nord et entre 0°11' 37" de longitude Ouest de 429 m. Il est limité par Sig au Nord, et à l'ouest par Oued Sig et Djebel Aoud Sma, Djebel Bou Sella d'Est, Le pied des Monts des Ouled Ali la limite au Sud Djebel Touakes.

Ce Djebel Portent des touffes d'arbres (thuyas, pins d'Alep, oliviers sauvages les plantations ont très bien réussi et dans quelques années cette montagne offrira un arrière-plan de verdure à la ville du Sig.

I.2.3. Les châaba

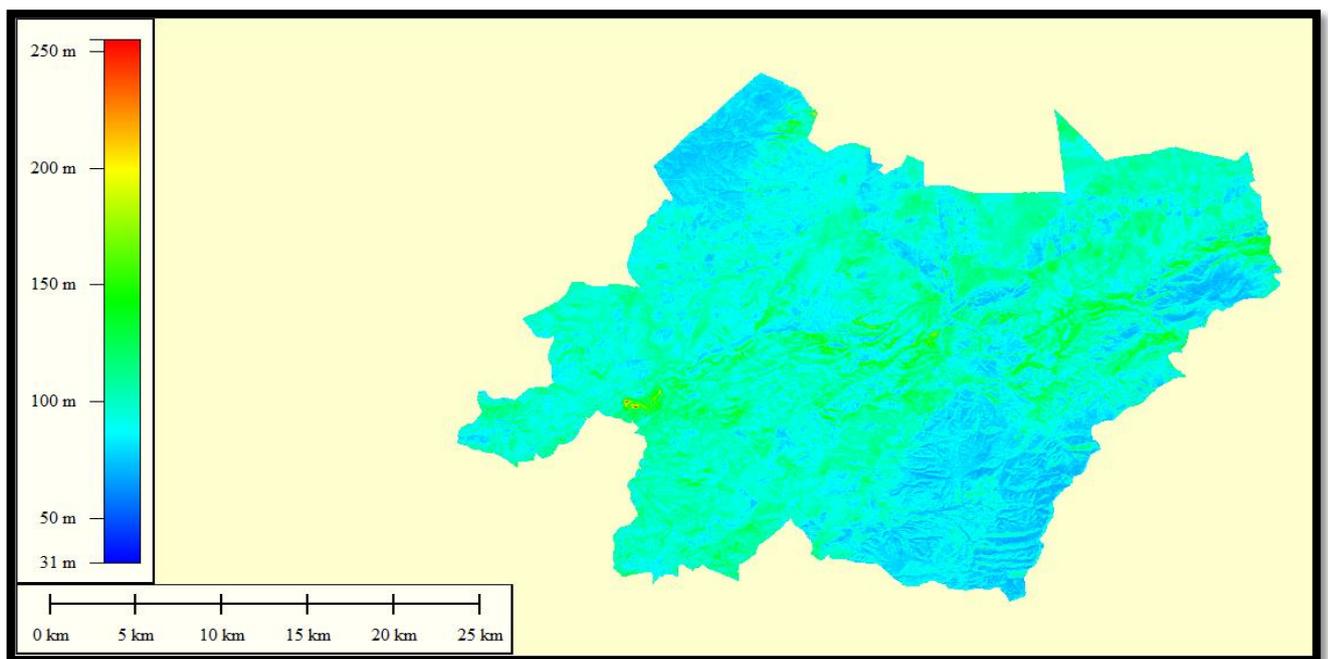
Les châaba les plus importants dans notre zones d'étude sont : El Hemame ; Bel Aide et Khrouf.

Le versant nord du djebel Aoud Sma et bordée par l'Oued Oggaz qui est aménagé vert l'EST par des drains d'irrigation. Les cours d'eau secondaire (petits affluents de l'Oued Oggaz) sont généralement des ravins peu actifs. Quand ils travers des plis en trouve des cluses : châabet Ben Zien, châabet El Kbira et châabet Menhoute.

Le versant sud du djebel Sidi Ali Cherif est bordé par l'Oued Ed Dâlia et il est drainé par les affluents de celui-ci : châabet El Hammâm et châabet Bel Aide.

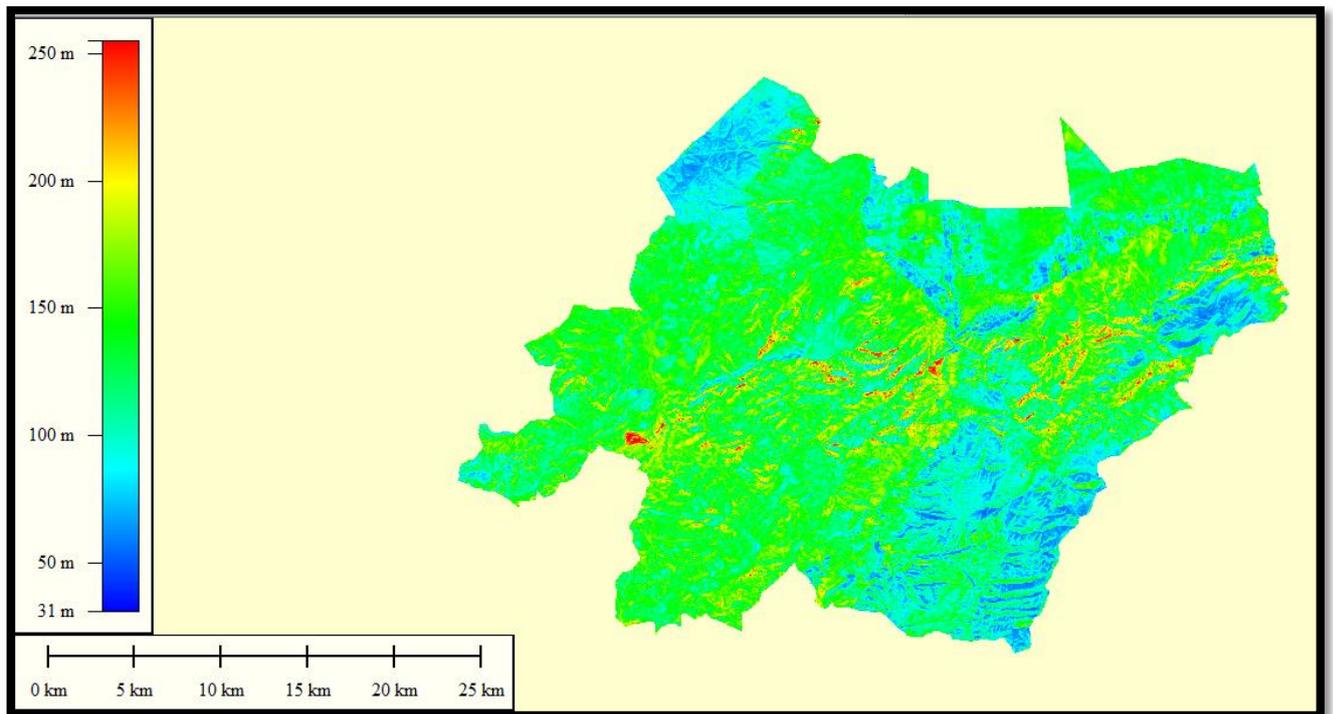
I.2.4. Les carte

I.2.4.1. carte de réseaux hydrique de la zone d'étude (Fig. n°02)



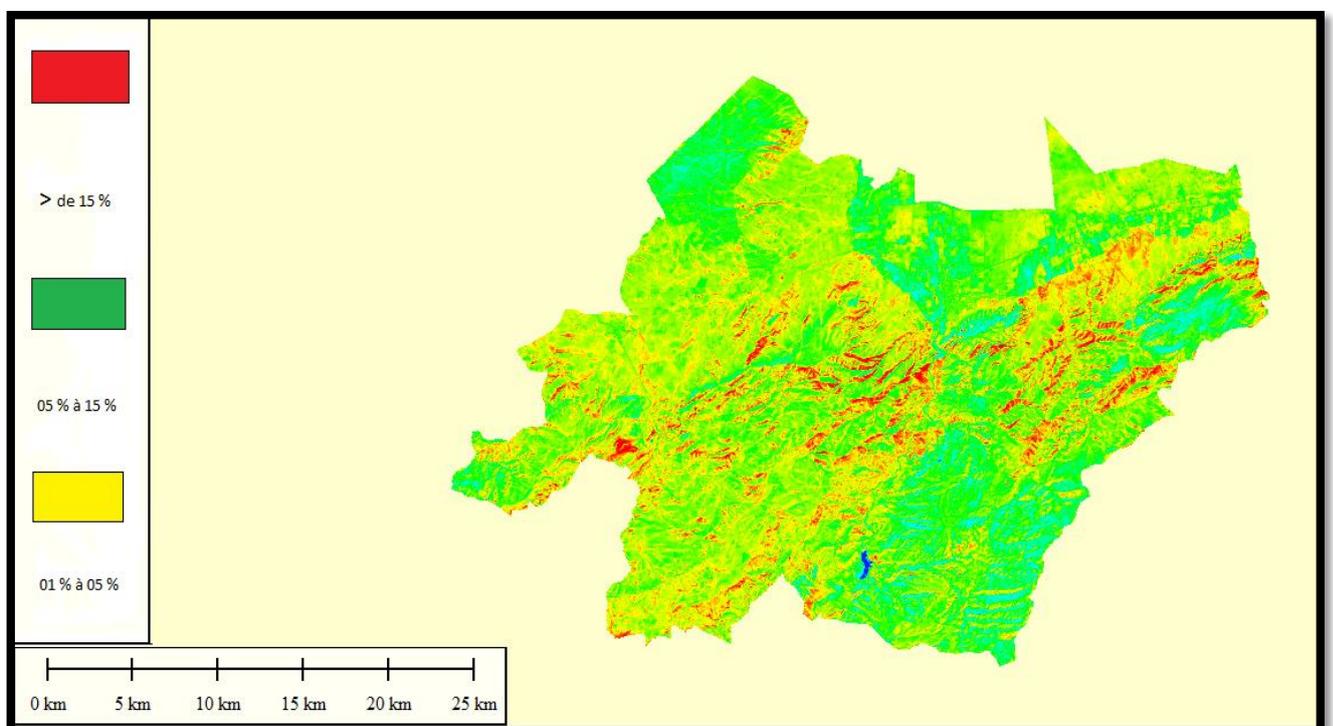
(Fig. n°02) Carte de réseaux hydrique des monts des Ouled Ali.

1.2.4.2. Carte d'élévations de la zone d'étude (Fig. n°03)



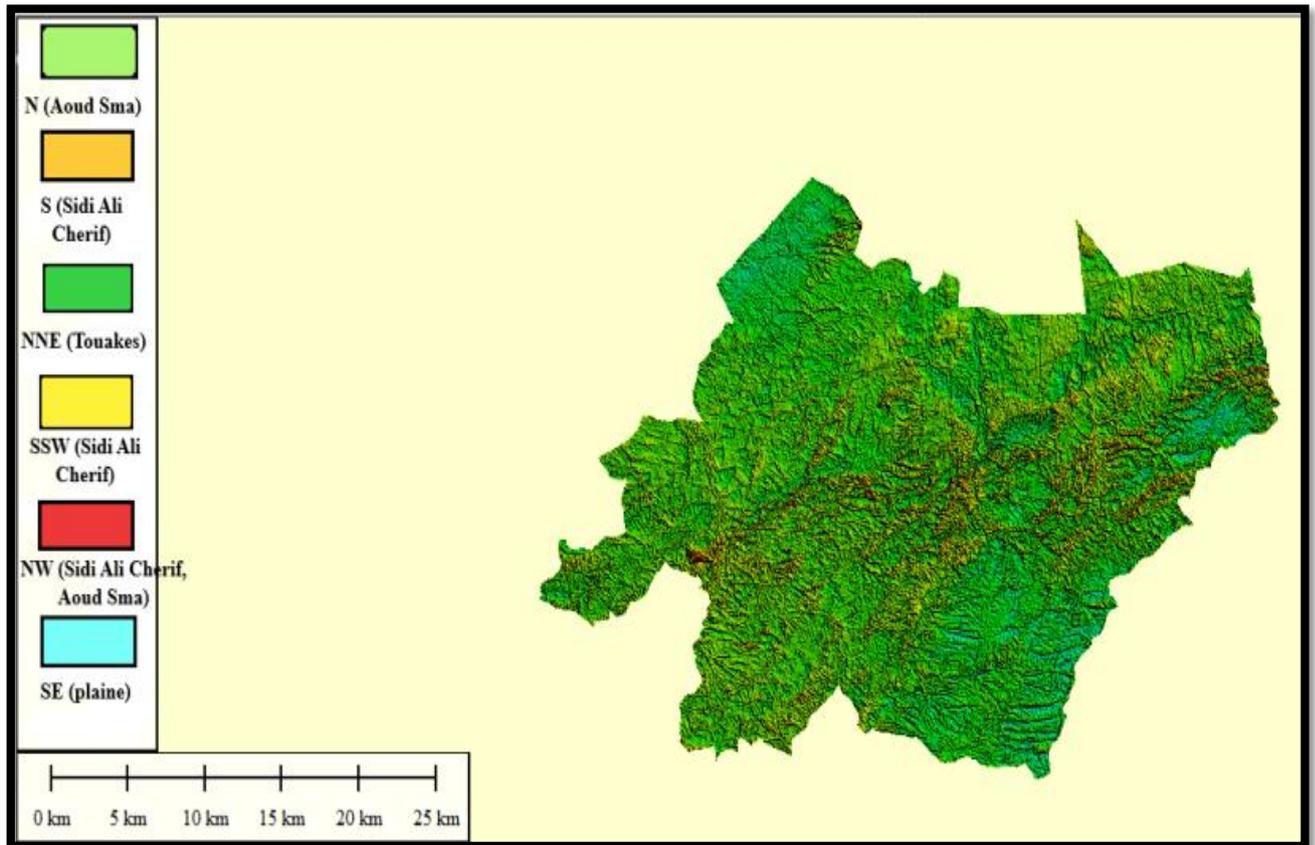
(Fig. n°03) Carte d'élévation des monts des Ouled Ali.

1.2.4.3. Carte des pentes de la zone d'étude (Fig. n°04)



(Fig. n°04) Carte des pentes des monts des Ouled Ali.

I.2.4.4. Carte des expositions de la zone d'étude (Fig. n°05)



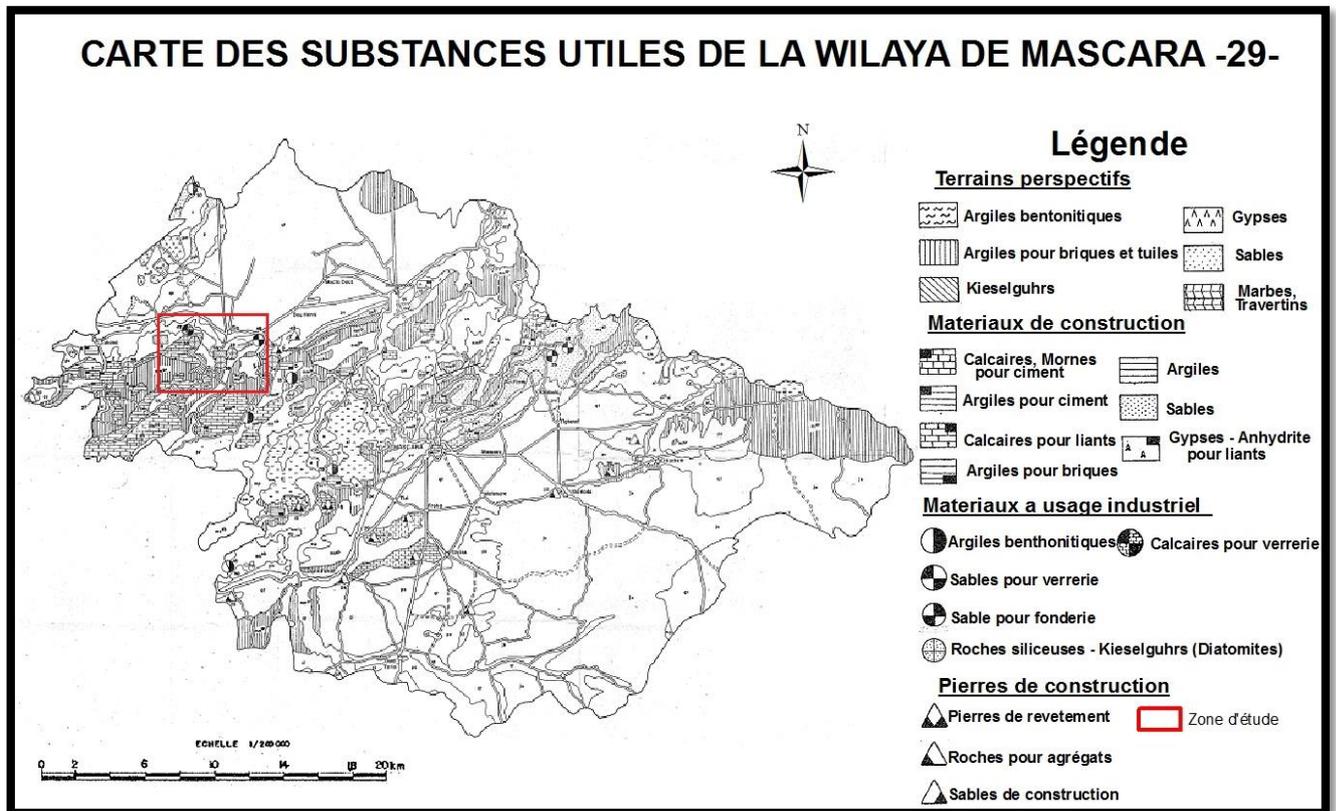
(Fig. n°05) Carte des expositions des monts des Ouled Ali.

I.3. Le contexte géologique

I.3.1. La géologie régionale de la zone d'étude : l'Atlas tellien dominant l'escarpement rocheux le long des plaines oranaises, pour venir déferler vers le Sud sur l'étendue monotone des plaines intérieures de Sidi-Bel-Abbès et de Mascara. Entre la ligne dentelée du Tessala à l'Ouest et les sommets déchiquetés des Beni-Chougrane à l'Est, sculptés dans le Crétacé, la chaîne médiane atlasique s'étale et s'aplatit dans les terrains néogènes. Ce sont les monts des Ouled-Ali. Ce sont formes par un grand anticlinal qui prend les deux directions cite et qui est traverse par une cluse par l'oued EL Mebtouh De part de d'autre part de ce synclinale il y a des synclinaux qui suivent les deux directions. Les synclinale au nord vers Sig a guide le tracé de l'oued EL Mebtouh tous ces plis sont généralement plio-quadernaire.

Les monts de Ouled Ali sont constitués de trois nappes de charriages : l'unité Albo-cénomaniene, l'unité sénonienne et l'unité Oligo-Miocène. Cette dernière affleure largement dans tous les Dj. Ouled Ali et jusque dans la vallée de l'Oued El Mabtouh, là elle est fossilisée

par le Miocène et le Pliocène continentale très épais a cette endroit-là. Aussi une flexure déforme l'ensemble mio-pliocène et nappes de charriages. Pour expliquer les formes si diverses des monts des Ouled Ali, nous croyons utiles d'envisager d'abord la nature des roches et leur modèle, lithologie puis les grandes lignes de la tectonique. (Fig. n°06)



I.3.2. La lithologie dans les monts des Ouled Ali

Le terme lithologie était utilisé pour définir ou bien déterminer la branche de la géologie, c'est la nature des roches formant un objet ensemble, ou couche géologique, ainsi d'une formation géologique ou de tout un massif montagneux. La nature des roches conditionne peut-être plus ici le relief que les dislocations tectoniques, tant les variations extrêmes du climat agissent différemment sur les variétés lithologiques.

Le Néogène formant la plus grande partie du relief des monts des Ouled-Ali, c'est son architecture qu'il importe surtout de connaître. Lacunes et discordances nous amènent à reconnaître une alternance de périodes de sédimentation plus ou moins localisée ; le Miocène, par exemple, qui ne correspond guère qu'à une quinzaine de Millions d'années, étant représenté par quelque 2000 à 4000 mètres de sédiments, et les 800 à 1200 mètres du Pliocène ne figurant guère plus de 11 millions d'années. et de périodes d'érosion, d'affaissements des synclinaux avec relèvements des anticlinaux, de temps d'accalmie orogénique. Les

formations de base ont été affectées par un plissement tardif, au Miocène moyen. La phase d'érosion cartennienne a été très réduite, les dépôts de cet âge étant très peu développés. Une deuxième phase de plissements intenses, affectant les terrains sahéliens et pliocène, a recommencé à l'Astien et s'est arrêtée ou, tout au moins, très ralentie au Pliocène supérieur.

On y reconnaît parfois des lambeaux des couches plus récentes de la couverture qui les voilaient encore il y a peu de temps géologiquement parlant. D'autres formes, plus défigurées par l'érosion, conservent, malgré tout, un souvenir de leur structure première : ce sont le plateau du Gada, la vallée de la moyenne Mékerra et le massif de Taфраoui. Dans le premier cas, on a affaire à un fond de bateau, limité au Nord et au Sud par Les calcaires, représentés surtout dans le Tortonien, le Sahélien et l'Astien, atteignent une puissance de 50 à 100 m. Les formes karstiques y sont peu développées en raison de leur hétérogénéité, des couches très dures alternant avec des bancs marneux, gréseux ou dolomitiques. Des calcaires caverneux forment les escarpements en gradins qui limitent les plateaux tabulaires du Gada et des Cheurfa. Les calcaires redressés des djebels présentent un faciès ruiniforme en boules, particulièrement développé sur la tranche des couches qui enchâssent la coupure aiguë des cluses (oued Oggaz). Les lapiés sont fragmentaires dans les Cheurfa et les djebels.

***Djebel Aoud Sma :** est constitué des formations du Miocène moyen (marnes gypseuses), du deuxième cycle miocène post-nappes (marnes à tripolis, sables fins et calcaires à lithothamniées) et des cycles sédimentaires pliocène (sables, conglomérats).

- **Les marnes gypseuses :** constituent le fond du lit de l'O. Oggaz ainsi qu'une partie de la terrasse alluviale la plus récente (terrasse d'érosion) sur sa rive droite et dans la partie ouest du versant (entre le Dj. Touizéne et l'O. Oggaz).

- **Les marnes à tripolis :** se trouvent sous les calcaires à lithothamniée et n'affleurent que localement, (partie orientale du versant, vers le sommet).

- **Les calcaires à lithothamniées :** caractérisent la convexité sommitale du versant Il affleure localement ainsi que les berges de deux affluents de l'oued Oggaz (rive droite, à l'ouest de châaba El Kbira). Ils sont accidentés de plusieurs failles de direction SW : NE et WSW/ENE et la valeur de leur pendage change généralement du sommet vers la base : elle est de 0"-30 au sommet et de 30-60 vers la base (surtout dans la partie orientale du versant). Les sables fins

du Miocène supérieur ont été modelés en terrasses (d'érosion) de l'O. Oggaz, à l'est du Dj. Touizene. Les calcaires à lithothamniées, poreux et résistant à l'érosion mécanique (mais non à l'érosion physico-chimique) affleurent sur près de 30% du versant. Ils constituent donc une excellente couverture. Par conséquent, seuls environ 53% du versant sont constitués de terrains favorables à l'érosion mécanique et surtout hydrique, destinés pour le ciment. (G. Tomas 1985).

***Djebel Sidi Ali Cherif :** est constitué des formations du Miocène post-nappes (des marnes bleues argileuses, et calcaires Lacustres) et quaternaire (dalle calcaires, dalle gréseuse glaciaire d'accumulation, terrasse et cônes de déjection).

- **Les marnes bleues argileuses :** affleurent sur les bordures des terrasses de l'oued à Ed Dalia et de ses principaux affluents (châaba El Hammam et châaba Bel Aide) ainsi que les interfluviaux arrondies de la base du versant.

- **Calcaire lacustre :** lacustres, se dit de certaines couches du sol qui paraissent avoir été déposées au fond des eaux douces formées dans les eaux de lacs. Utilisé plus beaucoup au Tuf du revêtement des routes. <https://dcocitation.lemonde.fr/definitionlettre/15704/lacuste>

***Le versant Nord de Djebel Sidi Ali Chérif**

I.3.3. La tectonique et les formes structurales

La plus grande discordance stratigraphique des monts des Ouled- Ali, entre l'Éocène et le Miocène, conduit à distinguer deux parties dans l'édifice structural : un substratum crétacé et éocène, une couverture néogène d'allure différente.

- **L'Éocène :** est la deuxième époque du Paléogène et aussi la deuxième de l'ère Cénozoïque. Il suit le Paléocène et précède l'Oligocène. Il s'étend d'il y a 56,0 à 33,9 millions d'années. Le début de l'Éocène est marqué par l'émergence des premiers mammifères modernes, sa fin par une extinction massive. Son nom provient du grec qui est une référence aux nouvelles espèces de mammifères apparaissant durant cette époque. Comme pour toutes les époques géologiques anciennes, les couches stratigraphiques de référence sont connues avec précision mais leurs datations exactes sont sujettes à variations.

- **Le Miocène :** est la première époque du Néogène et la quatrième de l'ère Cénozoïque. Elle s'étend de $23,03 \pm 0,05$ à $5,332 \pm 0,005$ millions d'années, est suivie par le Pliocène et

précédée par l'Oligocène. Elle a été nommée ainsi par Charles Lyell à partir du grec, *moins récent* car cette période comporte moins d'invertébrés marins modernes que le Pliocène. Ses bornes ne sont pas identifiées à un évènement global mais plutôt au refroidissement continu depuis l'Oligocène qui se poursuivra pendant le Pliocène. (Belmahdi, F -1998-).

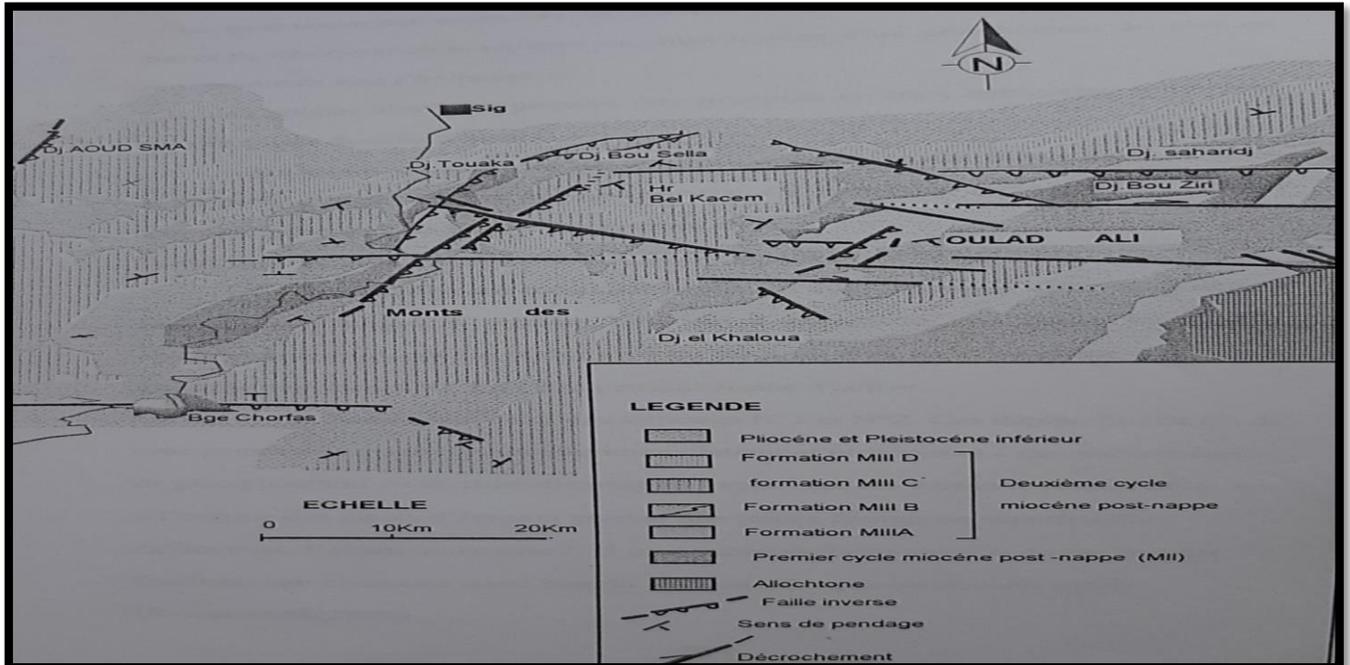
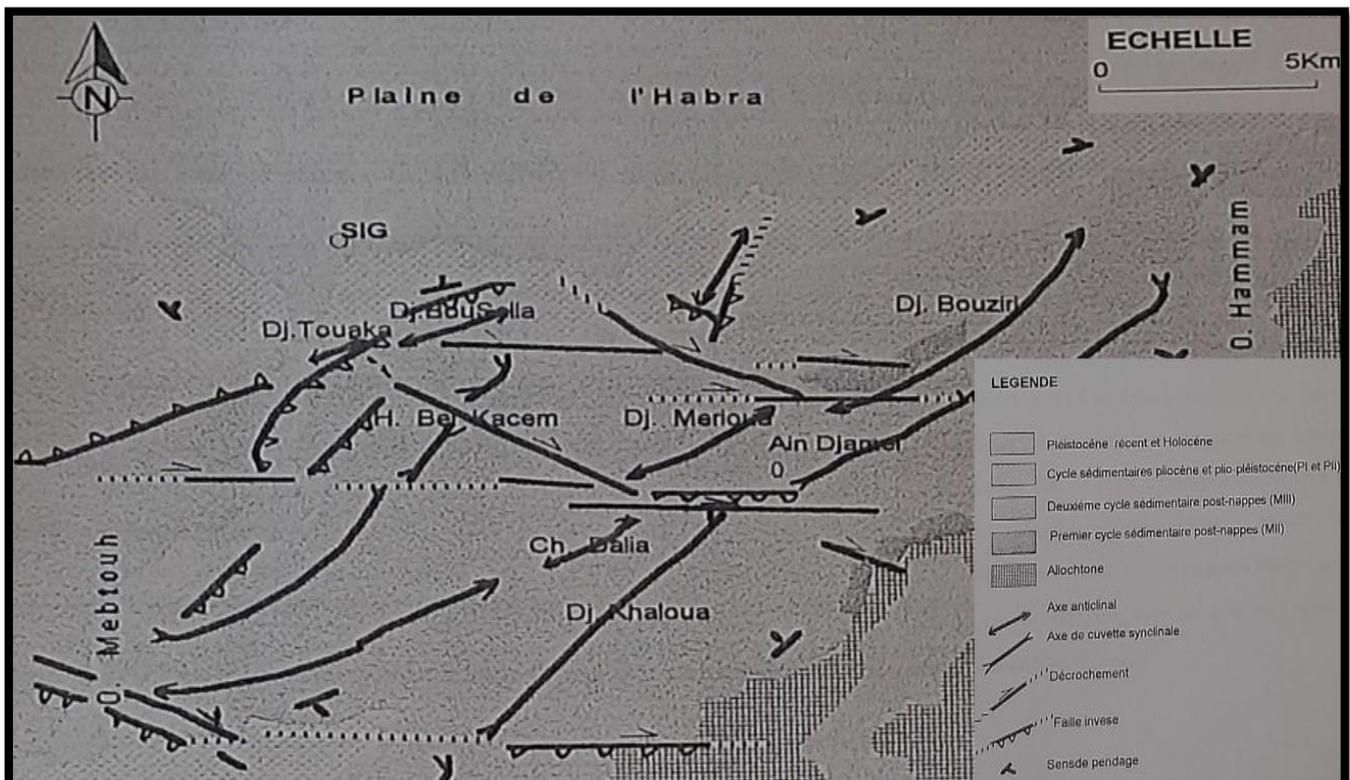


Fig. n°07 : carte du Miocène post-nappe dans les monts des Ouled Ali (d'après G. Tomas, 1985)



Le plissement du substratum, aux couches très redressées, avec pendage de 30 à 45 degrés, dut, en raison de la discordance oligocène, être compris entre le Suessonien et, vraisemblablement, le Lutétien supérieur¹. Ses anticlinaux coïncident souvent avec des zones actuellement déprimées, et ses synclinaux arasés présentent une surface convexe, notamment sur le versant méridional du Gada. Il semble qu'on puisse envisager la formation d'une pseudo-pénéplaine oligocène-cartennienne. Ce substratum crétacé-éocène est recouvert, en grande partie, par une épaisse couverture surtout néogène². Pourquoi cette couverture est-elle si étendue sur les monts des Ouled-Ali, où elle occupe une bande de 45 km. du Nord-Ouest au Sud-Est, contre 10 à 15 sur le massif du Tessala et les monts des Beni-Chougrane ? Deux causes peuvent être invoquées :

1° l'allure déprimée du substratum.

2° l'érosion limitée par les faibles altitudes.

1- Si l'exigüité des affleurements crétacés-éocènes ne nous permet pas de dresser une carte structurale du toit anténéogène, la stratigraphie nous donne quelques renseignements.

Les lacunes dans les couches de base du Néogène, le couronnement des points hauts du substratum par des calcaires récifaux coralligènes, et le comblement des points bas par des conglomérats littoraux, des formations de plages ou des formations pélagiques très étendues, les altitudes absolues du substratum oscillant entre 300 et 600 m. l'absence de dépôts détritiques continentaux.

Enfin la présence d'épaisses formations marines sahéliennes et pliocène conduisent à considérer la région comme déprimée et immergée pendant le Néogène, alors que les régions voisines connaissent des périodes d'émersion et d'érosion continentale.

Il y a eu là une aire d'ennoyage miocène, consécutive à un affaissement progressif local du socle crétacé-éocène.

2- L'érosion limitée du Néogène des monts des Ouled-Ali est due elle-même aux faibles altitudes qu'il y atteint : 700 m. au plus pour le Tortonien du Gada, alors que le même étage atteint 1061 m. au Tessala, 910 m. Aux Beni-Chougrane. Notre région correspond à un fossé-flexure. (Robert T. 1937).

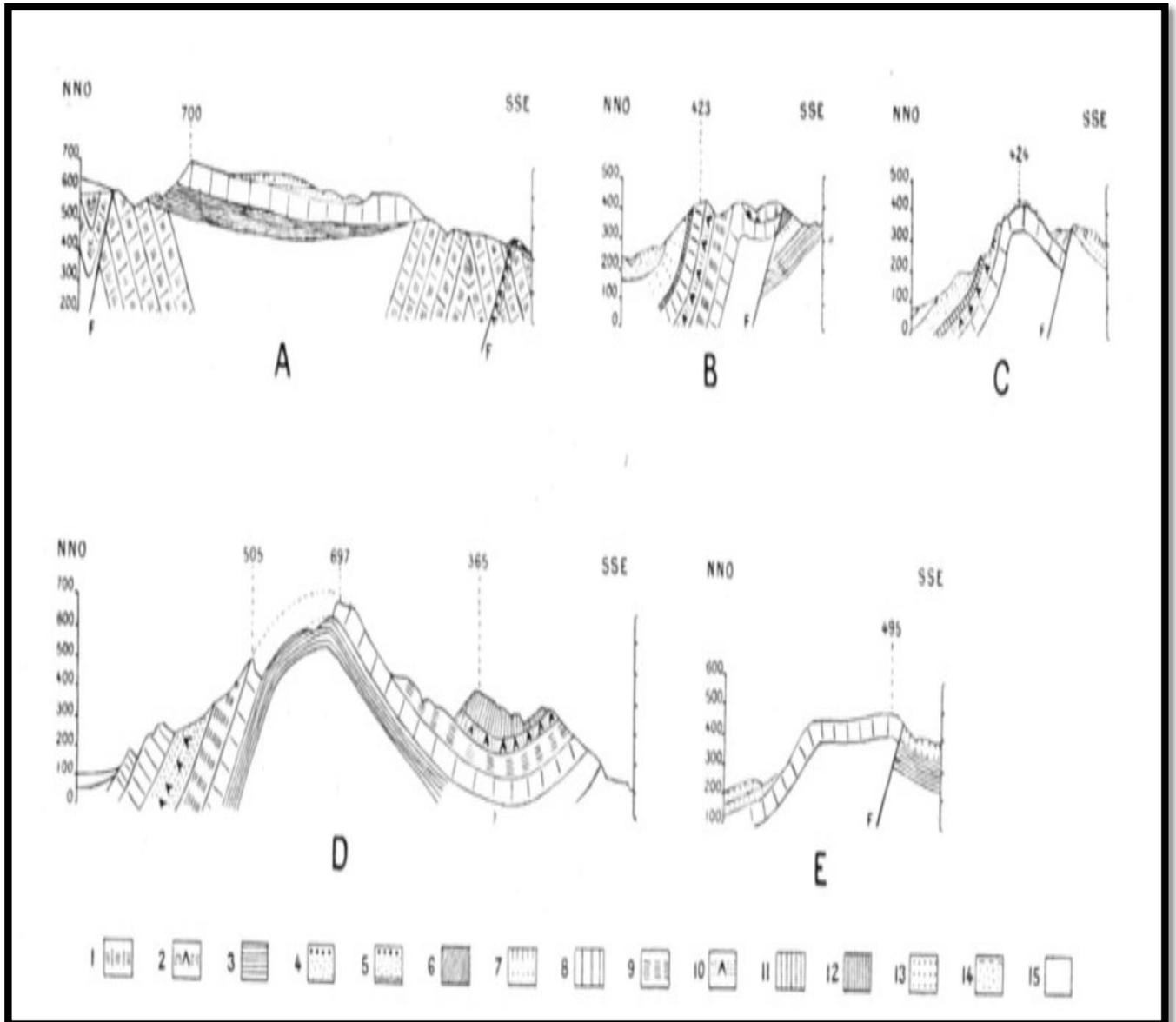
I.3.3.1. Les formes structurales

A ces formes structurales plus ou moins conservées, plus ou moins travaillées par l'érosion s'opposent les grands glacis de remblaiement dont les épaisses couches détritiques s'étalent à la bordure septentrionale de l'Atlas. Frangent la rive droite de l'oued Mékerra moyen et occupent la gouttière Mercier-Lacombe. Voyons un peu plus en détail ces quatre grandes catégories de formes : à structure invertie, à structure à peu près intacte, à structure presque effacée, à structure voilée par le remblaiement. (Anal géographies [article] 1937).

A. Formes structurales inverties: On ne les observe qu'au Sud et à l'Ouest des monts des Ouled-AK, où l'érosion a plus profondément et plus longuement travaillé jusqu'à atteindre le substratum crétacé-éocène. Le plateau du Gada est la surface gondolée d'un synclinal tortonien, peu accentué et perché, recouvrant un synclinal crétacé, inversi, en partie dégagé de sa couverture pliocène et parsemé de dépressions karstiques. La vallée de la moyenne Mékerra n'est pas seulement une gigantesque vallée calibrée, mais un anticlinal dissymétrique crétacé-éocène, ouvert par l'érosion. Les couches miocènes l'ont remblayé, cas de discordance fréquent dans l'Atlas tellien ; elles persistent encore sur les synclinaux du substratum en saillie, mais ont été complètement érodées sur les anticlinaux arasés. L'effondrement de la voûte anticlinale est dû, en partie, à la dissolution du Trias sous-jacent par les eaux souterraines, mais surtout à des failles parallèles post-crétacées, accompagnées de giclures triasiques, imparfaitement nivelées, qui ont joué au début du Miocène, pendant la période d'érosion subaérienne de l'Oligocène. Le massif de Tafraoui, situé en dehors de la région étudiée, est une charnière anticlinale crétacée-éocène, éventrée par l'érosion jusqu'au substratum. Les couches néogènes qui se sont modelées sur cet accident sont en partie décapées. Il y a eu inversion du relief initial et formation d'une dépression aux dépens de la clef de voûte.

B. Formes structurales dites primitives : Les monts des Ouled- Ali dominent les plaines du Tlélat, du Sig et de l'Habra par une dénivellation de près de 400 m. à partir des djebels formés de Bra- chyanticlinaux imbriqués, séparés les uns des autres par des abaissements d'axe correspondant à des cluses. Cette dénivellation répond à une flexure séparant le soulèvement atlasique de la plaine sublittoral effondrée, et qui doit passer à la faille, vers Perrégaux, à partir de la base du Touakes, où l'on observe des facettes

triangulaires. Du côté de la dépression des Hammar, on observe de brusques lacunes stratigraphiques ou des contacts anormaux, peut-être dus à des failles ou à de légers chevauchements, suivant les cas. (Fig. n°08)



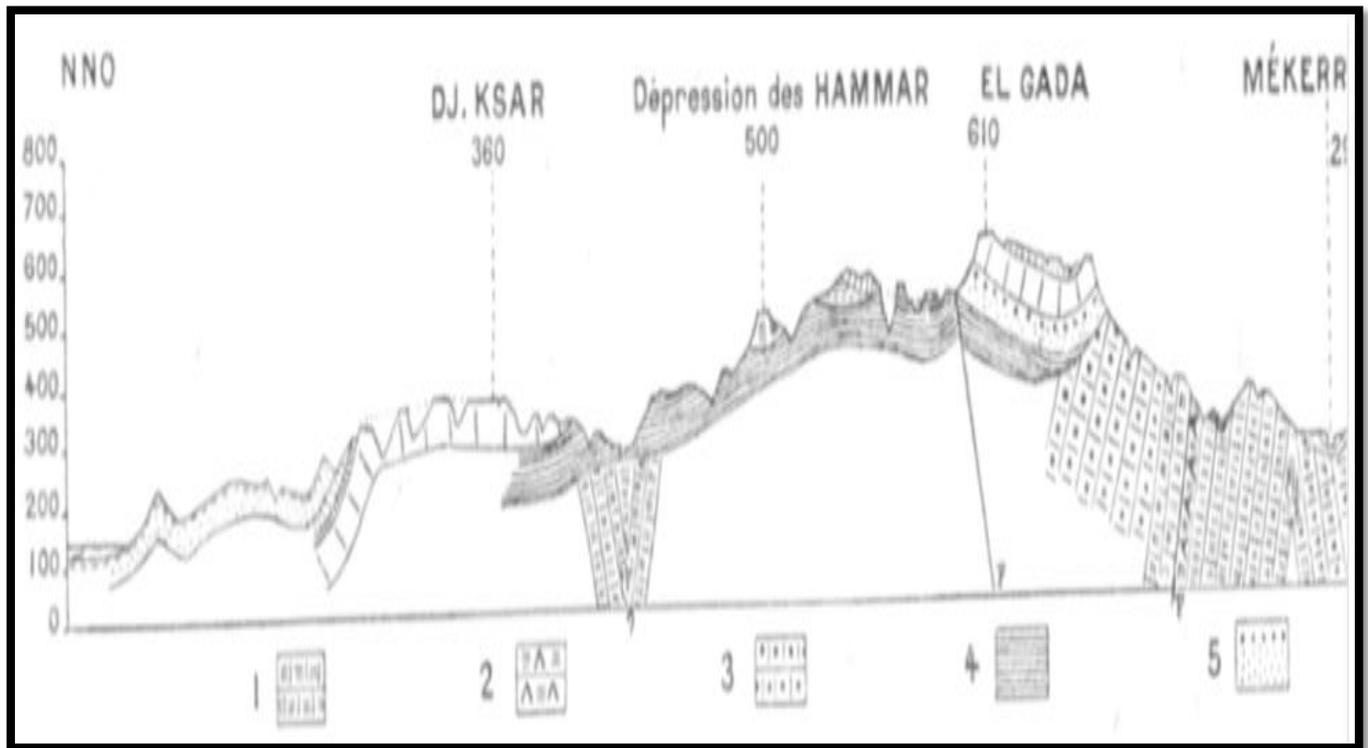
(Fig. n°08) coupes NNO/SSE dans la région des monts des Ouled Ali.

__ A. Synclinal perché d'El Gada. __ B. Djebel Touizen : brachyanticlinal lâche à surface structurale réduite à la charnière du pli par gène récent et limité par une flexure. __ C. Djebel Touakes : brachyanticlinal aigu à surface structurale réduite à la charnière du pli par une flexure-fracture et bordé de crêts de Néogène supérieur. __ D. Djebel Bou-Ziri : brachyanticlinal aigu à surface structurale calcaire réduite à la charnière étroite du

pli ; grand développement des crêtes septentrionaux ; absence de faille. ___ E. Djebel Aoud Sma : brachyanriclinal lâche à surface structurale presque entièrement dégagée de son manteau de Néogène supérieur et limité par une flexure-faille. ___1, Crétacé inférieur : calcaires et schistes marneux. ___ 2, Trias : marnes, dolomies, cargneules gypso-salines. ___ 3, Helvétien, argiles. ___ 4, Helvétien, grés et sables à *Ostrea crassissima*. ___ 5, Helvétien-Tortonien, complexe argilo-grés-sableux. ___ 6, Tortonien, tuf micacé, calcaire marneux. ___ 7, Tortonien, grés grossiers, calcaire gréseux. ___ 8, Tortonien, calcaires massifs. ___ 9, Tortonien, marnes. ___ 10-11, Miocène supérieur (Sahélien) ; 10, marnes à gypse ; 11, calcaire blanc coquillier. ___ 12, pliocène inférieur : calcaire gréseux. ___ 13, poudingues villafranchiens. ___ 14, pliocène supérieur : croûte grésocalcaire sur sables. ___ 15, Quaternaire. ___ Échelle des longueurs, 1 : 100 000 ; des hauteurs, 1 : 40 000.

Même une partie de leurs versants sont des surfaces structurales calcaires, plus ou moins dégagées de la couverture néogène récente, suivant l'épaisseur des dépôts de cette couverture, la situation de la faille ou flexure du flanc méridional et le resserrement du pli anticlinal.

Le Djebel Aoud Sma offre un dôme peu accusé, mais bien dégagé. Les dômes du Djebel Ksar et du plateau des Cheurfa ont subi un commencement de défoncement. Le Néogène récent fait ainsi complètement défaut dans la forêt de Guétarnia qui est affectée d'une dislocation orthogonale et passe à la gouttière de Mercier-Lacombe par une flexure-faille.



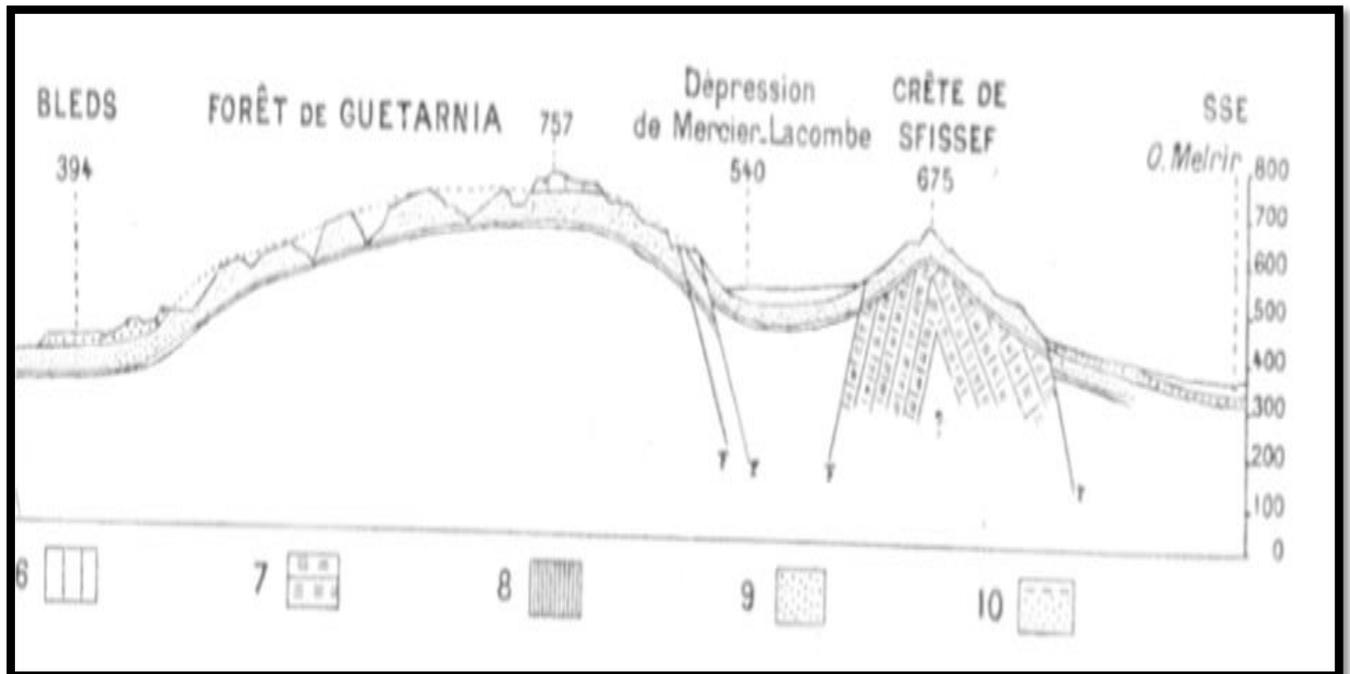
(Fig. n°09) coupes NNO/SSE des monts des Ouled Ali.

C. Formes d'érosion avancée : la dépression des Hammar pincée entre les djebels, le Gada et les Cheurfa, présente des synclinaux étroits reposants sur une ondulation helvétique, très lâche, qui moule le substratum crétacé-éocène. L'évolution a commencé par la destruction des points hauts (anticlinaux, relèvement d'axe des synclinaux) avec inversion du relief, plus il y a eu défoncement des synclinaux, dégagement de surfaces structurales, en fin, découpage de ces surfaces en buttes-témoins. Les premiers stades sont représentés à l'Est de la vallée du Sig, grâce à l'épaisseur des couches néogènes récentes, pincées dans les synclinaux. A l'Ouest, les plis étant plus aigus, les couches néogènes plus réduites, les synclinaux sont plus entamés, avec tendance à égalisation de l'altitude des crêtes et recouvrements de terrains différents.

D. Formes de remblaiement : La gouttière de Mercier-Lacombe pincée entre la forêt de Guétarnia et la crête de Sfisef, limite méridionale de la région étudiée, et la dépression oued Ténira et oued Melrir sont deux bassins synclinaux effondrés dominés par des plis anticlinaux cassants à large rayon de courbure, limités au Sud par des fractures. Ces deux dépressions à fond plat sont remblayées par d'épaisses alluvions quaternaires.

Les parcelles agricoles de la moyenne Mékerra (Fig. n°10) Sont de grandes terrasses inclinées à 400-340 m. d'altitude, formées par des argiles sableuses à cailloux roulés déposées dans une

digitation de la Daya pliocène de Sidi-Bel-Abbès, qui s'ouvrait en éventail à l'Ouest, vers les Trembles.



(Fig. n°10) coupes NNO/SSE des monts des Ouled Ali.

__6 et 7, Tortonien : 6, calcaire massifs ; 7, marnes. __8, pliocène inférieur gréseux.

__9, poudingues villafranchiens. __10, pliocène supérieur : croûte gréso-calcaire.

Dans la plaine sublittoral du Tlélat, du Sig et de l'Habra, un véritable glacis de piedmont est constitué par la soudure des cônes de déjection des torrents quaternaires et des trois oueds actuels. L'érosion le découpe en coteaux, terrasses et petites gorges, parfois d'allure épigénique, comme celle de l'oued Oggaz. Privée en partie d'écoulement vers la mer, la plaine voit progresser l'ennoyage, après chaque grosse crue, l'hydrographie reste indécise au milieu des dayas, les eaux saumâtres ne sont pas sans rapport avec l'existence, sous l'épais manteau d'alluvions récentes, de dômes gypseux triasiques accompagnés d'écaillés, comme celui qui affleure au Nord.

I.3.4. Les faille

-La faille W/E est une extension dans la partie sud-ouest des monts des Ouled Ali.

Dans le djebel Aoud Sma il y a deux failles qui sont :

-La faille NE/SW qui déforme la partie ouest du versant septentrionale dans la 1^{er} direction.

-La faille NNW/SSE qui appartient dans la 2eme direction. (Fig. n°11, Page 12).

Toutes ces failles affectent aussi bien le substrat allochtone que les formations plio-quadernaire. (Belmahdi. F -1998-).

Conclusions

Notre secteur d'étude, est un milieu naturel caractérisé par d'importantes ressources naturelles.

Le paysage des monts des Ouled Ali est reconnu par un relief très accidenté, Profondément marqué par le phénomène de l'érosion des sols. Ainsi, représentent un moyen terme entre les Tessala, ces derniers sont constitués par un empilement de plusieurs nappes de glissement déposées dans un bassin subsident.

Assez tourmentés, et les Monts des Ouled Ali homogènes, moins élevés et entièrement néogènes Qu'il présente trois types de failles : des failles W/E et NE/SW et NNW/SSE.

Deuxième

Chapitre

**La détection des changements dans l'espace des monts des Ouled Ali par
une série temporelle d'image satellite.**

Introduction

A l'occasion de la journée consacrée au bilan du secteur minier pour l'exercice de l'année 2005, le ministre de l'Énergie et des Mines, de l'époque, a déclaré que le secteur des mines et carrières a rapporté à l'Algérie des recettes de l'ordre de 2,2 milliards de dollars, grâce notamment à la loi de 2001 qui a encouragé l'investissement étranger, à s'impliquer dans ce créneau. Dans ce contexte l'entreprise LAFARGE (ex. CIBA) a bénéficié d'un permis d'exploitation du calcaire de Djebel Aoud Asma, qui a été mis en évidence suite à une recherche entreprise par le centre d'étude technique industrielle de matériaux de construction (CETIM). La cimenterie de LAFARGE est située à 5km à l'Ouest de la commune d'Oggaz près de la localité de Douar Ahl El Ouennen, en bordure de la route nationale RN4 Alger-Oran (fig. 1c). La distance de l'usine par rapport à la matière première (le calcaire de Djebel Aoud Asma) est d'environ 1.5km. Elle exploite 3.500.000 T/an de calcaire. LAFARGE exploite plusieurs carrières dans Dj. Touakes et Sidi Ali Cherif (rapport du service technique de LAFARGE, 2016).

L'imagerie satellitaire nous permettant de pouvoir suivre l'évolution d'un paysage ou d'un phénomène particulier plus ou moins long terme en analysant des images acquises à différentes dates. Pour cela on affiche généralement les images dans notre chapitre Fig. n° (12, 13, 14 et 15), puis on compare et analyse les changements observés sur les différentes scènes. Il est également possible de visualiser les données multi-temporelles en les superposant dans une composition colorée. L'exploitation de carrière a motivé l'étude du changement de ce milieu naturel par l'imagerie optique, en utilisant les méthodes des transformations : ACP, ITS et NDVI. Les méthodes de détection de changement, dû à l'exploitation de carrière, sont appliquées pour la première fois, dans les monts des Beni Chougrane (Ouled Ali).

II.1. La colorimétrie : le choix de la composition colorée

Il existe trois définitions de la couleur. Au sens physique la couleur est une forme de l'énergie lumineuse. Au sens psychophysique, la couleur est une réponse de l'œil aux stimulations physiques. Au sens psychologique, la couleur est cet aspect de la perception visuelle qui nous permet de différencier deux objets autrement identiques. La mesure de la couleur se fait en trois échelles différentes correspondant à chacune de ces définitions.

L'objet de la colorimétrie est d'établir des relations entre les perceptions visuelles et les caractéristiques physiques des objets et de la lumière qui les éclaire. La plupart des systèmes de mesure de la couleur sont basés sur la définition psychologique et utilisent des techniques

d'appariement visuel des couleurs. Le système utilisé dans notre étude (RVB) est basé sur un espace tridimensionnel formé par les trois couleurs primaires R, V et B.

Dans ce système, une couleur quelconque est représentée par un vecteur C de coordonnées (r, v, b) dans le repère (R, V, B) : $C = r.R + v.V + b.B$. La couleur blanche est obtenue lorsque

$$r = v = b = 1.$$

II.2. Les techniques de visualisation des données numériques de télédétection

II.2.1. visualisation monocanal : est une technique simple, Cette technique permet de visualiser un seul domaine spectral précis, comme dans le cas d'images NDVI ou d'images RI. La visualisation monocanal peut se faire en tons de gris ou en pseudo-couleur.

II.2.1.1 Visualisation d'un canal en tons de gris

Ce type de visualisation consiste à restituer en noir et blanc une image satellitaire sur un écran d'ordinateur. Cette restitution est réalisée par la mise en équivalence de l'échelle des réflectances et d'une échelle en tons de gris. Plus les tons ne sont blancs, plus les valeurs des pixels sont grandes. Les tons foncés et noirs représentent quant à eux des valeurs de pixels faibles.

II.2.1.2 Visualisation d'un canal en pseudo-couleur

Cette méthode est basée sur l'attribution des couleurs du spectre visible (du violet au rouge) aux pixels composant l'image. A chaque valeur radiométrique correspondra une couleur spécifique. L'attribution des couleurs peut s'effectuer automatiquement : c'est le logiciel de traitement d'images qui s'occupe de l'opération. Dans notre cas, il s'agit du logiciel ENVI. Sinon, nous pouvons spécifier une gamme de couleurs que nous souhaitons affecter à l'image. L'attribution des couleurs se fait soit de façon linéaire (la distribution des radiométries n'intervient pas), soit par l'équipopulation, c'est-à-dire proportionnellement à la fréquence des valeurs radiométriques.

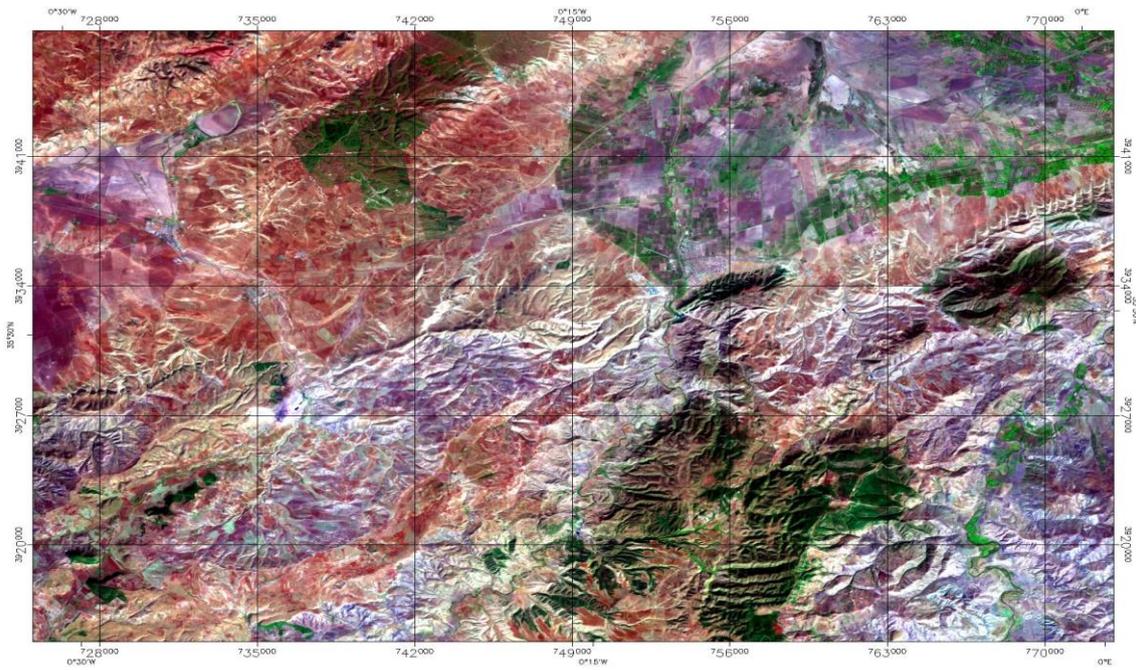
II.2.2. Visualisation multicanaux ou multi bandes

Le système RVB est utilisé pour ce type de visualisation qui est appelé « visualisation en vraies couleurs ». Le principe est d'attribuer à chaque canal une couleur, parmi les trois couleurs fondamentales : le rouge (R), le vert (V) et le bleu (B). Le produit de cette visualisation s'appelle une « composition colorée ». Si les canaux ne correspondent pas à ces trois couleurs, la visualisation est dite en « fausses couleurs ».

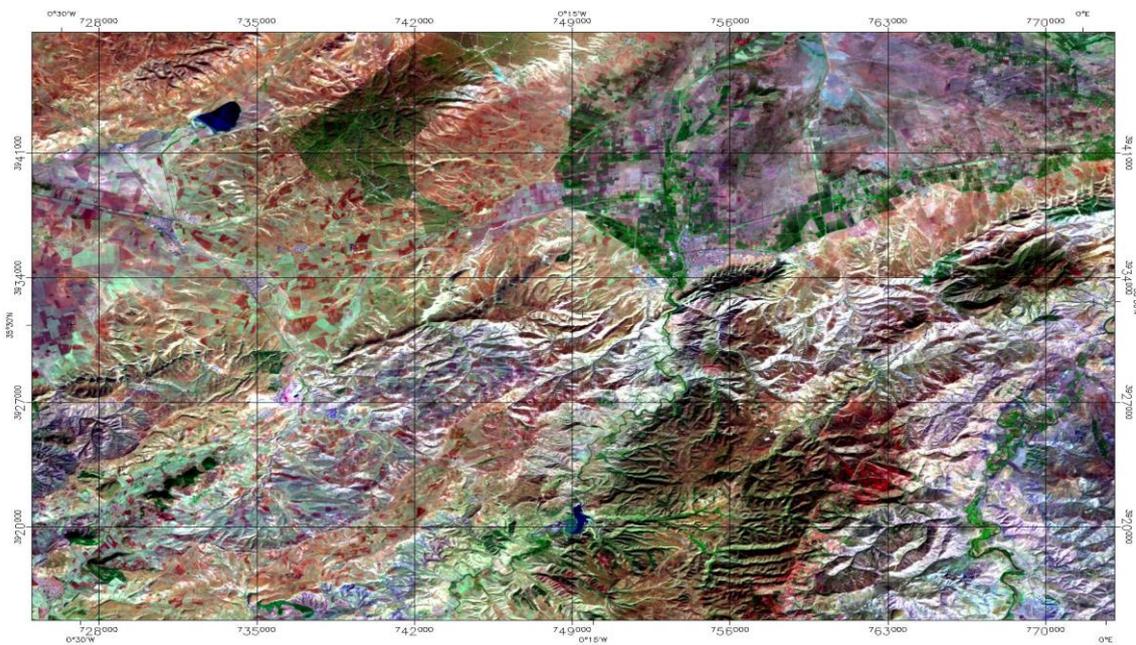
II.2.3 Synthèse sur les techniques de visualisation des données numériques

Les techniques de visualisation décrites précédemment donnent une première idée sur la localisation et le sens du changement. Pour quantifier et connaître la nature des changements, d'autres méthodes sont nécessaires. Celles-ci peuvent être divisées en deux grandes catégories. La première catégorie regroupe les méthodes conventionnelles, qui correspondent aux méthodes les plus couramment utilisées. Les autres méthodes sont dites « non conventionnelles » et constituent la deuxième catégorie.

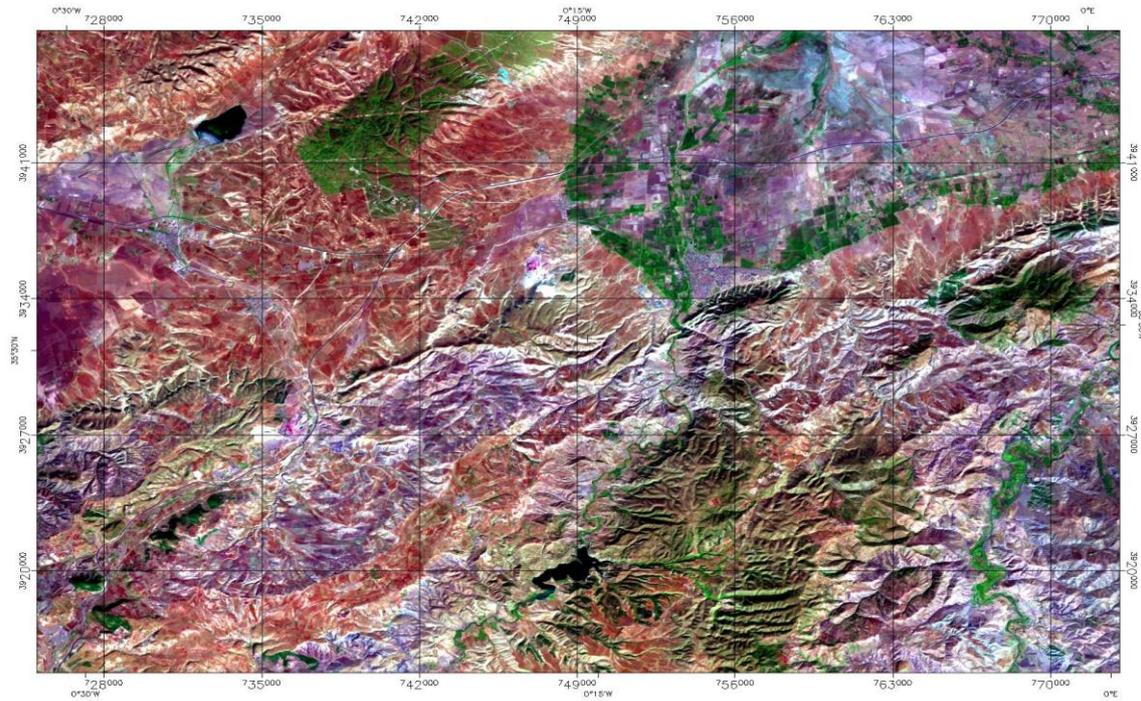
Les figures (n°12, 13, 14 et 15) représente la composition colorée utilisé pour le traitement des images LANDSAT qui est : la couleur Rouge est affecté au canal Infra-rouge 7, la couleur Verte est affecté au canal Proche Infrarouge 4, la couleur Bleu est affecté au canal visible 2 des images : (23/09/1987 ; 25/09/1999 ; 25/09/2011 et 11/03/2015).



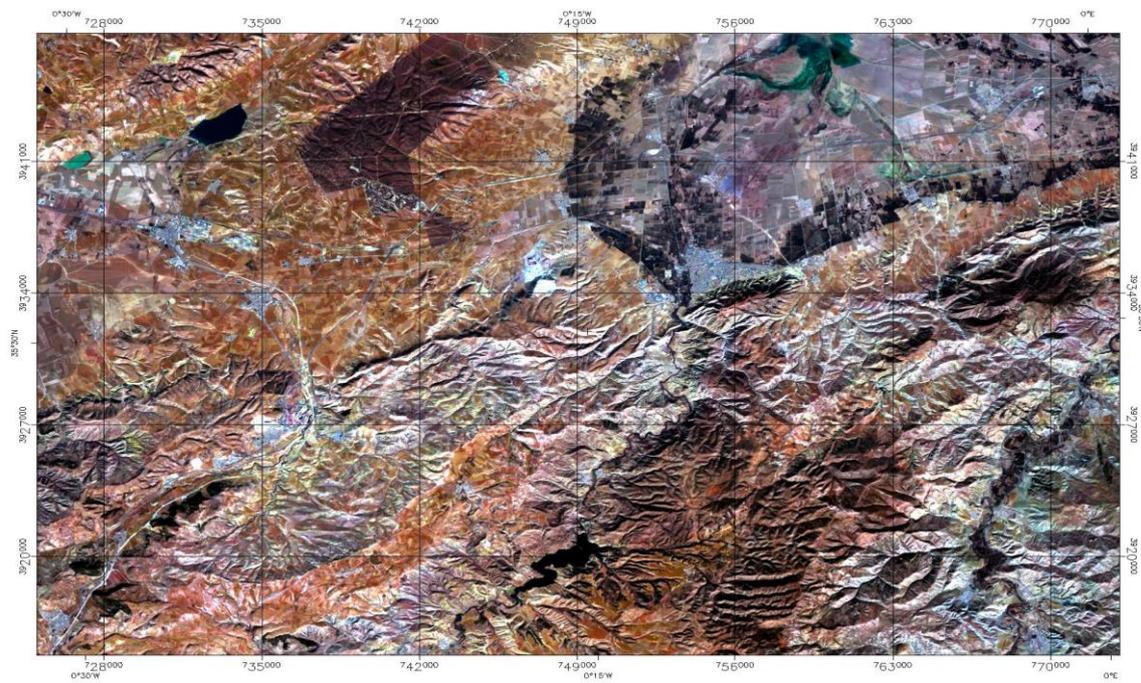
(Fig. n°12) Composition colorée de la région des monts des Ouled Ali les canaux 7-4-2 de 23/09/1987.



(Fig. n°13) Composition colorée de la région des monts des Ouled Ali les canaux 7-4-2 de 25/09/ 1999.



(Fig. n°14) Composition colorée de la région des monts des Ouled Ali les canaux 7-4-2 de 25/09/2011.



(Fig. n°15) Composition colorée de la région des monts des Ouled Ali les canaux 7-4-2 de 11/03/2015.

En effet, d'après les résultats on combine trois canaux 7-4-2 d'une même scène acquise de multi-dates :23/09/1987, 25/09/1999,25/09/2011 et 11/03/2015, la composition colorée résultante présentera des couleurs uniquement là où des changements sont apparus au cours de temps.

1987 est l'année la plus ancienne, en remarque qu'il y a une végétation claire semée et surtout pour djebel Aoud Sma, aussi il y a une végétation qui s'alimente par les affluents de oued Sig.

Pour l'année 1999, on voit clairement une augmentation légère de la végétation (d'après le canal 4), et un petit changement dans le sommet de dj. Aoud Sma.

Pour l'année 2011 on constate visuellement qu'il y a un changement, une disparition de la végétation.

En 2015 un changement radical dans les monts des Ouled Ali, et le plus influencée est Djebel Aoud Sma qui est caractérisé par une érosion dû à l'exploitation de carrière.

II.3. Les méthodes conventionnelles de détection de changements

Nous pouvons diviser les méthodes conventionnelles en deux groupes :

Les méthodes ayant recours à un traitement numérique (l'analyse en composantes principales, la différence et le rapport d'images, l'analyse en vecteurs de changements), les méthodes de classification (les classifications non dirigée et dirigée).

II.3.1. L'analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales (ACP) permet en général de réduire la dimension des données en perdant le minimum d'information.

Cette méthode se base sur une transformation mathématique développée pour représenter la complexité d'un ensemble de données multidimensionnel. L'espace de données de départ est transformé en un espace orthogonal de même dimension. L'ACP a été tout d'abord utilisé en télédétection pour compresser les images, en réduisant la dimension des données tout en préservant la variabilité de celles-ci. Plus récemment, l'analyse en composantes principales a été appliquée comme une méthode de normalisation de données avant une classification non dirigée (McGwire *et al*, 1992), mais surtout comme une méthode de détection de changements pour des images multi-dates (Singh and Harrison, 1985 ; Fung and LeDrew, 1987 ; Eastman, 1992). Selon Young (1993), la première composante représente la moyenne de l'ensemble

des données, alors que les autres composantes indiquent plutôt des changements saisonniers. Toujours selon lui, l'ajout de composantes peut être utile pour extraire de l'information sur les changements, mais ces composantes deviennent plus difficiles à interpréter.

II.3.1.1. La différence et le rapport d'images.

Dans un premier temps, nous avons choisi de présenter le principe des deux méthodes, et dans un deuxième temps nous comparons les résultats des deux méthodes en parallèle.

*** La différence d'images**

Cette technique consiste à soustraire deux images prises à deux dates différentes, de préférence à la même période de l'année. Les deux images sont soustraites pixel par pixel pour produire une image qui correspond au changement entre les deux dates. Cette méthode intuitive est la plus utilisée pour détecter des changements. Cependant, l'interprétation des résultats est délicate car les différences n'indiquent que le degré de changement et non sa qualité. En effet, une même différence peut être obtenue à partir de deux pixels appartenant à deux classes thématiques différentes (exemple : $0.5 - 0.4 = 0.1$ et $-0.2 - (-0.3) = 0.1$).

*** Le rapport d'images**

Le rapport d'images est une technique assez rapide pour détecter des zones de changements.

Cette méthode consiste à diviser pixel par pixel deux images prises à deux dates différentes. Plus les valeurs radiométriques sont identiques dans chaque image, plus le rapport se rapproche de la valeur unité. Ceci indique les zones de non changements. Les zones où le rapport est supérieur ou inférieur à un symbolisent le changement.

II.3.1.2. L'analyse en vecteurs de changements

Cette méthode se base sur l'utilisation de vecteurs pour représenter le changement dans le temps d'un vecteur détermine un type particulier de changements et son intensité représente la quantité de changements. Dans le cas le plus simple, c'est-à-dire pour deux (respectivement trois) images à une seule bande spectrale, les vecteurs sont définis dans un plan (respectivement dans un espace à trois dimensions). Mais le nombre d'images étant généralement supérieur à trois, les résultats sont souvent difficiles à visualiser.

En règle générale, les résultats de cette méthode sont difficiles à interpréter surtout lorsque le nombre d'images est supérieur à trois. De plus, le choix de la gamme de couleurs demande beaucoup d'attention et une étude approfondie de l'histogramme des pixels est souvent utile.

Selon les figures (n° 16, 17, 18 et 19) de l'(ACP), chaque 12 an dans la période 1987- 1999- 2011 plus l'année de 2015, ne représente une période qui caractérise l'espace. La couleur rose s'existe dans tous les images sauf qu'elle régresse et évolue par période.

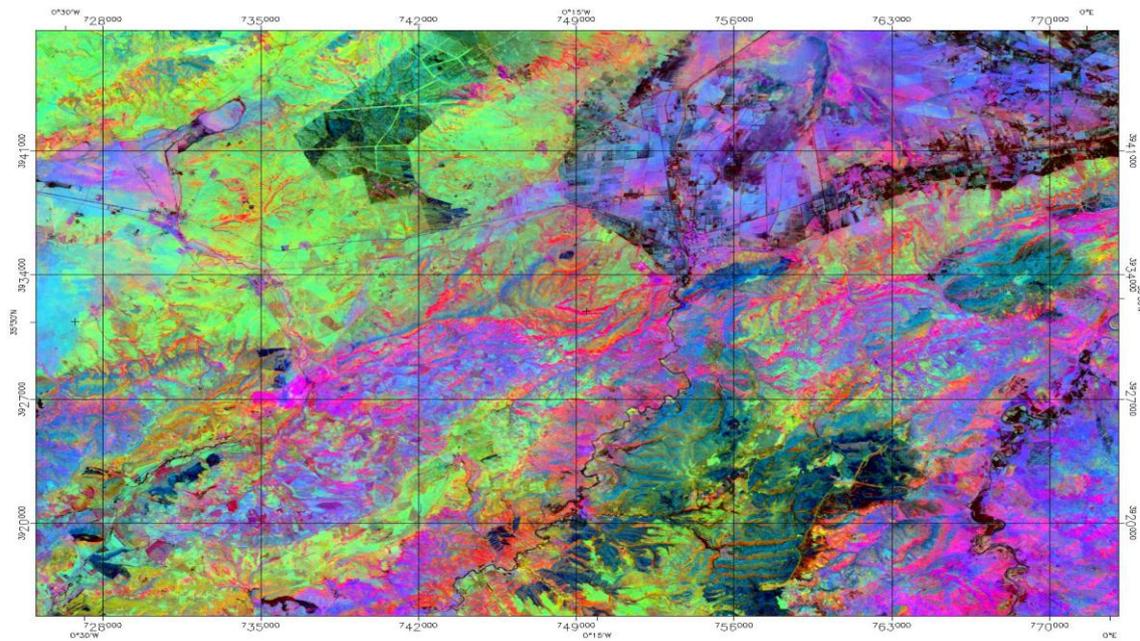
En 1987 cette couleur caractérise la région de Touakes elle est moins dans Dj Sidi Ali Chérif et Dj Aoud Sma. On remarque une diminution.

En 1999 avec la présence de la couleur bleue et le vert à Aoud Sma après disparition.

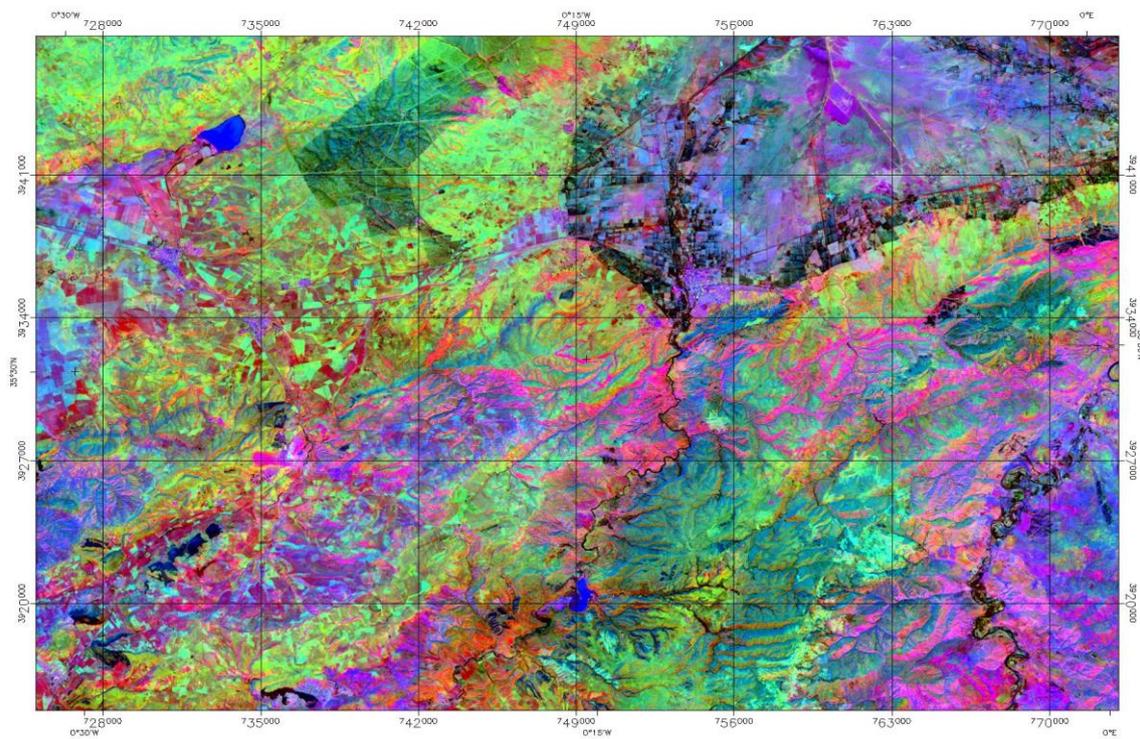
En 2011 et on remarque toujours le bleu dans cette image dominé par le rose.

En 2015 les couleurs rose et bleu évoluent encore, plus des taches en vert à Dj Sid Ali Chérif.

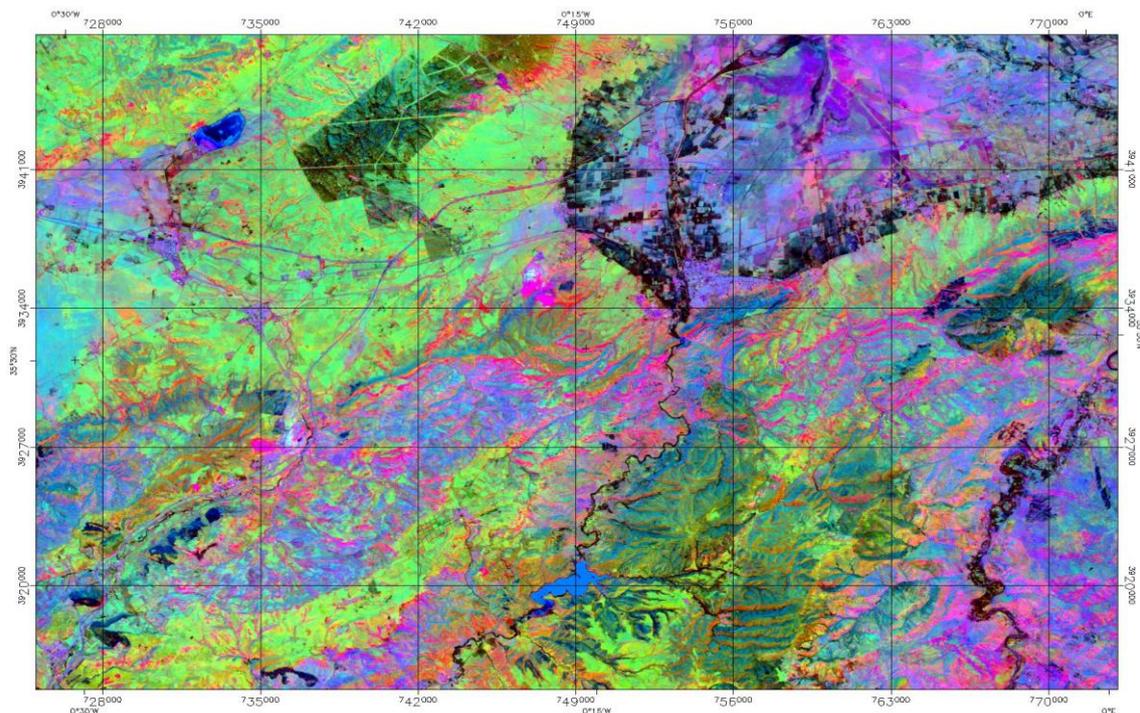
Le rose exprime l'affleurement du sel et la dalle calcaire, le bleu indique la présence de l'argile (terrain de culture) dans les monts des Ouled Ali.



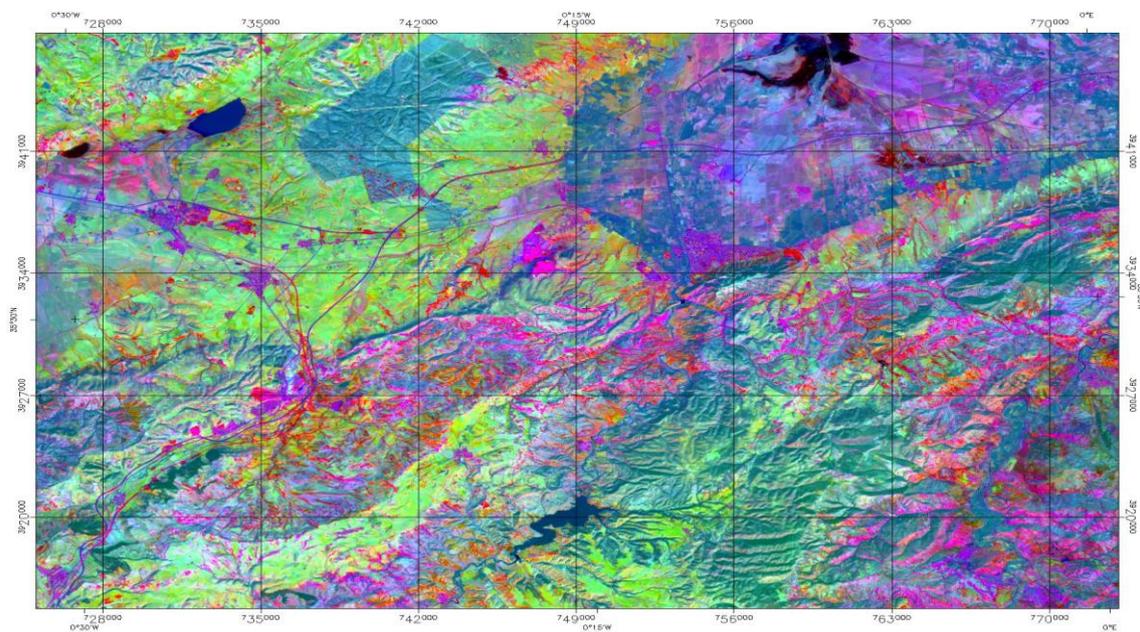
(Fig. n°16) Composition colorée de l'analyse en composantes principales (ACP) appliquée sur l'image MSS le 23/09/1987.



(Fig. n°17) Composition colorée de l'analyse en composantes principales (ACP) appliquée sur l'image TM le 25/09/1999.



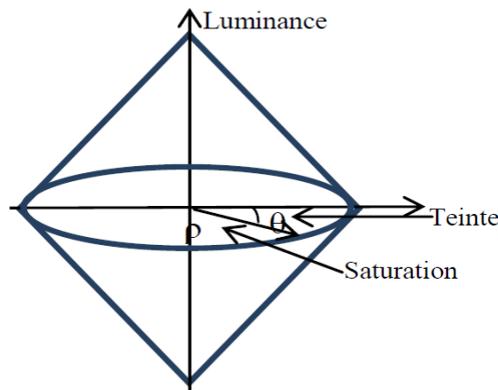
(Fig. n°18) Composition colorée de l'analyse en composantes principales (ACP) appliquée sur l'image ETM+ le 25/09/2011.



(Fig. n°19) Composition colorée de l'analyse en composantes principales (ACP) appliquée sur l'image ETM+ le 11/03/2015.

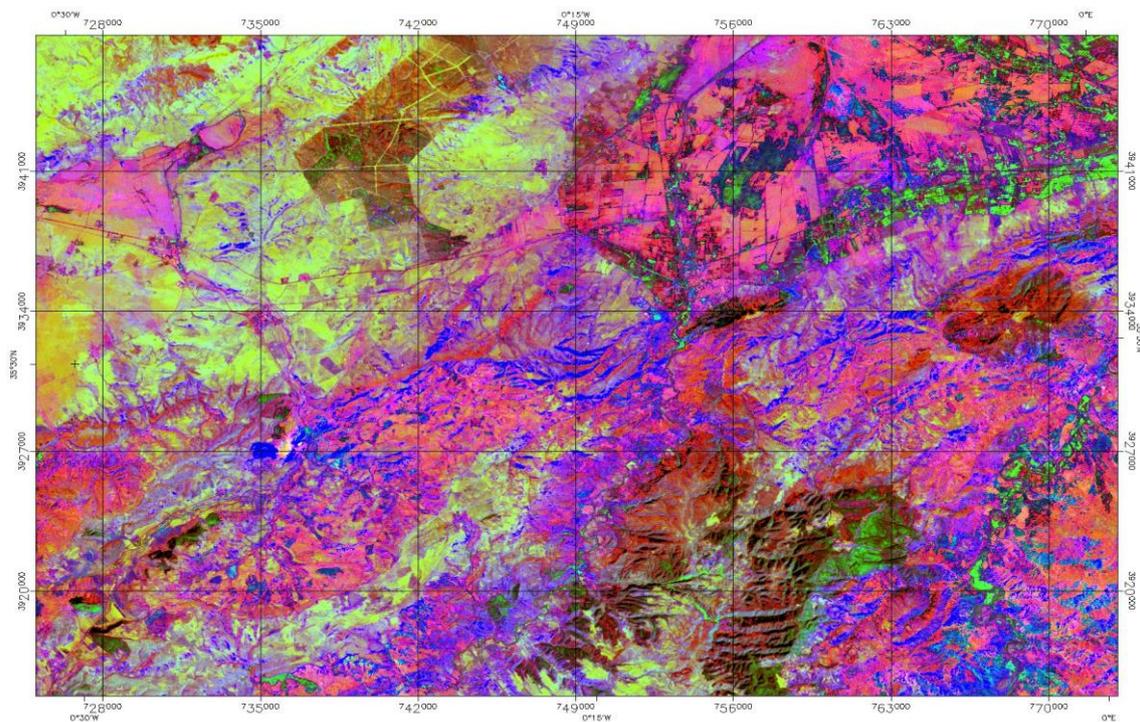
I.3.2. Application du système ITS (intensité, teinte et saturation) de Munsell

La figure n°20 représente le système Munsell (1929) qui repose sur trois composantes : l'intensité, la teinte et la saturation. Chaque couleur est définie dans un système tridimensionnel par une représentation ponctuelle de l'espace des couleurs.

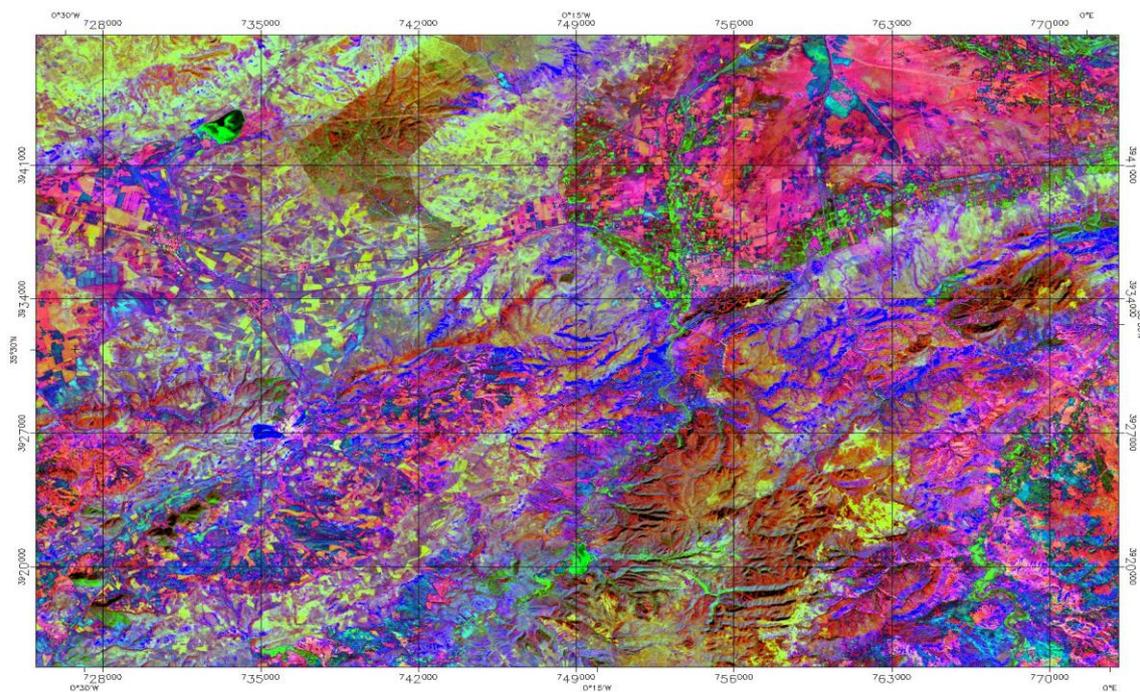


(Fig. n°20) Présentation perceptible de l'espace teinte, luminance et saturation (teinte : angle luminance : axe vertical, saturation : module ...).

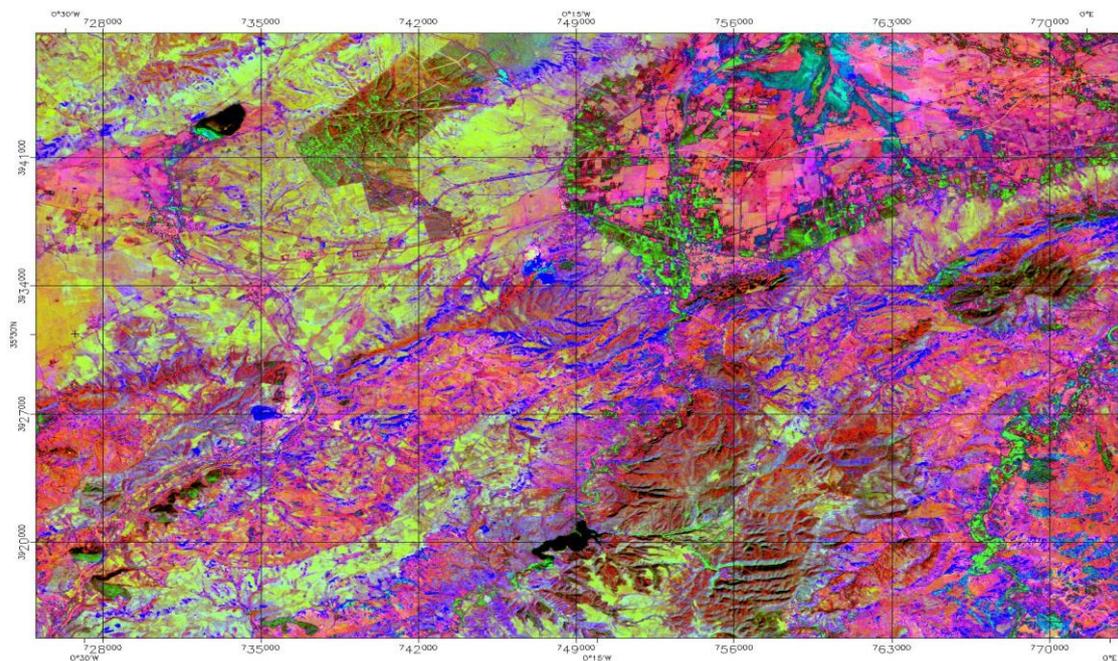
Les figures (n°21, 22, 23 et 24) représentent les résultats des transformations de la composition colorée ACP en ITS (Rouge, Vert et Bleu : RVB-ITS) qui permet de séparer l'information spatiale (intensité) de l'information spectrale (teinte et saturation). Cette transformation a mis en évidence la faille (située sur le périmètre de l'exploitation de carrière de Dj. Aoud Sma, qui est surveillée par des géophysiciens au moment de l'utilisation des explosifs pour extraire la matière première) en couleur verte sur les images de 1999 et de 2015. Cette couleur indique aussi les affleurements du calcaire dans la zone d'exploitation de carrière et sur les talus des Châaba. Dans les figures suivantes, le vert dans la plaine l'Habra indique la remontée du sel.



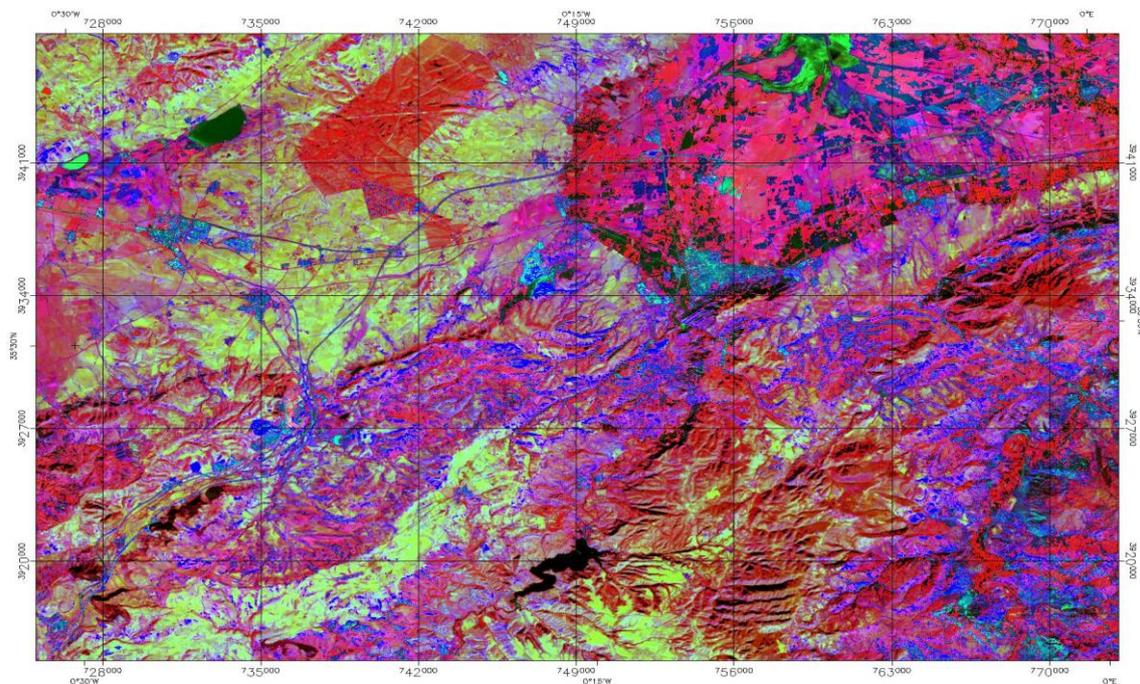
(Fig. n°21) Composition colorée des canaux : intensité (I), teinte (T) et saturation appliquée sur l'image MSS le 25/09/1987.



(Fig. n°22) Composition colorée des canaux : intensité (I), teinte (T) et saturation appliquée sur l'image TM 25/09/1999.



(Fig. n°23) Composition colorée des canaux : intensité (I), teinte (T) et saturation appliquée sur l'image ETM+ le 25/09/2011.



(Fig. n°24) Composition colorée des canaux : intensité (I), teinte (T) et saturation appliquée sur l'image ETM+ le 11/03/2015.

L'ITS est une transformation très utilisée pour surveiller l'état de la végétation, il est utilisé les canaux : proche infrarouge et infrarouge. C'est entre les bandes rouges et infrarouges qu'on observe les plus grands écarts de réflectance entre la végétation et les sols. Le canal infrarouge possède la plus grande richesse d'information (variance élevée). Un des avantages de l'utilisation des rapports spectraux est la réduction de l'effet de variation de l'illumination solaire causé par la topographie. Le fait de calculer des valeurs relatives (des rapports), plutôt que des valeurs absolues d'intensité, ceci va produire une réduction des effets topographiques.

Les figures (n°21, 22, 23 et 24) représentent quatre images qui sont traitées par l'ITS dans des différentes dates 1987/1999/2011 et 2015 pour nous représenter le changement dans le temps et nous permettre de détecter les zones de changement. On remarque plusieurs couleurs la couleur rose, verte, bleue et noir.

En 23/09/1987 la couleur rose domine le reste des couleurs, suivi par la couleur verte au nord-ouest et d'autres parts, ce dernier commencera à diminuer dans l'image de 25/09/1999 et le bleu domine les espaces occupés par la couleur verte et la couleur rose dans la partie ouest de la zone d'étude, en 25/09/2011 le vert réapparaît dans les mêmes anciennes positions et le rose apparaît à l'échelle plus large. Et dans la dernière date 11/03/2015 il y a une apparence de la couleur bleue au sud-est de l'image, évolution de la couleur rose tandis que le noir reste toujours stable dans chaque image des quatre dates.

En conclusion le bleu est la profondeur du ravinement et le départ des mouvements de masses. Le rose est la teinte du sol. Le vert est un affleurement du substrat.

II.3.3. Application de l'indice de végétation normalisé (NDVI)

Le calcul de l'indice de végétation sur l'image LANDSAT aboutira à la caractérisation et au suivi du changement survenu sur le couvert végétal entre ces quatre années, et connaître par la suite les surfaces végétalisées dilapidées par le bâti et/ou envasées par le sable.

Exprimé par la formule suivante ;

$$\text{NDVI} = (\text{PIR}-\text{R}) / \text{PIR}+\text{R}$$

Avec :

PIR : la réflectance mesurée dans le canal du proche infrarouge (canal TM4).

R : représente la réflectance du canal rouge (canal TM3).

L'application de l'NDVI dans l'espace de Djebel Aoud Asma, représentée par la (Fig. n°25 et 27), montre les changements qu'a subis le couvert végétal, durant 12 ans.

La teinte blanche sur les images indique l'absence de végétation. L'image de 11/03/2015 présente plus de blanc qu'en 23/09/1987. Cette régression du couvert végétal n'est pas dû aux conditions climatiques (l'année 2015 est pluvieuse par rapport à 1987) mais c'est l'impact de l'extension urbaine de la ville de Oggaz et de Sig et surtout l'exploitation de carrière par LAFARGE.

En effet, le Tableau n°01 et les Figures n°26 et 28 qui illustrent, les statistiques et les histogrammes de l'NDVI, ont permis de faire le suivie de l'activité chlorophyllienne de la région. Les valeurs maximales du NDVI des images de 1987 et 2015 représentatives, sont 0.4 et 0.3 exprimant une végétation dense.

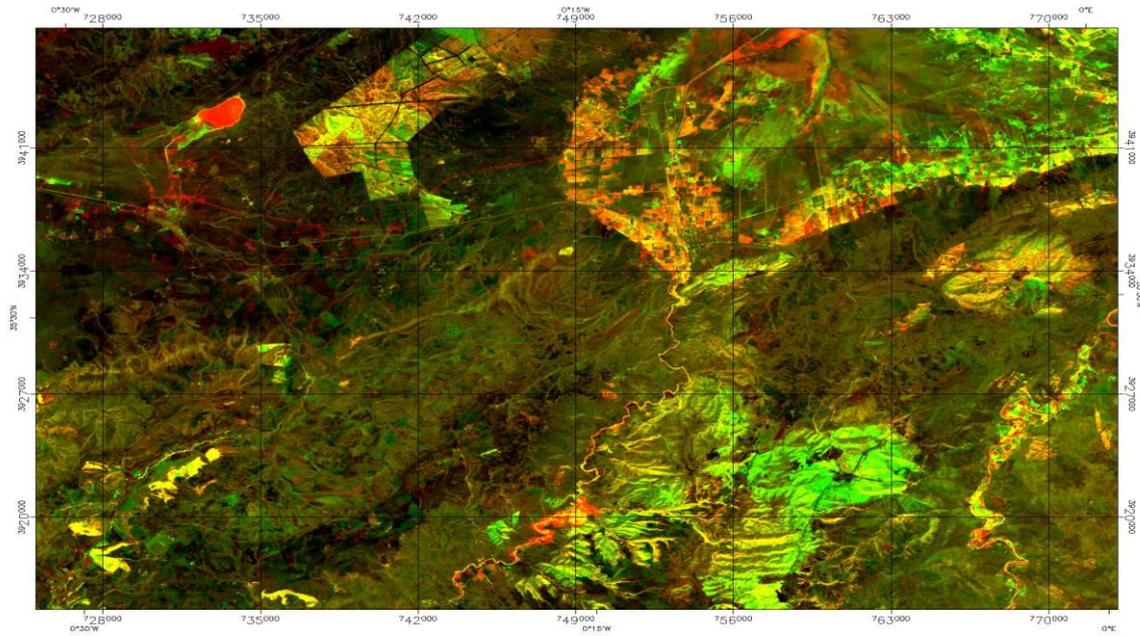
Tableau n°01 : Statistiques de L'NDVI de Djebel Aoud Asma en 1999 et 2015.

Images	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Image 1999	-0.304348	0.442623	-0.160165	0.061461
Image 2015	-0.462687	0.333333	-0.286931	0.083289

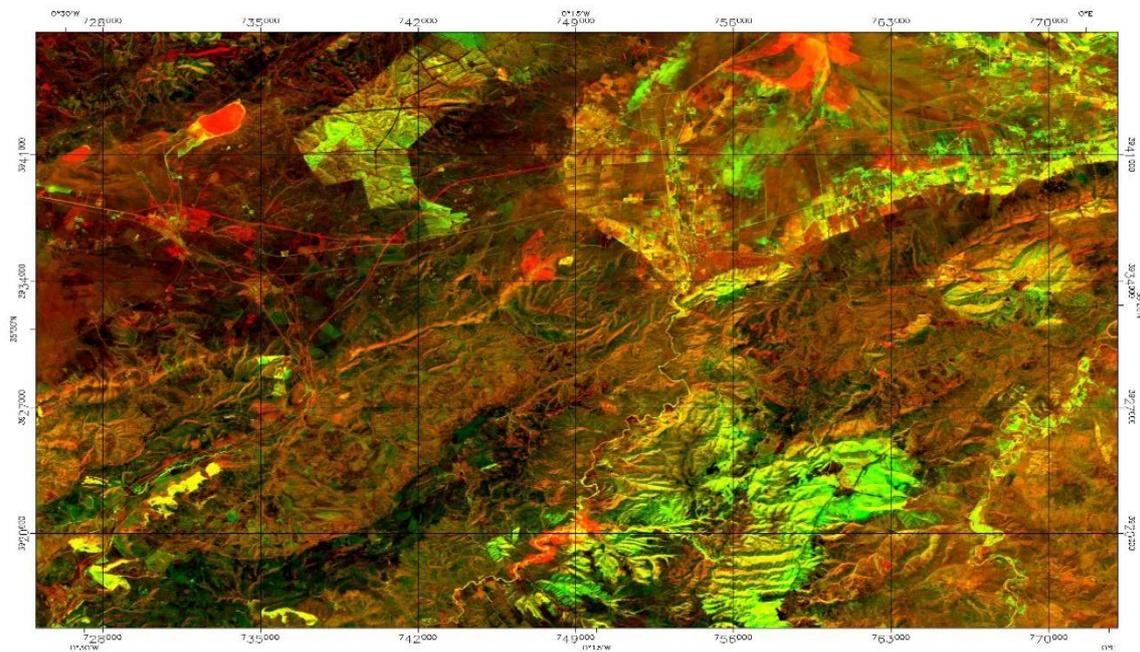
Les valeurs minimales du NDVI sont de l'ordre de -0.30 et -0.46 et expriment l'absence du couvert végétal notamment en 2015, dû à l'exploitation de la carrière de LAFARGE et l'extension urbaine de la ville de Sig. En effet, les valeurs moyennes du NDVI en 2015 le confirme (-0.28) par rapport à celle de 1987 (-0.16).

Les Figures (n°25, 26, 27 et 28) représentent la cartographie de changement par la superposition des résultats des quatre dates (1987, 1999, 2011 et 2015) de l'indice de végétation normalisé NDVI.

La couleur rouge indique un changement évolutif. C'est le cas des terrains d'agriculture périurbaine et d'une partie de la plaine de l'Habra, aussi quelques zones de restauration des sols par les forestiers. La couleur verte indique un changement régressif où la disparition totale du couvert végétal dans la zone de carrière et l'extension de la ville de Oggaz et de Sig.

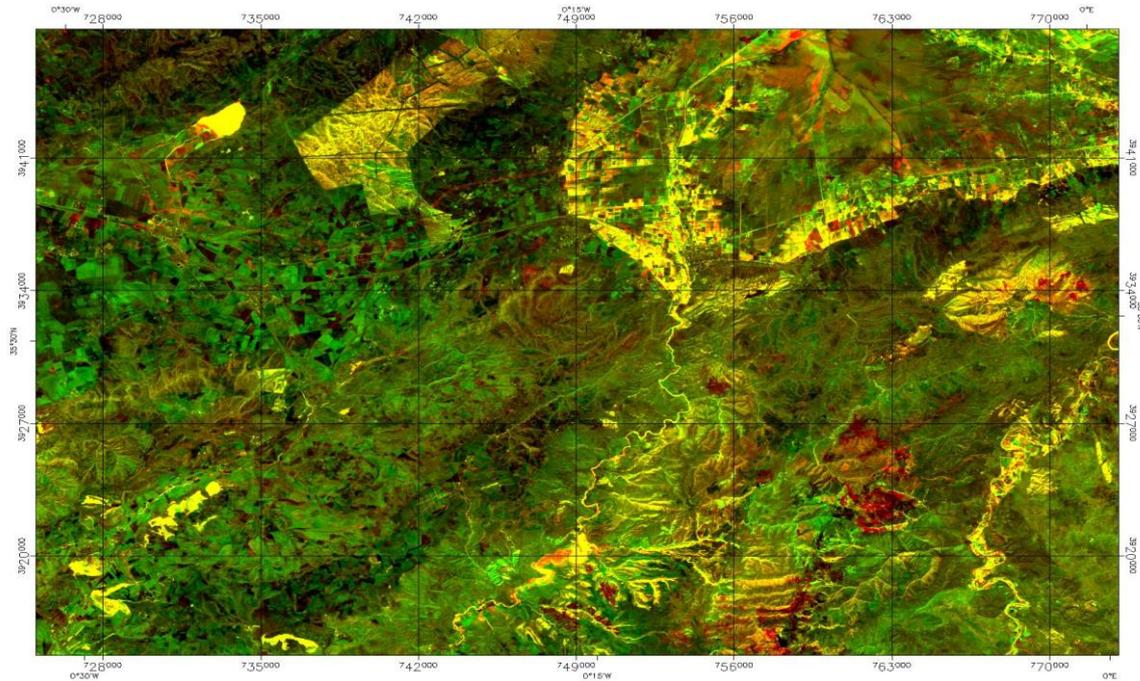


(Fig. n°25) Carte de changement de l'espace entre 23/09/1987 et 25/09/2011.

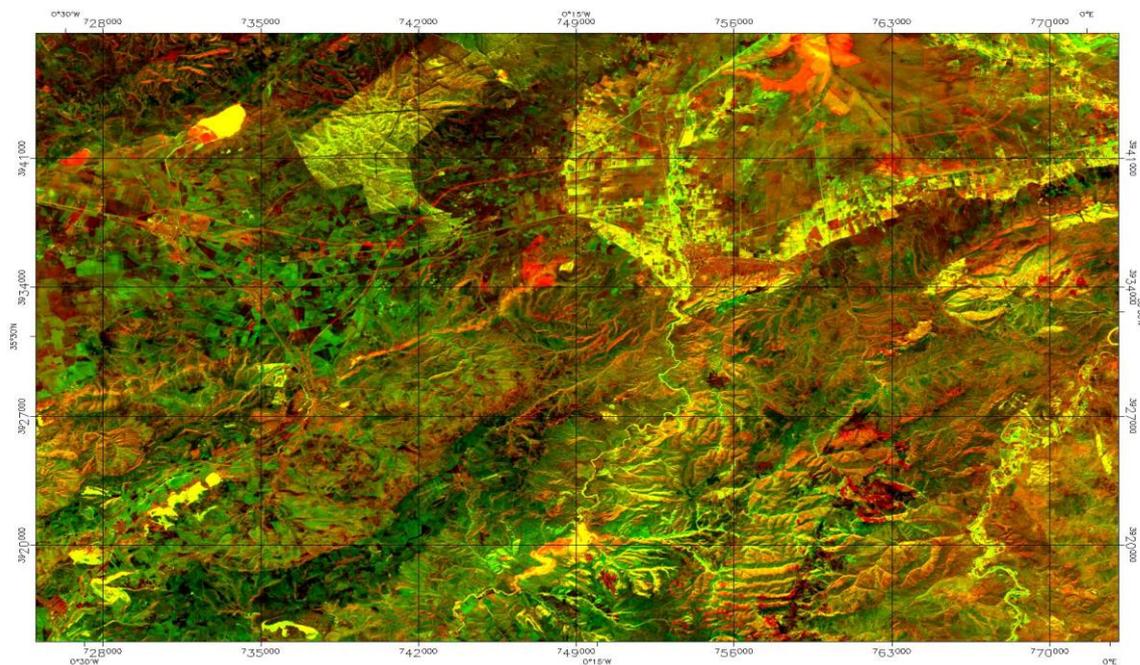


(Fig. n°26) Carte de changement de l'espace entre 23/09/1987 et 11/03/2015.

- Pas de changement
- Changement évolutif
- Changement régressif



(Fig. n°27) Carte de changement de l'espace entre 25/09/1999 et 25/09/2011.



(Fig. n°28) Carte de changement de l'espace entre 25/09/1999 et 11/03/2015.

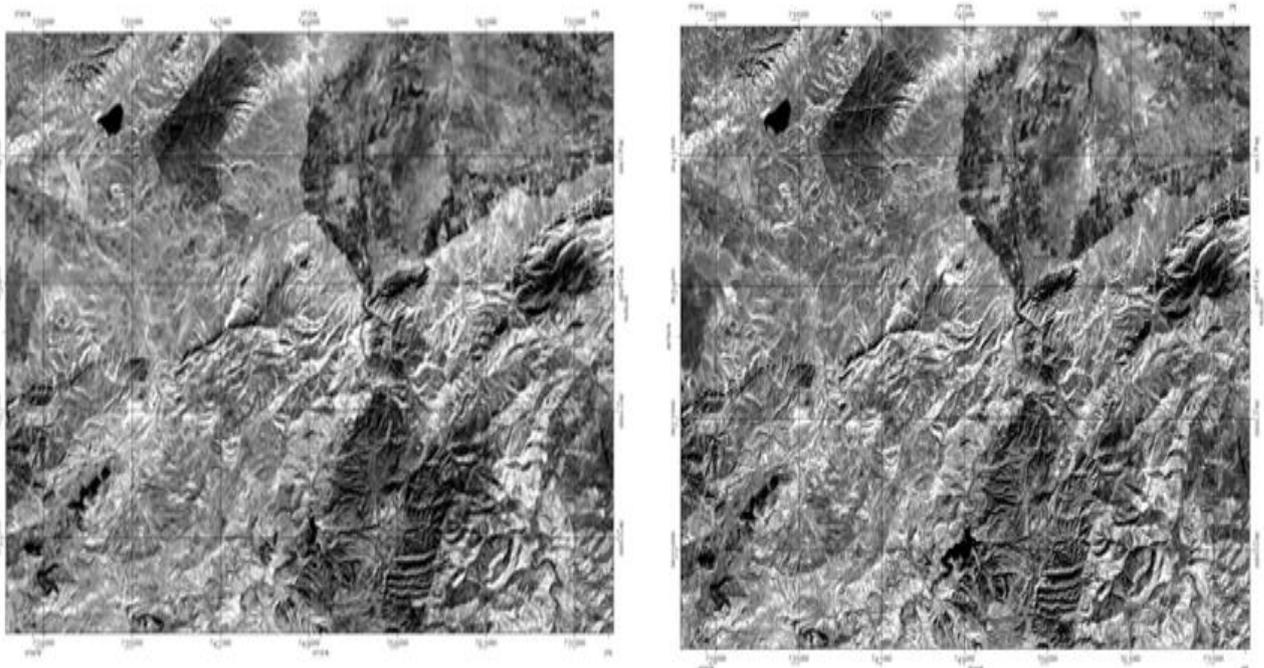


II.3.4. Application l'indice de brillance (IB)

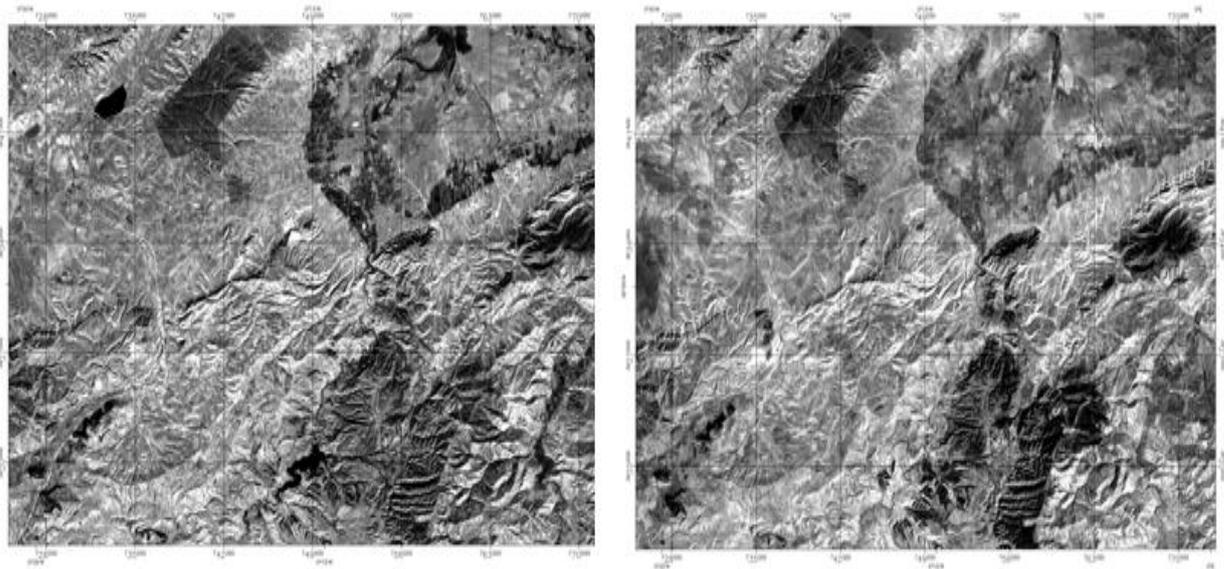
Le principal objectif de cette étude est de créer une animation de la dynamique de la végétation et de comparer l'évolution de la végétation pour l'ensemble de notre zone d'étude des monts des Ouled Ali. Nous allons utiliser dans la période 1987-2015 quatre images multi-dates (1987,2011), (1999,2011), (1999,2015) et (1987,2015).

En effet les résultats peuvent être visualisés en utilisant une échelle de couleurs qui va du marron foncé ce qui détermine aucun changement et le vert clarifier les changements régressifs, le rouge explique un changement évolutif.

D'après l'analyse de ces cartes, on remarque dans Les deux cartes qui représentent le changement de l'espace (1987,2011) et (1999,2011), on observe dans notre zone d'étude que la couleur verte est prédominante dans les deux cartes, donc un changement régressif. Par rapport les deux autres derniers cartes entre (1987,2015) et entre (1999,2015), en constat une augmentation claire de la couleur rouge qui représente un changement évolutif surtout dans Dj. Aoud Sma et Touakes.



(Fig. n°29) Application de l'indice de Brillance de 23/09/1987. (Fig. n°30) Application de l'indice de Brillance de 25/09/1999.



(Fig. n°31) Application de l'indice de Brillance de 25/09/2011. (Fig. n°32) Application de l'indice de Brillance de 11/03/2015.

Les quatre figures (n°29, 30,31 et 32) représentent la dominance de l'affleurement du calcaire dans la période 1987-2015 dans les monts des Ouled Ali, qui sont caractérisées par une extension de l'affleurement de la formation Calcaire et Argile.

Une sortie sur le terrain a été effectuée au mois de décembre 2017 pour effectuer un constat de lieux dans la carrière, d'après les photos (1, 2, 3 et 4), expriment le changement de l'espace de Djebel Aoud Asma.

-La photo 1 représente la châaba qui limite la carrière et déverse directement sur la plaine de l'Habra. C'est une ancienne zone restaurée par les forestiers.

- La photo 2 illustre les gradins de l'exploitation du calcaire au détriment de la végétation naturelle.

- Les photos 3 et 4 montrent le site de la cimenterie LAFARGE par rapport à la carrière et la plaine de l'Habra. L'impact de l'usine de ciment sur l'écosystème est majeur, il affecte le site par l'émission de poussières et du bruit, surtout l'agglomération d'Ahl El Ouennen avoisinante. La cimenterie utilise des matières premières extraites près de la surface du sol, ce qui accentue les dégradations du couvert végétal. Pour la route nationale RN4, le réseau de circulation et le volume du trafic ont augmenté. Donc il faut intervenir pour sauvegarder ce milieu et pour empêcher cette dégradation accélérée du sol et de la végétation. Si

l'intervention ne se fait pas par des techniques adéquates, il s'obtiendra une dégradation irréversible de ce milieu naturel. (Fig. n°33)

Photo 1:12/2017



Photo 2:12/2017



Photo 3:12/2017



Photo 4:12/2017



II.3.5. Conclusions sur les méthodes conventionnelles de détection de changements

L'analyse en composantes principales conduit à une normalisation des données, mais les Résultats de cette méthode sont difficiles à interpréter. La différence et le rapport d'images indiquent le degré du changement, mais ne permettent pas de spécifier sa qualité.

L'analyse en vecteurs de changements n'apporte pas d'informations supplémentaires. La classification non dirigée permet d'obtenir des classes, sans avoir besoin de les définir *a priori*. Ces classes sont utilisées dans une classification dirigée pour arriver à des résultats statistiques.

Conclusion

Entre le changement de la végétation et l'affleurement de la dalle calcaire, L'étude de la période de 1987 à 2015 montre une régression du couvert végétale jusqu'à 2011 et une évolution jusqu'à 2015 qui a été qualifiée par l'étude des changements par des différentes méthodes (ACP, ITS, NDVI et IB).

L'application de l'indice de brillance IB sur la période 23/09/1987 ,25/09/1999 ,25/09/2011,11/03/2015. Les quatre dates indiquent un affleurement important de la dalle calcaire.

Le site favorable à l'exploitation de la carrière et développement de l'agriculture.

L'affleurement de fasciste argile et calcaire, favorise la densité de la végétation.

Troisième chapitre

Le climat, facteurs explicatifs des changements de l'espace

Introduction

Notre étude climatique concerne la comparaison entre deux périodes : une période ancienne correspondant la série Seltzer 1913-1938 et données ONM 1985-2008 et une période récente 1988-2008, qui a déjà traité par (Merchouga Amel et Guettaf Fadhila 2010) la comparaison entre les deux stations Es-Senia et Fergougue est sur la période 2008-2016.

La période 1985-2016 est divisée en deux périodes 1985-2008 et 2008-2016 afin de permettre sa comparaison avec la station de Fergougue.

Le climat subi un changement, et éventuellement, ce changement aura un impact sur chaque région. A ce propos nous avons traité les données climatiques de deux stations professionnelles suivantes :

III.1. La station d'Es-Senia : (D'après REMIL 2006)

La station d'Es-Senia est considérée comme la station où le plus de données disponibles professionnelle.

Est située à 90 m d'altitude, à 35° 38' de latitude N et à 0° 36' de longitude E. (Tableau n°02).

Ses paramètres climatiques peuvent s'appliquer au Dj. Aoud SMA.

Tableau n°02 : localisation géographique

Nom de la station	Latitude	Longitude	Altitude
Es-Senia 1913-1938	35°38' N	0° 36'	90 m

III.2. La station de Fergougue :

Situé à 110 m d'altitude à 35°32' de latitude N et 0°03' de longitude E.

Ses données nous éclairer sur les conditions climatiques de Dj. Sidi Ali Cherif et Touakes.

La station de Fergougue est considérée aussi comme la station où le plus de données disponible professionnelle. (Tableau n°03).

Tableau n° 03 : Localisation géographique :

Nom de la station	Latitude	Longitude	Altitude
Fergougue (Mascara) 2008-2018	35°32' N	0°03' N	110m

III.3. Les paramètres climatiques :

L'analyse des paramètres climatiques permet de caractériser leurs variabilités dans le temps et de qualifier le changement de l'espace des Monts de Ouled Ali.

1- La pluviométrie :

Mesure de la pluie, représente les hauteurs d'eau tombées dans un intervalle de temps. Les caractéristiques du bilan hydrique peuvent nous donner une idée sur les potentialités d'écoulement et donc l'érosion par ruissellement ou des hypothèses sur les probabilités de déclenchement de mouvements de masse. La détermination du régime pluviométrique et des intensités de pluie nous permet en outre, d'en préciser la période dans lesquelles ces types d'érosion peuvent se produire. De même la pluviométrie d'une manière générale conditionne aussi bien la présence ou non du couvert végétal que les espèces qui le composent. Ainsi, sont définis les mondialités de protection ou non les versants.

2- La température :

La température de l'air résulte de nombreux facteurs : rayonnement solaire incident, rayonnement émis par le substrat, éventuels apports issus de la mobilité de l'air, densité de l'air, quantité d'énergie consommée pour l'évapotranspiration. La température moyenne de la basse atmosphère planétaire de 14°C, mais cette valeur recouvre une forte hétérogénéité spatiale et une variabilité temporelle élevée. La température intervenant dans les variations de la courbe Ombrothèrmique.

III.4. Le principe de traitement dans les stations professionnelles météorologiques :

Les stations météorologiques sont normalisées. Une partie des mesures est effectuée sous un abri peint en blanc et s'ouvrant au nord, qui renferme un thermomètre sec, un thermomètre mouillé, un baromètre. Les maxima et minima de température de l'air sont donc toujours relevés à l'ombre. A l'extérieur, sur un gazon éloigné de tout bâtiment, sont installés le pluviomètre ou pluviographe, une girouette, un anémomètre.... Si la station n'est pas équipée d'appareils enregistreurs, les relevés en lieu à heure fixe. Une station météorologique comprend cinq thermomètres (TABEAUD M. 2012) :

- Un premier thermomètre qui mesure la température.

- Un second thermomètre vertical dont la pointe est entouré d'un tissu dont un bout trempe dans l'eau et qui mesure la température humide. La différence entre ces deux températures permet de calculer le taux d'humidité de l'air.
- Un troisième thermomètre, oblique, mesure la température maximale : il est conçu comme un thermomètre médical. Il possède ainsi un étranglement du capillaire au-dessus du réservoir, ce qui empêche le liquide de redescendre quand la température baisse après avoir atteint sa valeur maximale.
- Un quatrième thermomètre, horizontal, mesure la température minimale. Il comporte un index noyé dans le liquide. L'index descend avec le liquide, mais ne remonte pas.
- Un cinquième thermomètre, à minimum, mesure la température minimale au sol. Il est placé hors de la station, à 5 cm du sol.

Ces thermomètres peuvent être remplacés par un thermomètre enregistreur dans la station, un thermomètre enregistreur au sol et un hygromètre enregistreur dans la station

<https://www.futura-sciences.com/planete> .

Toutes les observations sont archivées sous l'égide de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM).

Notre étude portera sur le calcul d'indices climatiques pour trois périodes sur les deux stations météorologique, l'une ancienne relative aux données de Seltzer 1913-1938 et une période relativement récente relative aux données de l'ONM 1988-2012 et 2008-2016 pour la station d'Es-Senia. Et une période relativement récente relative aux données de Seltzer 2008-2018 pour la station de Fergougue (Mascara).

III.5. Les précipitations et températures de la station d'Oran Es-Senia :

Les données climatiques sont relatives aux données pluviométrie et température qui sont résumés dans les tableaux suivants :

III.5.1. Les précipitations de la station d'Oran Es-Senia

Tableau n° 04 : Les moyennes annuelles et mensuelles de pluies et des températures pour la période 1913-1938 données de Seltzer.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aout	Total
P (mm)	22	39	83	82	79	84	48	36	32	13	1	1	520
T moy(C°)	23.35	19.95	16.1	13.25	12.45	13.35	14.6	16.6	19.05	21.8	24.35	25.35	18.9

Source : Seltzer

A partir du Tableau n°04 des moyennes annuelles et mensuelles de précipitation de la période de Seltzer 1913-1938 on a remarqué que les précipitations sont plus importantes dans le mois de Septembre à Avril avec maximum en Février. Des moyennes mensuelles des précipitations sont de 1 mm un minimum pour le mois de Juillet et Aout et maximum 84mm en mois Février. (Fig. n°34).

Tableau n° 05 : Les moyennes annuelles et mensuelles de pluies et des températures pour la période 1988-2012 de la station Oran Es-Senia.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aout	Total
P (mm)	12.55	30.15	61.88	40.92	46.8	40.39	31.86	31	20.68	4.4	2.54	3.61	326.84
T moy(C°)	20.24	16.01	13.62	13.25	10.92	11.56	14.12	16.26	19	23.04	25.86	27.6	19.04

Source : O.N.M

*** Les variations des précipitations selon les données pour la période 1933-1938 et 1988-2012.**

Selon le (Tableau n°05) les moyennes annuelles et mensuelles de précipitation de la période de 1988-2012 se concentrent entre les mois de Septembre à Avril avec le Maximum en Novembre (une moyenne mensuelle de 61.88 mm), une faible concentration des pluies est observée en mois de Juillet avec une moyenne mensuelle de 2.54 mm (Fig. n°35).

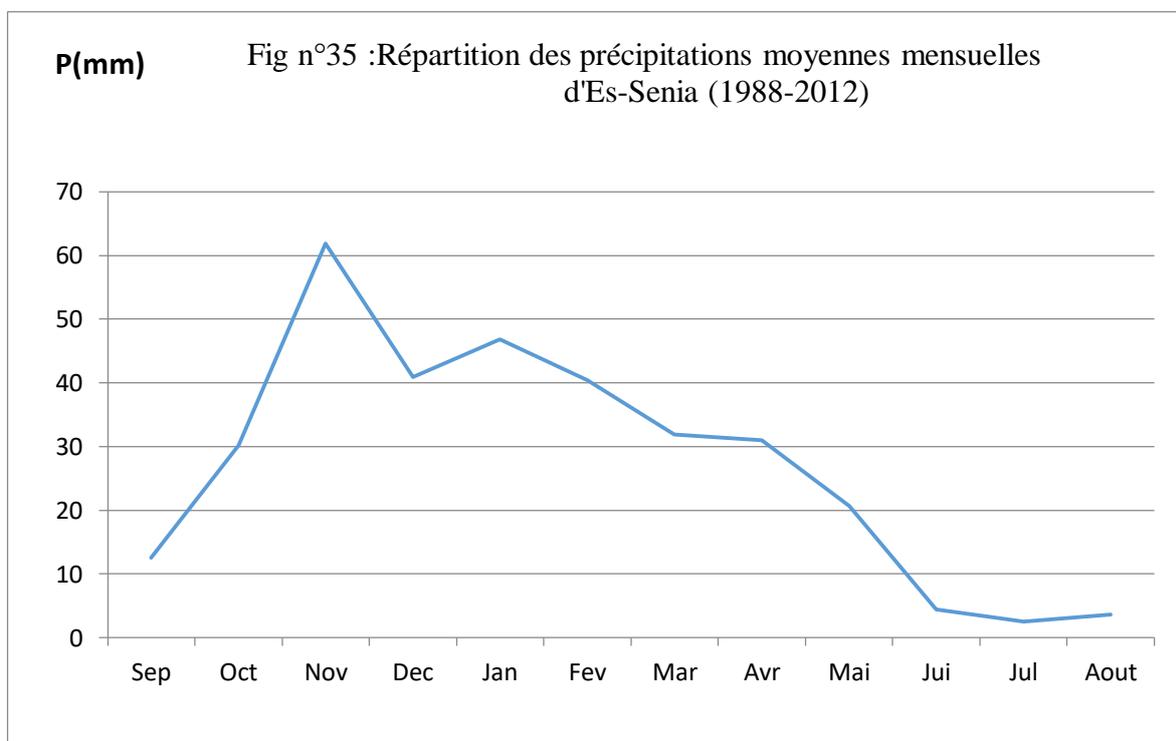
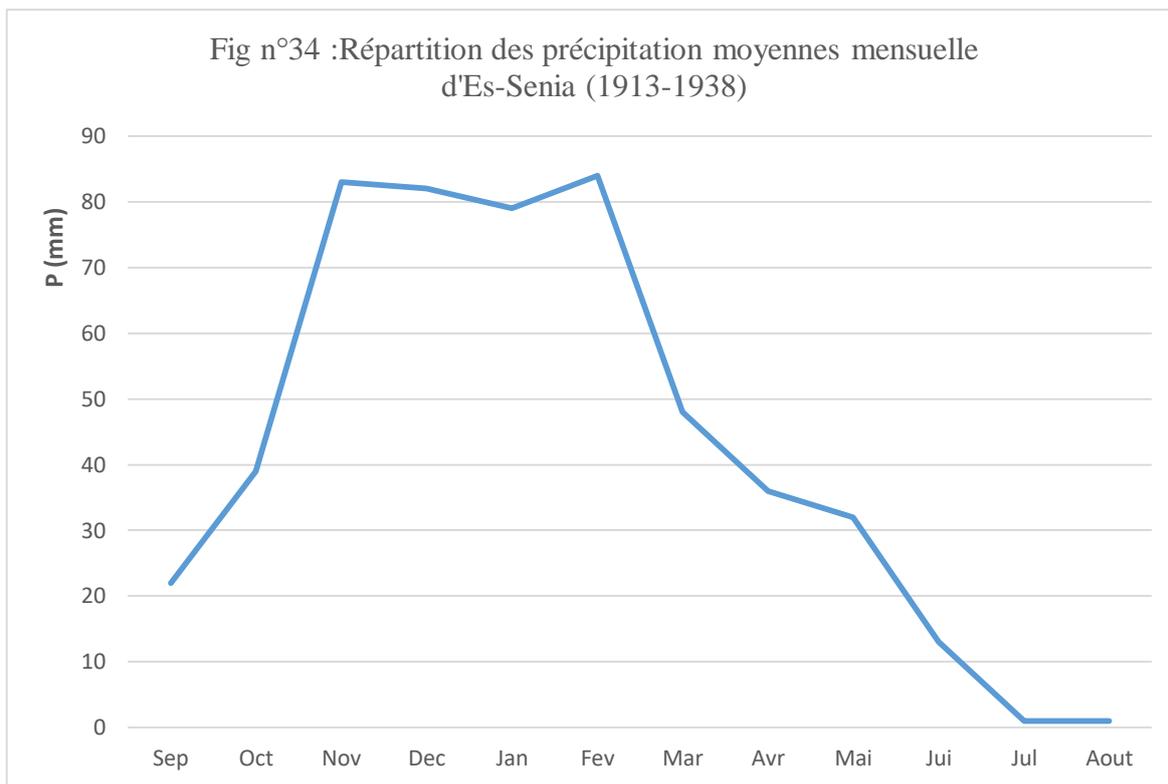


Tableau n° 06 : Données pluviométriques pour la période 1988-2012 de la station d'Oran

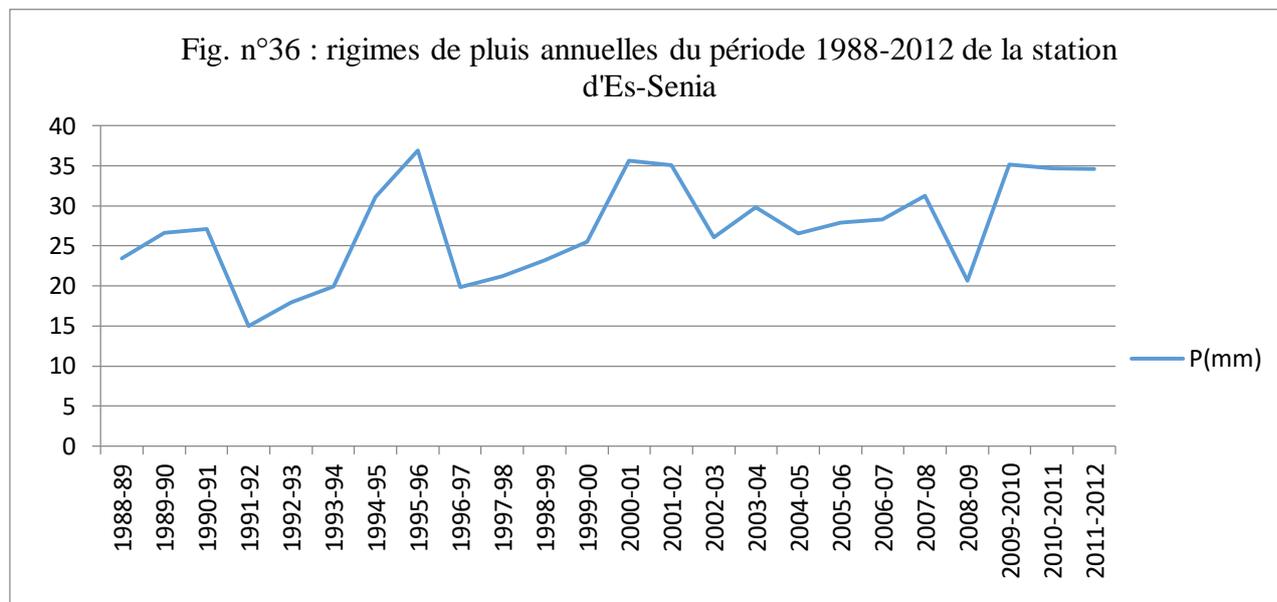
Es-Senia.

Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aout	Total	Moy annuelle
1988-89	7,4	12,2	17,8	21,5	89,4	7,4	17	61,5	14,2	7,4	11,6	14,1	281,5	23,46
1989-90	11,2	25,8	47,2	25,3	33,4	31,4	99,1	7,7	16	7,4	7,4	7,4	319,3	26,61
1990-91	10,1	34,8	39,8	21,4	37,3	17,4	34,4	29,6	61,9	24,2	7,3	7,4	325,6	27,13
1991-92	7,4	7,4	17,8	12,5	9,1	29,4	29,3	27,4	16,2	7,4	7,4	8,3	179,6	14,97
1992-93	6,7	6,8	53,8	10,5	60,1	20,6	5,5	17,4	12,7	4,7	12,4	4,1	215,3	17,94
1993-94	9,7	61,6	33	9,9	34,8	62,6	1	26,8	0	0	0	0	239,4	19,95
1994-95	4,1	70	17	52,7	16	72	97	24	3	10	0	7	372,8	31,07
1995-96	12	14	19	131	60	104	58	32	11	0	2	0	443	36,92
1996-97	29	7	4	39	82	5	0	49	13	1	2	7	238	19,83
1997-98	44	21	35	28	28	28	18	14	37	0	0	2	255	21,25
1998-99	1	6	49	42	65	60	54	0	1	0	0	0	278	23,17
1999-00	13	29	120	79	1	0	13	17	34	0	0	0	306	25,50
2000-01	21	43	111	20	71	108	1	25	28	0	0	0	428	35,67
2001-02	17	23	184	26	3	4	50	57	38	1	0	18	421	35,08
2002-03	1	15	71	1	79	82	13	26	24	0	1	0	313	26,08
2003-04	11	21	54	78	35	22	18	47	68	4	0	0	358	29,83
2004-05	1	45	69	70	8	63	33	22	0	8	0	0	319	26,58
2005-06	6	10	81	43	77	61	12	18	20	7	0	0	335	27,92
2006-07	9	0	9	111	25	33	60	87	4	1	0	1	340	28,33
2007-08	33	131	123	15	13	16	15	4	12	6	7	0	375	31,25
2008-09	21,33	3,05	11,17	34,8	71,6	27,9	19,5						247.6	
				1	2	4	7	47	9.14	0.51	0	1.53	7	20.63
2009-10	11.93	39.1		25.6	155.	45.4	62.4		22.6				422.1	
		1	27.95	6	19	8	9	18.8	1	4.07	0	8.89	8	35.18
2010-11	10.92	58.4	125.2	44.7	21.3	24.1	21.8	48.2	49.7	11.9			416.7	
		2	3	1	3	3	5	6	8	4	0	0	5	34.71
2011-12		39.6	165.5	40.1	48.0			37.5					415.2	
	2.55	3	9	3	1	45.2	32.5	9	1.02	0	3.05	0	7	34.6
Moy mensuelle	12.55	30.1		40.9		40.3	31.8		20.6				326.8	
		5	61.88	2	46.8	9	6	31	8	4.4	2.54	3.61	4	653.66

Source : ONM et <https://fr.tutiempo.net/climat/algerie.html>.

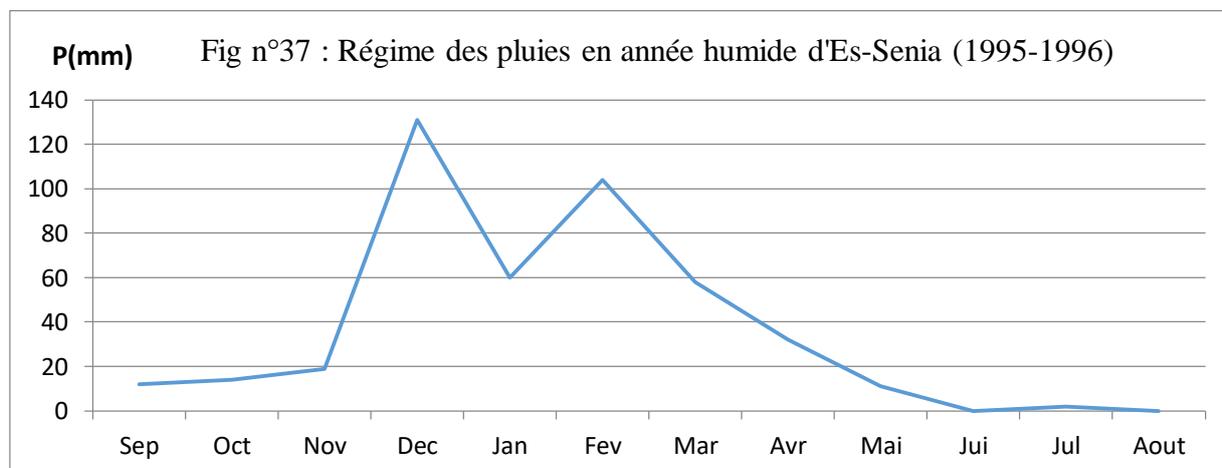
D'après les données anciennes (tableau n°06) et récentes relative à la station d'Es-Senia ; on remarque une diminution importante de la pluviométrie et qui passe de 520 mm à 326.84 mm, cette diminution continue jusqu'à 193.16 mm ce qui est assez remarquable.

Nous relevons aussi une précipitation annuelle d'un maximum de 443mm en 1995-1996 une baisse de précipitation est enregistrée en 1991-1992 avec un total de 179.6mm.



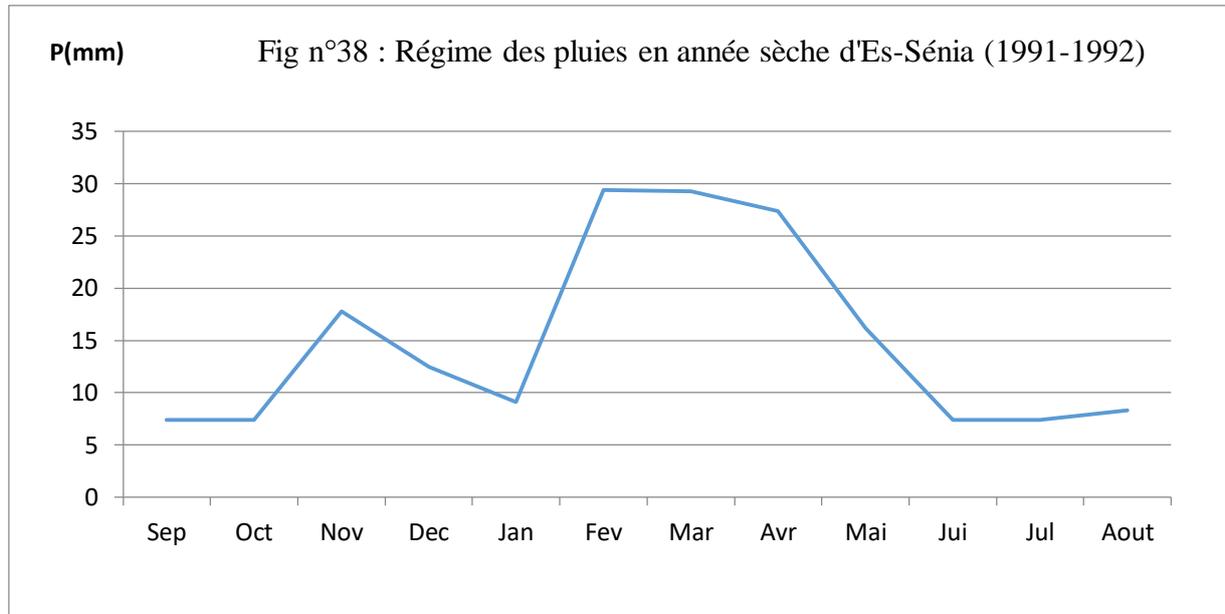
*** Le régime pluviométrique en année pluvieuse (1995-1996) (Fig. n°37) :**

La saison des pluies commence à partir du mois de Décembre et dure jusqu'à Avril avec une irrégularité présentant 2 pics : Celui de Décembre de 131mm, et de Février avec 104mm, ce sont les mois où la concentration des précipitations est important elle a atteint 53.04% du total annuel (443mm).



** Le régime pluviométrique en année sèche 1991-1992 (Fig. n°38).*

La saison des pluies commence en Novembre et se termine en Avril avec deux mois secs celui de Décembre et Janvier, cette saison présente quatre pics celui de Novembre avec 17.8mm, Février 29.4mm, Mars 29.3 mm et de Avril 27.4mm. Ce sont les mois où la concentration des précipitations est importante avec 57.85% du total annuel 179.6mm.



Le régime pluviométrique se caractérise par une répartition irrégulière des précipitations en durée moyenne.

Selon les résultats, on peut déduire que l'année pluvieuse se caractérise par un volume de pluies très important dans une période courte alors que l'année sèche marquer par une longue durée avec un faible volume de pluies.

III.5.2. Température de la station d'Oran Es-Senia :

Tableau n°07 : Les moyennes de températures de la période 1913-1938, donnée Seltzer.

Mois	Sept	oct	nov	Déc	jan	Févr	mars	Avr	Mai	juin	Juil	Aout
T° moy	23.35	19.95	16.1	13.25	12.45	13.35	14.6	16.6	19.05	21.8	24.35	25.35

Source : Seltzer

D'après le tableau n°07, relative aux données températures pour la période 1913-1938, on enregistre un maximum en Juillet et en Aout, un minimum au mois de Janvier. (Fig. n°39).

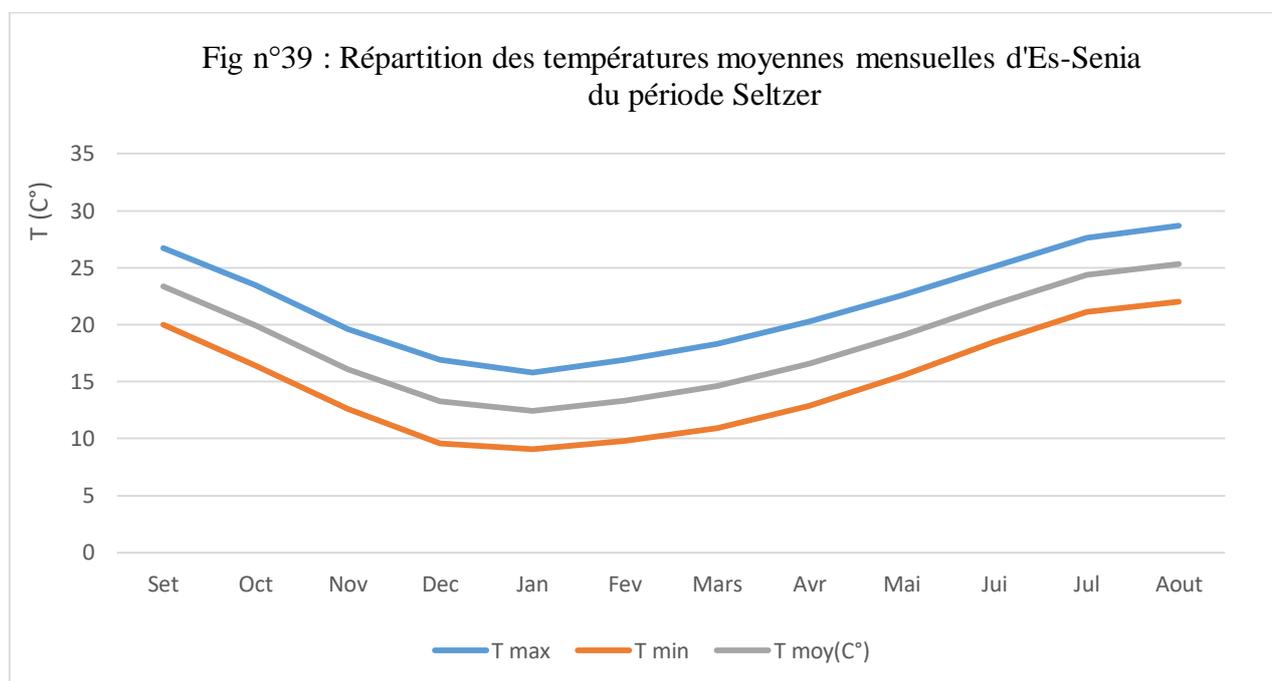
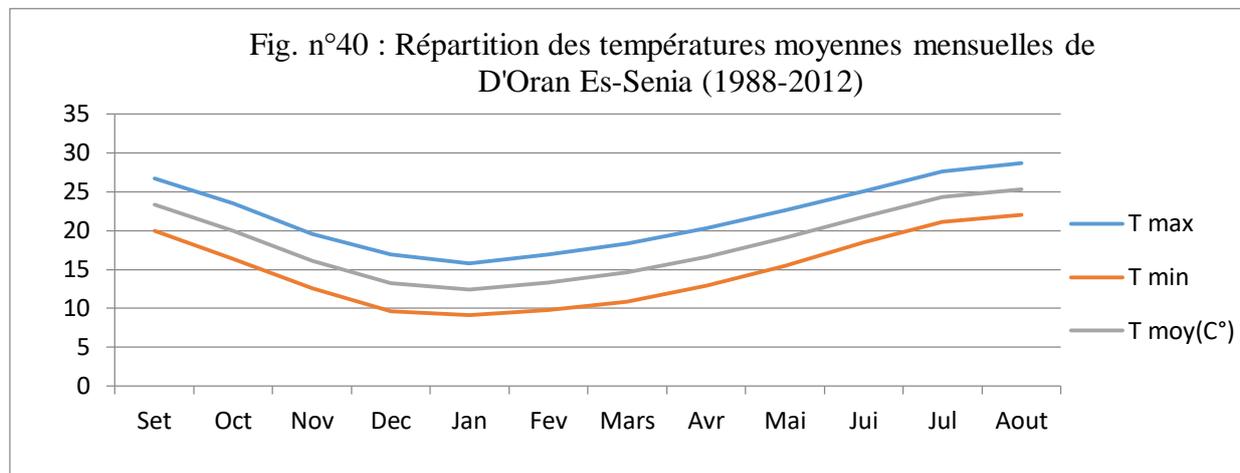


Tableau n°08 : Les moyennes de températures de la période 1988-2012 de la station d'Oran Es-Senia.

Année	Sep	Oct	nov	Dec	jan	Fev	Mar	avr	mai	Jui	Jul	Aout
1988-89	25,2	22,24	18,79	17	12,88	14,22	16,14	16,71	20,44	25,53	29,22	29,97
1989-90	25,2	20,18	16,31	12,58	12,15	12,54	15,05	15,77	20,52	24,89	27,94	29,68
1990-91	27,21	19,41	15,49	12,66	11,34	11,5	15,2	15,25	18,67	23,81	28,06	29,73
1991-92	25,34	20,07	13,87	13,76	11,42	12,72	14,03	17,45	21,14	22,24	26,68	29,56
1992-93	23,52	19,35	15,58	13,13	11,48	12,24	18,61	17,57	20,65	24,08	27,07	28,13
1993-94	24,69	21,3	17,89	13,76	12,18	13,44	16,62	16,09	18,75	23,76	30,26	30,45
1994-95	29,88	25,97	20,45	18,91	11,83	12,84	17,61	16,83	19,7	23,92	28,665	29,29
1995-96	27,28	23,63	19,17	16,33	12,00	13,14	17,11	16,46	19,225	23,84	29,4625	29,87
1996-97	21,9	18	15,6	13,2	12,5	13,2	14,2	17,3	20	23,1	23,9	25,4
1997-98	23,8	21,4	16,8	12,9	12,5	13,9	14,5	16,4	18,5	22,7	25,7	26,6
1998-99	24,6	18,1	15,2	10,7	11,4	10,5	14,4	16,6	20,6	23,2	25,8	27,1
1999-00	24,2	21,5	13,3	12	9,2	12,8	14	16,3	20,1	23,5	25,8	25,9
2000-01	23,1	18,3	14,8	13,2	11,8	12,3	16,8	16,1	18,5	23,7	25,3	26,8
2001-02	23,5	22	14,2	11,2	11,1	12,3	14,5	16,1	19	22,9	24,9	25,4
2002-03	23,2	20	16	14,3	10,9	11,1	15,3	16,1	19,3	24,9	27,4	27,8
2003-04	24	20,8	15,4	12,2	12,1	13,6	13,7	15,6	17,3	23,1	26,2	27,5
2004-05	24,8	21,3	13,5	11,8	8,7	9,1	13,9	15,8	20,6	23,5	26,8	25,7
2005-06	23	20,7	14,6	11,4	10,4	11	14,9	18,1	20,6	22,9	26,8	25,9
2006-07	23,5	21,5	17,4	12,8	11,1	13,9	13,1	15,5	19,4	22,9	25,5	26,5
2007-08	23,4	19,4	14	11,3	11,5	13,4	14,5	17,4	19,3	22,5	26,5	26,5
2008-09	23,5	20,8	17,8	14,1	11,5	11,6	14,5	15,7	20,1	23,9	27,4	26,6
2009-10	24	19,05	15,3	13,1	12,7	14	14,8	21,7	19,1	22,85	26,35	27,1
2010-11	24,2	20	16,2	11,85	12,2	11,75	15,15	18,4	20,55	23,5	26,35	27,05
2011-12	24	20,3	16,4	12,8	10,1	8,8	13,35	15,45	19,7	25,3	26,4	28,3
T moy C°	20,24	16,01	13,62	13,25	10,92	11,56	14,12	16,26	19	23,04	25,86	27,6

Source : ONM et <https://fr.tutiempo.net/climat/algerie.html>.

Pour la période 1988-2012 (Tableau n°08), relative aux moyennes de températures, on remarque que les températures les plus élevées sont enregistrées respectivement pour le mois de Juillet 25.86 c° et Aout 27.6c° et des minimums pour les mois de Décembre 13.25c°, Janvier 10.92c° et Février 11.56c°. (Fig. n°40).



La période ancienne et la période récente montre une augmentation légère pour la période 1988-2012 et qui est donc passé de 18.9°C à 19.04°C, soit une différence 0.14°C.

III.6. Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN :

BAGNOULS et GAUSSEN (1954) considèrent qu'un mois est sec si la moyenne des précipitations exprimée en (mm) est égale ou inférieure au double de la température en (C°) : $P \geq 2T$.

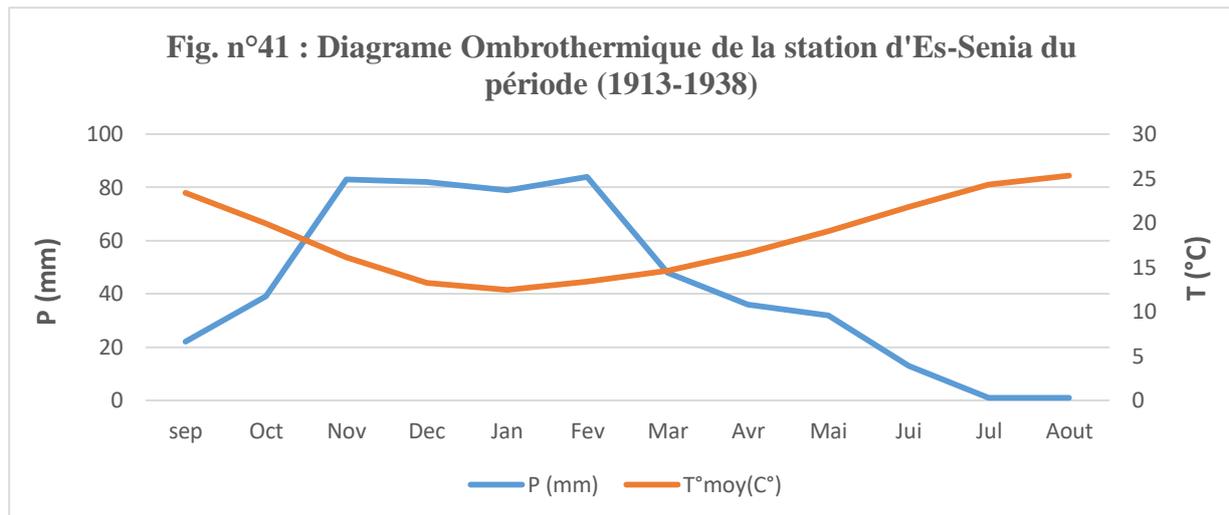
P : moyenne des précipitations (des précipitations mensuelles et annuelles).

T : moyenne des températures mensuelles et annuelles.

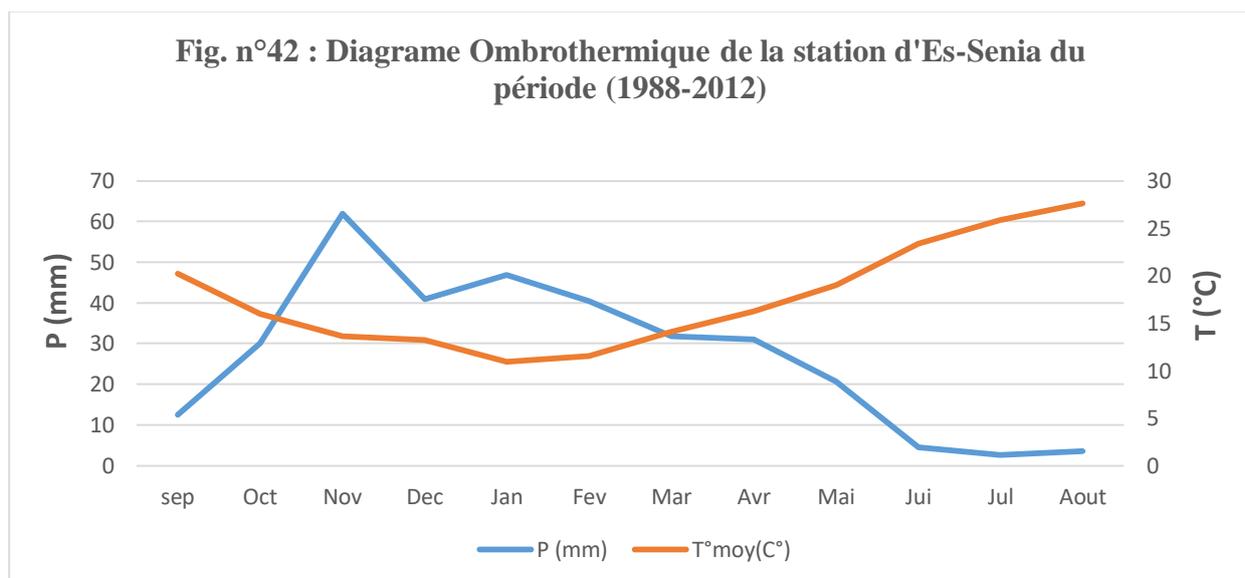
La présentation de cette loi nous permet d'établir un graphique qui montre par la combinaison de la courbe des précipitations et des températures deux saisons :

- Une saison humide.
- Une saison sèche.

III.6.1. Le Diagramme Ombrothermique de la station d'Es-Senia : pour la période ancienne (Seltzer) 1913-1938 montre que la saison humide dure cinq mois de l'année (de Novembre à Mars) et la saison sèche dure sept mois de l'année (d'Avril à Octobre). (Fig. n°41).



Pour la période récente 1988-2012, le diagramme Ombrothermique montre que la saison humide dure quatre mois de l'année (de Novembre à Février), alors que la période sèche s'étale du mois de Mars au mois d'Octobre, soit une période de 08 mois (Fig. n°42).



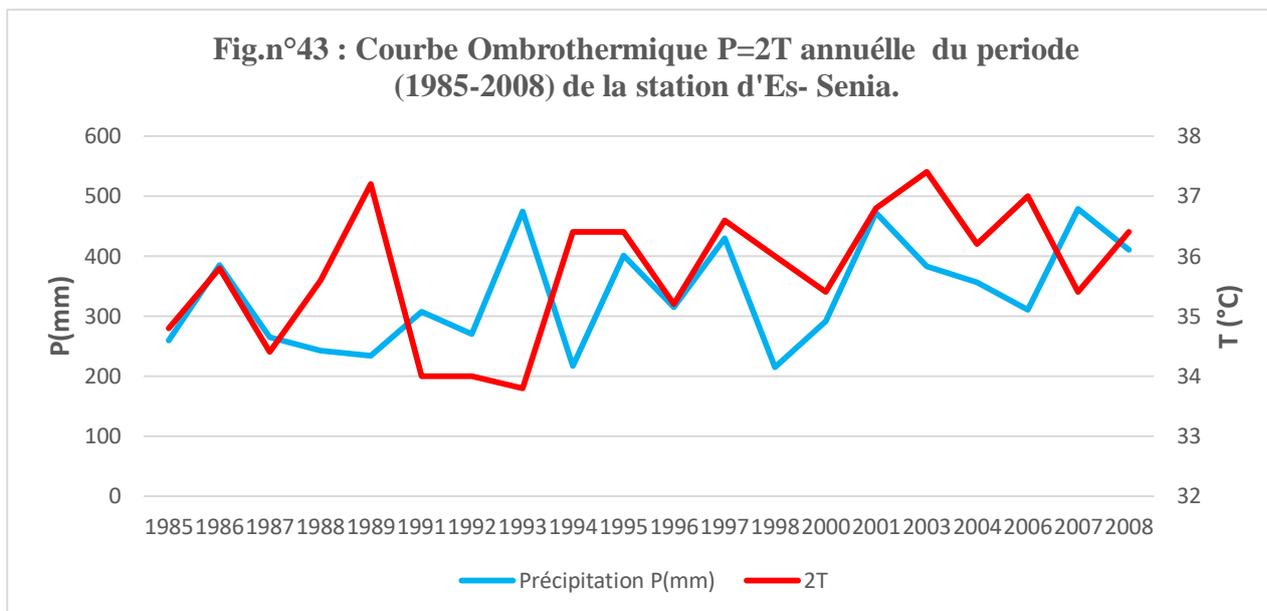
La comparaison des deux diagrammes pour la période ancienne et récente ont relevées une augmentation légère de la période de sécheresse et une diminution de la période humide mais qui aura des conséquences assez importantes la densité de la végétation.

Tableau n°09 : les moyennes des températures et précipitations annuelles du période 1985-2016 de la station d'Es Senia.

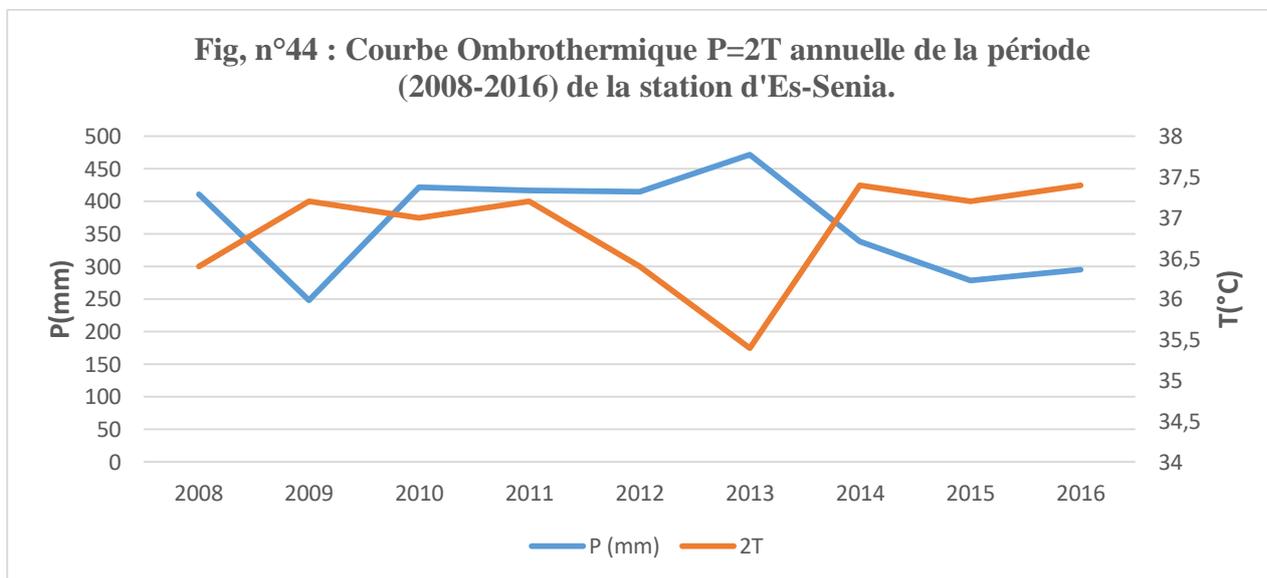
Années	Température T (°C)	Précipitation P (mm)	2T
1985	17,4	259,58	34,8
1986	17,2	385,6	35,8
1987	17,9	264,9	34,4
1988	17,8	242,07	35,6
1989	18,6	234,42	37,2
1991	17	307,09	34
1992	17	270,26	34
1993	16,9	474,25	33,8
1994	18,2	216,66	36,4
1995	18,2	400,62	36,4
1996	17,6	315,23	35,2
1997	18,3	429,28	36,6
1998	18	214,66	36
2000	17,7	291,32	35,4
2001	18,4	472,44	36,8
2003	18,7	383,07	37,4
2004	18,1	356,63	36,2
2006	18,5	310,9	37
2007	17,7	478,82	35,4
2008	18,2	410,98	36,4
2009	18,6	247,67	37,2
2010	18,5	422,18	37
2011	18,6	416,57	37,2
2012	18,2	415,27	36,4
2013	17,8	472,21	35,4
2014	18,7	338,34	37,4
2015	18,6	278,89	37,2
2016	18,7	294,88	37,4

Source : Seltzer

D'après ce tableau, relative aux données des températures et des précipitations annuelle pour la période 1985-2008, sachant qu'il y a des années qui ne sont pas dans le tableau et cela est dû au manque de données (1990,1999,2002,2005,20017 et 2018), on enregistre que l'année 2003 est une année sèche avec un maximum ($T_{\max}=18.7(c^{\circ})$), un minimum en 1993 ($T_{\min}=17.17(c^{\circ})$). Et d'après les précipitations on remarque que les années (1993,2001 et 2007) sont des années pluvieuses avec un volume de pluies très important, donc ce sont des périodes humide. Par contre les années sèches caractérisées par un volume de pluies légères, un minimum dans l'année 1994 (216.66 mm). (Fig. n°43).



D'après (la Fig. n°44) ; On remarque dans la période 2008-2016 une longue saison humide qui dure Cinque années (2008 et 2010-2013) avec un maximum de précipitation 472.21 mm, et une courte saison de sécheresse dure (2009, 2014, 2015, 2016), une température maximum $T_{max} = 18.7\text{ }^{\circ}\text{C}$.



III.7. Les précipitations et les températures de la station de Fergougue

Tableau n°10 : Les moyennes annuelles de températures du période 2008-2018 de la station de Fergougue.

Années	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Température T(c°)	18,33	18,26	18,34	18,2	17,97	17,17	18,17	18,35	18,34	19,18	17,83

Source : Seltzer

D'après ce tableau, relative aux données de températures annuelle pour la période 2008-2018, on enregistre que l'année 2017 est une année sèche avec un maximum (T max=19.18(c°)), un minimum en 2013 (T min=17.17(c°)). (Fig. n°45).

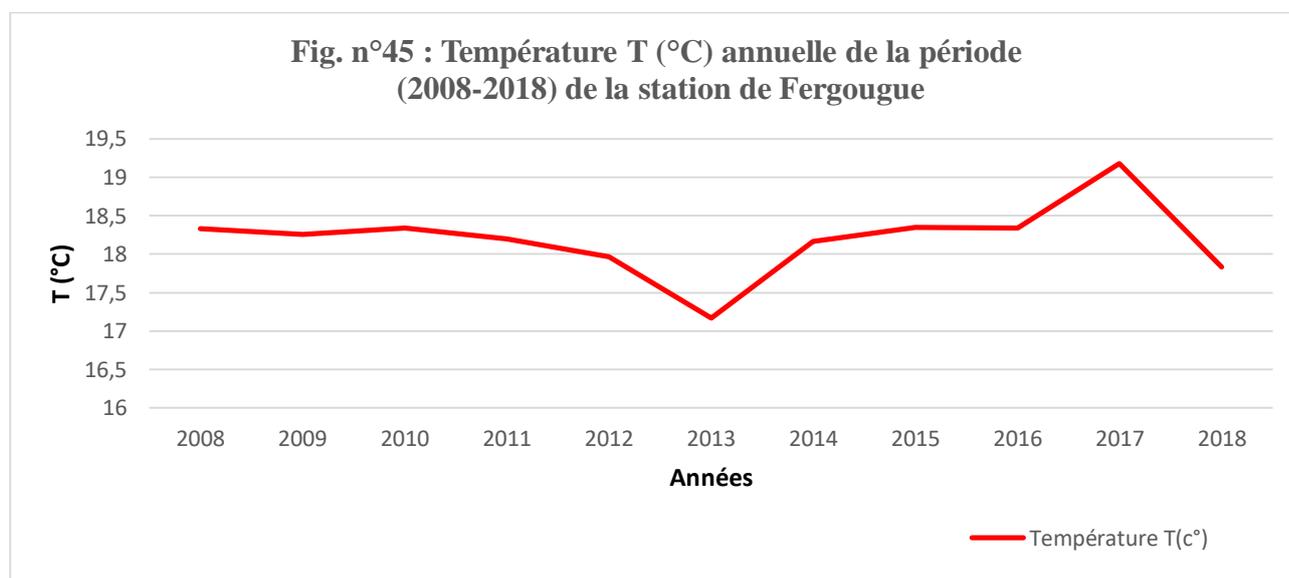


Tableau n° 11 : Les moyennes annuelles de précipitation du période 2008-2018 de la station de Fergougue.

Années	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Précipitation P (mm)	1012,7	372,8	443,9	433,3	435,2	582,8	431,5	355	412,8	169,2	504,8

Source : Seltzer

Selon les résultats, relative aux données de précipitations pour la période 2008-2018, on peut déduire que l'année 2008 est une année pluvieuse car se caractérise par un volume de pluies maximum très important (1012,7 mm), alors que l'année sèche marquer en 2017 avec un faible volume de pluies (169,2 mm). (Fig. n°46).

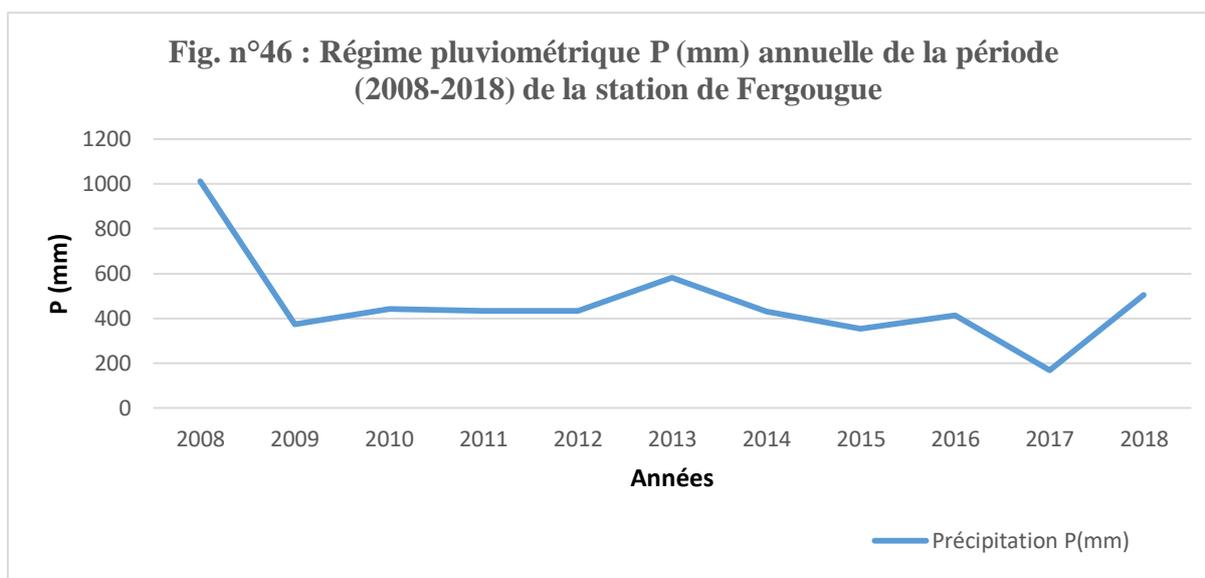


Tableau n° 12 : Les moyennes mensuelles de température du période 2008-2018 de la station de Fergougue.

Mois	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
Température T (°C)	10,27	10,02	12,58	15,69	19,33	24,12	28,08	28,32	23,87	19,86	13,83	10

Source : Seltzer

D'après ce tableau, relatives aux données moyennes mensuelles de température pendant la période 2008-2018, on remarque un maximum au juillet et Août d'une valeur (28,08° et 28,32°), un minimum au mois de décembre 10°). (Fig. n°47).

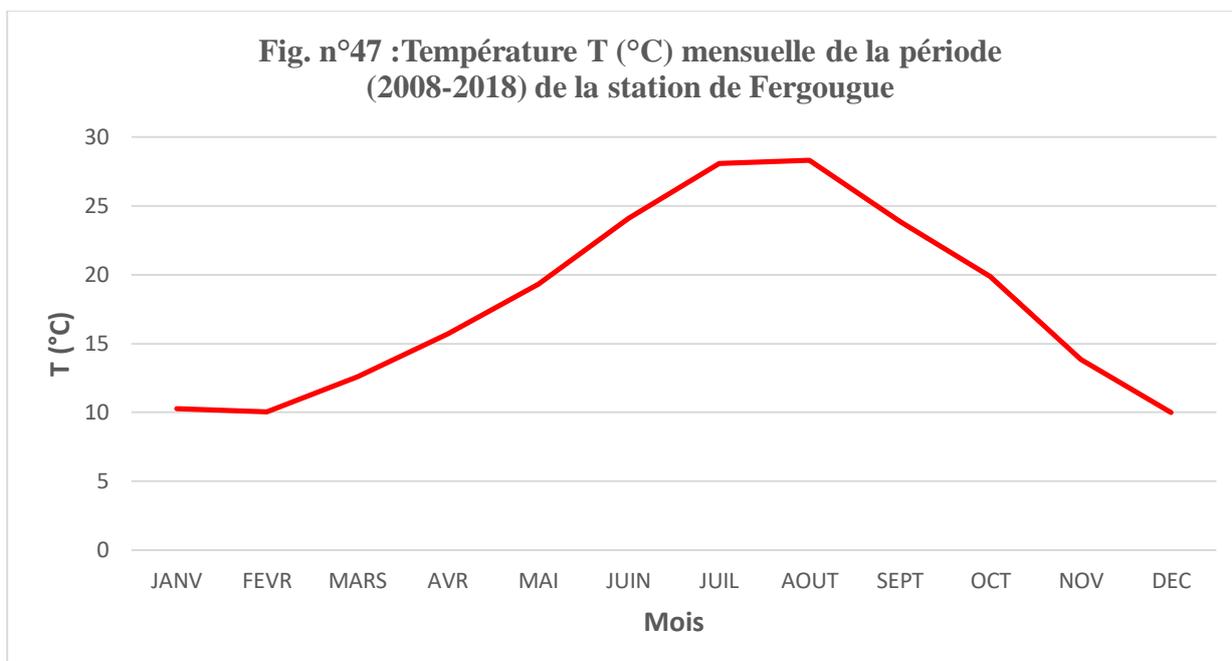
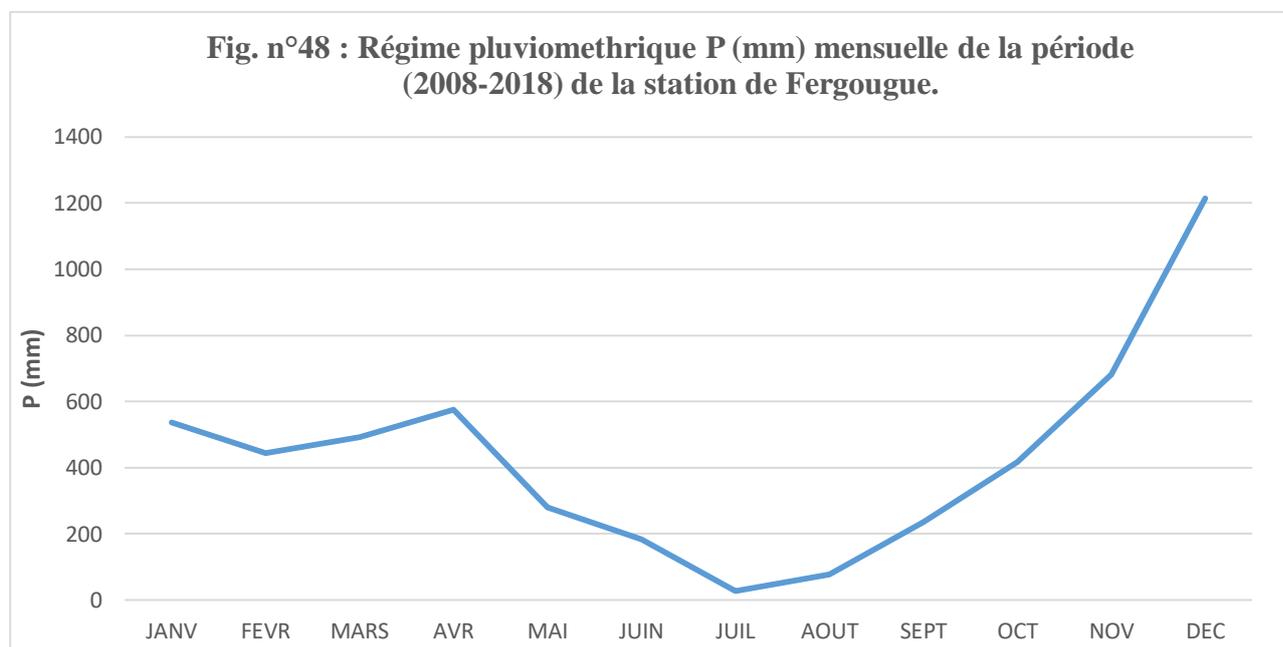


Tableau n°13 : Régime pluviométrique mensuelles de précipitation de la période 2008-2018 de la station de Fergougue.

Mois	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
Précipitation P (mm)	537,2	443,4	493,01	575,4	279,7	183	28	78,1	236,2	416,7	682,09	1214,9

Source : Seltzer

Selon les résultats de ce tableau, on peut déduire que la saison pluvieuse se caractérise par un volume de pluies très important dans une période courte qui sont les deux mois (novembre de 682,09 mm et décembre de 1214,9 mm), alors que la saison sèche marquer par une longue durée avec un faible volume de pluies. (Fig. n°48).

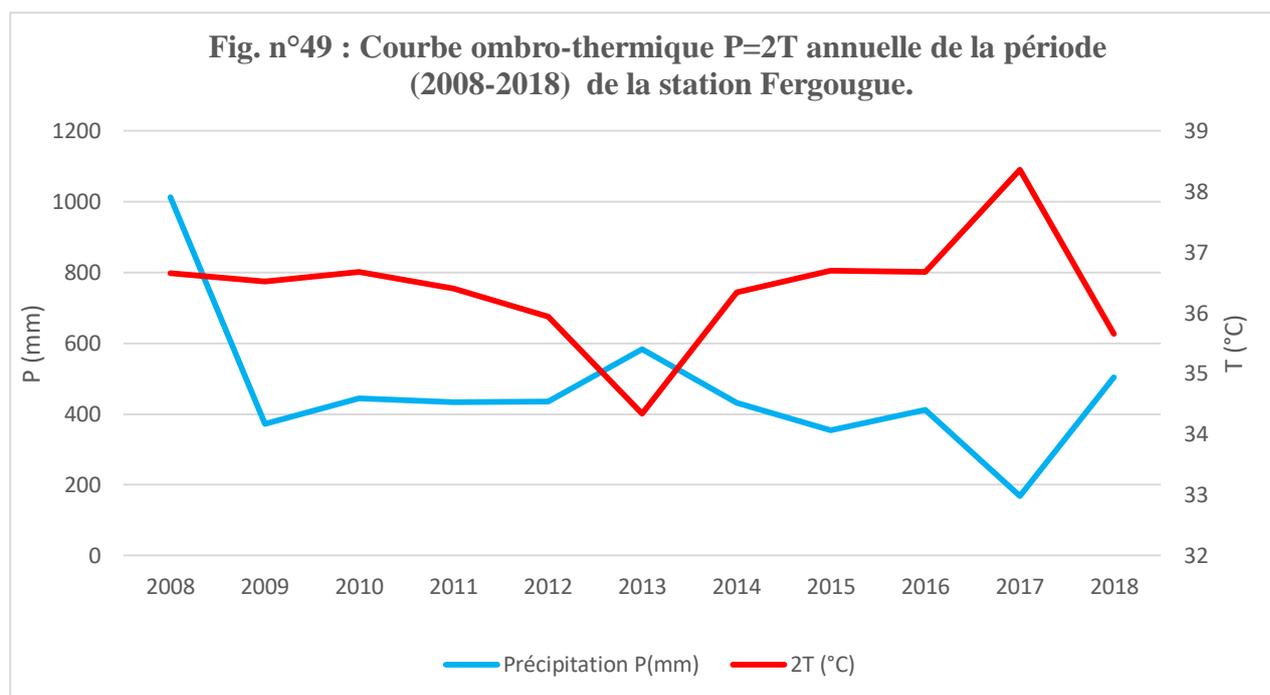


III.7.1. Les diagramme Ombrothermique de la station de Fergougue

Tableau n°14 : Diagramme Ombrothermique annuelle du période 2008-2018 de la station de Fergougue.

Années	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Température T (°c)	18,33	18,26	18,34	18,2	17,97	17,17	18,17	18,35	18,34	19,18	17,83
2T (°c)	36,66	36,52	36,68	36,4	35,94	34,34	36,34	36,7	36,68	38,36	35,66
Précipitation P (mm)	1012,7	372,8	443,9	433,3	435,2	582,8	431,5	355	412,8	169,2	504,8

Source : Seltzer



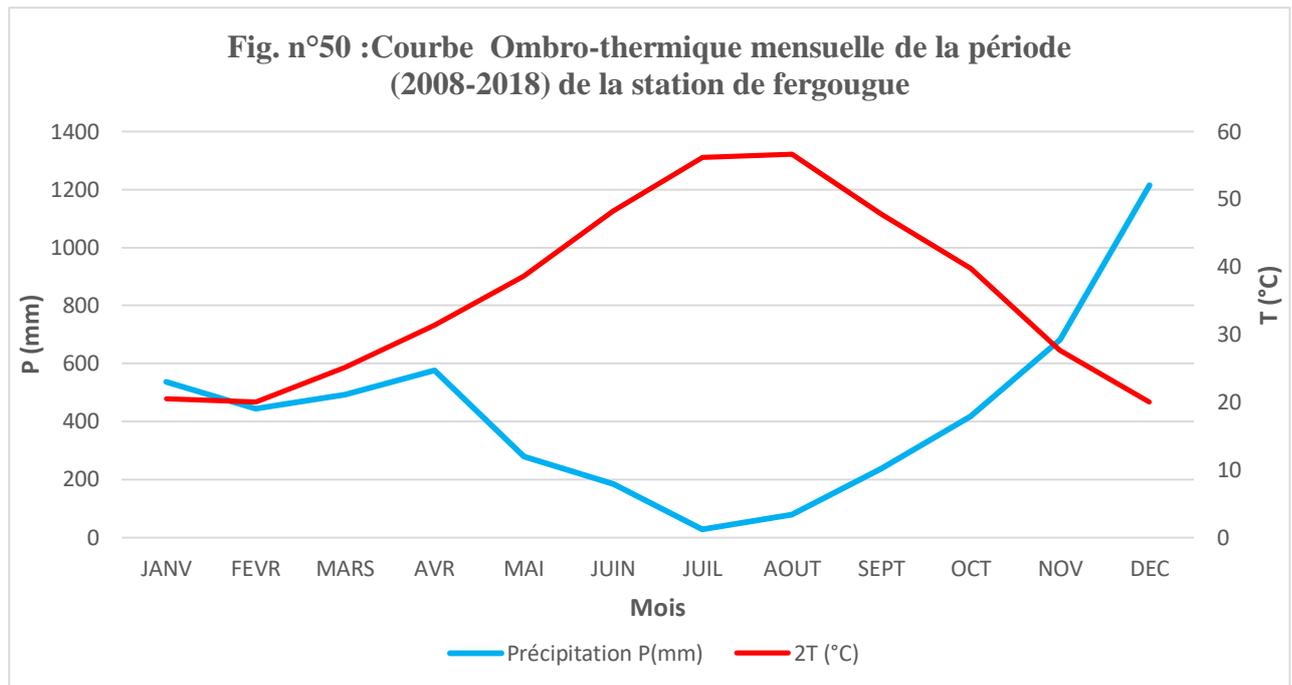
Selon les résultats de tableau n°12 on a la courbe Ombrothermique annuelle de la période 2008-2018 (Fig. n°49).

Montre une saison humide courte dure deux années (2008,2013) et une longue saison sèche qui dure neuf années de 2009 à 2012 et de 2014 à 2018.

Tableau n° 15 : Diagramme Ombrothermique mensuelle du période 2008-2018 de la station de Fergougue.

Mois	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
2T (°C)	20,54	20,04	25,16	31,38	38,66	48,24	56,16	56,64	47,74	39,72	27,66	20
Précipitation P (mm)	537,2	443,4	493,01	575,4	279,7	183	28	78,1	236,2	416,7	682,09	1214,9

Source : Seltzer



D'après les résultats de tableau n°15 et de figure n°50, on a la courbe Ombrothermique mensuelle de la période 2008-2018 qui expérimente une saison humide courte dure trois mois de Novembre à Janvier, alors qu'une longue période sèche qui s'étale du mois de Février jusqu'à Octobre soit une période de neuf mois avec un maximum de température en mois de Juillet et Août. (Fig. n°50).

III.8. La comparaison entre les deux stations dans les deux périodes :

D'après les données relative de Seltzer et l'ONM, les diagrammes Ombrothermiques annuelles qui sont dans la période de 1985 jusqu'à 2018, montre clairement :

A- Les périodes sèches :

1-La station d'Es-Senia : ce caractérisé par une longue saison de sécheresse qui a représenté les années suivantes : 1985, (1987-1990), (1994-2006) et l'année 2008.

2- La station de Fergougue : (2009-2012) et (2014-2018).

B- Les périodes humides :

1-La station d'Es-Senia : l'année 1986,2007 et de 1991 jusqu'à 1993.

2- La station de Fergougue : est caractérisé par une pluviométrie faible qui dure deux années (2008 et 2013) donc une courte saison humide dans la période (2008-2018).

Conclusion

Vu les changements climatiques dans la région des monts de Touakes et Sidi Ali Cherif et la région de Dj. Aoud Sma, dans la période 2008-2016, on constate que les années de sécheresse dans la station de Fergougue sont de 7ans sont plus important que la station d'Es Senia qui marque seulement 4ans. Par contre la station d'Es Senia dans cette période est plus pluvieuse (4ans) que la station de Fergougue qui est de 2ans.

En fin, d'après la comparaison des deux diagrammes Ombrotermiques annuelle pour les deux stations météorologiques à travers l'analyse de nos données climatiques, la région de deux monts des Ouled Ali (Touakes et Sidi Ali Cherif) est sèche, par contre Dj. Aoud Sma est caractérisé par un climat humide.

Conclusion générale

Les principales perspectives qui apparaissent à l'issue de cette étude concernent en particulier les changements du milieu naturel des monts des Ouled Ali. Les différents chapitres du travail ont étudié avec précision le statut anthropique, l'exploitation de carrière.

L'occupation du milieu naturel par les végétaux suit étroitement du cycle des saisons.

Les plantes annuelles, meurent chaque année en laissant des graines qui germeront au printemps suivant, exemple : le coquelicot. Les plantes vivaces, persistent tout au long de l'année, mais changent d'aspect, par exemple les arbres.

En effet, on a étudiée le climat de la région comme facteur explicatif du changement. Le climat subi un changement, et éventuellement, ce changement aura un impact sur chaque région. A ce propos, d'après les données météorologique de Seltzer et l'ONM, nous avons analysé et traité les données climatiques de deux stations professionnelles, Es-Senia et Fergougue. Le climat de la région des monts des Ouled Ali est caractérisé par une longue période sèche et une courte période humide. La comparaison entre les deux stations nous permettons avoir que Dj. Aoud Sma est caractérisé par un climat humide et l'espace ce qui contient Dj. Sidi Ali Cherif et Dj. Touakes est du climat sèche. Les années sèches de la station de Fergougue sont plus que la station d'Es-Senia, par contre la dernière station et plus pluvieuse que l'autre station dans la période de 2008 jusqu'à 2016, on constate que la station de Fergougue est caractérisé par un climat sèche. Et la station d'Es-Senia par un climat humide.

Cependant, la création d'une exploitation de carrière a des conséquences néfastes sur le milieu naturel des monts des Ouled Ali et représente un fardeau pour la réhabilitation de l'environnement. C'est pour cela dans notre étude on ces basée sur le traitement de quatre images satellite (LANDSAT) multi-dates 23/09/1987,25/09/1999,25/09/2011 et 11/03/2015 par des différents méthodes (ACP, ITS, NDVI, IB).

L'analyse en composante principale (ACP) nous a permis d'exprimé l'affleurement du sel et la dalle calcaire, et indique la présence de l'argile ce qu'on a des terrains de culture dans les monts des Ouled Ali.

L'intensité la teinte et la saturation (ITS) qui est très utilisée pour surveiller l'état du sol d'après les canaux proche infrarouge et infrarouge, exprime la profondeur du ravinement, des mouvements de masses, et un affleurement du substrat.

L'application de l'Indice de végétation normalisé (NDVI) dans l'espace de Djebel Aoud Sma montre les changements qu'a subis le couvert végétal, durant 28 ans. L'examen des quatre images montre clairement une régression du couvert végétal qui n'est pas dû aux conditions climatiques (l'année 2015 est pluvieuse par rapport à 1987) mais c'est l'impact de l'extension urbaine de la ville de Oggaz et de Sig et surtout l'exploitation de la carrière par LAFARGE. L'indice de brillance (IB) son but est de créer une animation de la dynamique de la végétation et de comparer l'évolution de la végétation pour l'ensemble de notre zone d'étude qui exprime la dominance de l'affleurement du calcaire dans la période 1987-2015, qui sont caractérisées par une extension de l'affleurement de la formation Calcaire et Argile.

En fin, des aménagements pour la remise en état doivent être définis pour ces versants, exposés aux mouvements de masses dues à l'exploitation de carrière. Un réaménagement biologique doit être entrepris par LAFARGE, afin de préserver la fréquentation et la visibilité des flancs des versants exploités et ceci pour éviter l'isolement de ce milieu naturel.

La surface importante du changement régressif dans les versants des Monts de Ouled Ali implique une remise en état qui doit viser le retour à l'équilibre de l'écosystème, en tenant compte du climat, de la nature du substrat minéral et de la nouvelle topographie. D'après Kherratia

Références Bibliographiques

- **BACHIR BELMAHDI F.** Etude comparative de deux versants des Beni-Chougrane (versant à exposition nord de Djebel Aoud Sma, en bordure la plaine de la Macta et versant à exposition Sud de Sidi Ali Cherif). 134 P.
- **BACHIR BELMAHDI F.** LASGAA M, COURINE B, HASNI K (05 Décembre 2018) : Détection des changements d'un milieu naturel par l'imagerie optique landsat dans les régions Semi-Arides : cas de Djebel Aoud Asma (Monts de Ouled Ali, Sig, wilaya de Mascara, Algérie).
- **BAGNOUALS F, GAUSSEN H., 1954 :** Saison sèche et indice xéothermique, Bull Soc. Hist. Nat. Toulouse, pp 193-239.
- **BESSEGARI. A,** 2016.- diagnostic de la vulnérabilité et actions d'adaptation face aux inondations et projection en contexte de changement climatique, cas de l'oued Mekerra (NW Algérie), 97 p.
- **ESCOURROU. G,** 1981.- Climat et environnement : les facteurs locaux du climat – paris : Masson, 182 p.
- **Kherratia. S,** 2012.- Etude d'Impact sur l'Environnement Etude De Cas du Carrière et Cimenterie à Ain CHEGGAG. Mémoire de Master en Sciences et Techniques, Université de ben Mssik, Maroc, 83p.
- **MERCHOUGA A.** (2018) : Evolution des écosystèmes aquatiques par l'indicateur de l'avifaune, Le cas des deux zones humides ; saline d'Arzew et le lac Télamine. 102 P.
- **MERCHOUGA A. et GUETTAF F. ,2010 :** Cartographie dynamique des zones humides étude de cas : Les salines d'Arzew et le lac Télamine, Mémoire d'Ingéniorat, université d'Es-Senia d'Oran.
- **REMIL R.** 2006 : utilisation de l'imagerie satellitaires et des SIG dans l'analyse phytoécologique et l'aménagement, application à la région de Beni Chougrane. Mémoire Magister, option Eco-biologie. Institut de biologie. Université de Mustapha Stambouli de Mascara, Algérie 167 P.
- **SELTZER P. ,**1946 : Le climat de l'Algérie, Alger : Carbonel, 219 P.
- **Segovia-Kueny. S,** 2009.- Enjeux du changement climatique- la plaine Saint-Denis : AFNOR, 289 p.
- **TABEAUD M.** 2012 : la climatologie générale, 128 P.

Références Bibliographiques

- **TINTHOIN T.** Les monts des Ouled Ali esquisse morphologique [article]. Annales de géographies, t. 46, n°262, 1937. P 374-389.
- **THOMAS G.** (1985) : géodynamique d'un bassin intra montagneux ; le bassin du bas Chélif occidentale (Algérie) durant le MOI-PLIO-QUATERNAIRE. Thèse de doctorat ; Es-sciences. Academic de BORDEAUX. 585 P.

Webographie

[http://fr.getamp.net/cartes/algeria/algeria \(général\)/aoud sma djebel](http://fr.getamp.net/cartes/algeria/algeria%20(g%C3%A9n%C3%A9ral)/aoud%20sma%20djabel) .

https://dcocitation.lemonde.fr/definition_lettre/15704/lacuste .

https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Globale_FR .

<http://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00957754> .

<https://www.futura-sciences.com/planete> .

<http://fr.tutempo.net/climat/algerie.html> .

<https://www.persee.fr/authority/241429> .

<file:///D:/HCT/article%20pdf.pdf> .

<http://www.armand-colin.com> .

[cms.geobretagne.fr](https://www.cms.geobretagne.fr)

fr.m.wikipedia.org

Liste des figures et des cartes

Fig. N°01 : carte de Localisation géographique des monts des Ouled Ali.....	page04
Fig. N°02 : Carte de réseaux hydrique des monts des Ouled Ali	page06
Fig. N°03 : Carte d'élévation des monts des Ouled Ali.....	page07
Fig. N°04 : Carte des pentes des monts des Ouled Ali	page07
Fig. N°05 : Carte des expositions des monts des Ouled Ali	page08
Fig. N°06 : Carte des substances utiles de la wilaya de Mascara-29-.....	page09
Fig. N°07 : Fig. n°07 : carte du Miocène post-nappe dans les monts des Ouled Ali (d'après G. Tomas, 1985)	page12
Fig. N°08 : Coupes NNO/SSE dans la région des monts des Ouled Ali	page15
Fig. N°09 : Coupes NNO/SSE des monts des Ouled Ali	page17
Fig. N°10 : Coupes NNO/SSE des monts des Ouled Ali	page18
Fig. N°11 : Schema structurale des monts des Ouled Ali (d'après G.Thomas, 1985)...	page 12
Fig. N°12 : Carte de composition colorée de la région des monts des Ouled Ali Les canaux 7-4-2 de 23/09/1987.....	page24
Fig. N°13 : Carte de composition colorée de la région des monts des Ouled Ali les canaux 7-4-2 de 25/09/1999.....	page24
Fig. N°14 : Composition colorée de la région des monts des Ouled Ali les canaux 7-4-2 de 25/09/2011	page25
Fig. N°15 : Carte de composition colorée de la région des monts des Ouled Ali Les canaux 7-4-2 de 11/03/2015.....	page25
Fig. N°16 : Carte de composition colorée de l'analyse en composantes principales (ACP) appliquée sur l'image MSS le 23/09/1987.....	page29

Fig. N°17 : Carte de composition colorée de l'analyse en composantes principales (ACP) appliquée sur l'image TM le 25/09/1999.....	page29
Fig. N°18 : Carte de composition colorée de l'analyse en composantes principales (ACP) appliquée sur l'image ETM+ le 25/09/2011.....	page30
Fig. N°19 : Carte de composition colorée de l'analyse en composantes principales (ACP) appliquée sur l'image ETM+ le 11/03/2015.....	page30
Fig. N°20 : Présentation perceptible de l'espace teinte, luminance et saturation (Teinte : angle luminance : axe vertical, saturation : module...)	page31
Fig. N°21 : Carte de composition colorée des canaux : intensité (I), teinte (T) et saturation appliquée sur l'image MSS le 25/09/1987.....	page32
Fig. N°22 : Carte de composition colorée des canaux : intensité (I), teinte (T) et saturation appliquée sur l'image TM 25/09/1999.....	page32
Fig. N°23 : Carte de composition colorée des canaux : intensité (I), teinte (T) et saturation appliquée sur l'image ETM+ le 25/09/2011.....	page33
Fig. N°24 : Carte de composition colorée des canaux : intensité (I), teinte (T) et saturation appliquée sur l'image ETM+ le 11/03/2015.....	page33
Fig. N°25 : Carte de changement de l'espace entre 23/09/1987 et 25/09/2011.....	Page36
Fig. N°26 : Carte de changement de l'espace entre 23/09/1987 et 11/03/2015.....	page36
Fig. N°27 : Carte de changement de l'espace entre 25/09/1999 et 25/09/2011.....	page37
Fig. N°28 : Carte de changement de l'espace entre 25/09/1999 et 11/03/2015.....	page37
Fig. N°29 : Carte d'application de l'indice de Brillance de 23/09/1987.....	page38
Fig. N°30 : Carte d'application de l'indice de Brillance de 25/09/1999.....	page38
Fig. N°31 : Carte d'application de l'indice de Brillance de 25/09/2011.....	page39
Fig. N°32 : Carte d'application de l'indice de Brillance de 11/03/2015.....	page39
Fig. N°33 : les quatre photos qui expriment le changement de l'espace de Djebel Aoud Asma.....	page40

Fig. N°34 : Répartition des précipitations moyennes mensuelle d'Es-Senia	
(1913-1938)	page46
Fig. N°35 : Répartition des précipitations moyennes mensuelles d'Es-Senia	
(1988-2012)	page46
Fig. N°36 : Répartition des précipitations moyennes annuelles d'Es-Senia	
(1988-2012)	page48
Fig. N°37 : Régime des pluies en année humide d'Es-Senia	
(1995-1996)	page48
Fig. N°38 : Régime des pluies en année sèche d'Es-Senia	
(1991-1992)	page49
Fig. N°39 : Répartition des températures moyennes mensuelles d'Es-Senia du période	
Seltzer.....	page50
Fig. N°40 : Fig. n°40 : Répartition des températures moyennes mensuelles de	
D'Oran Es-Senia (1988-2012)	page52
Fig. N°41 : Diagramme Ombrothermique de la station d'Es-Senia du période	
(1913-1938)	page53
Fig. N°42 : Diagramme Ombrothermique de la station d'Es-Senia du période	
(1988-2012)	page53
Fig. N°43 : Courbe Ombrothermique P=2T annuelle du période	
(1985-2008) de la station d'Es-Senia.....	page55

Fig. N°44 : Courbe Ombrothermique P=2T annuelle de la période (2008-2016) de la station d'Es-Senia.....	page55
Fig. N°45 : Température T (°C) annuelle de la période (2008-2018) de la station de Fergougue.....	page56
Fig. N°46 : Régime pluviométrique P (mm) annuelle de la période (2008-2018) de la station de Fergougue.....	page57
Fig. N°47 : Température T (°C) mensuelle de la période (2008-2018) de la station de Fergougue.....	page57
Fig. N°48 : Régime pluviométrique P (mm) mensuelle de la période (2008-2018) de la station de Fergougue.....	page58
Fig. N°49 : Courbe Ombro-thermique P=2T annuelle de la période (2008-2018) de la station Fergougue.....	page59
Fig. N°50 : Courbe Ombro-thermique mensuelle de la période (2008-2018) de la station de Fergougue.....	page60

Liste des tableaux

Tableau n° 01 : Statistiques de L'NDVI de Djebel Aoud Asma en 1999 et 2015.....	page35
Tableau n°02 : localisation géographique de La station d'Es-Senia.....	page42
Tableau n° 03 : Localisation géographique de la station de Fergougue.....	page42
Tableau n° 04 : Les moyennes annuelles et mensuelles de pluies et des températures pour la période 1913-1938 données de Seltzer.....	page44
Tableau n° 05 : Les moyennes annuelles et mensuelles de pluies et des températures pour la période 1988-2012 de la station Oran Es-Senia.....	page45
Tableau n° 06 : Données pluviométriques pour la période 1988-2012 de la station d'Oran Es-Senia.....	page47
Tableau n° 07 : Les moyennes de températures de la période 1913-1938, donnée Seltzer.....	page50
Tableau n° 08 : Les moyennes de températures de la période 1988-2012 de la station d'Oran Es-Senia.....	page51
Tableau n° 09 : les moyennes des températures et précipitations annuelles du période 1985-2016 de la station d'Es Senia.....	page54
Tableau n°10 : Les moyennes annuelles de températures du période 2008-2018 de la station de Fergougue.....	page56
Tableau n° 11 : Les moyennes annuelles de précipitation du période 2008-2018 de la station de Fergougue.....	page56

Tableau n° 12 : Les moyennes mensuelles de température du période 2008-2018 de la station de Fergougue.....page57

Tableau n°13 : Régime pluviométrique mensuelles de précipitation de la période 2008-2018 de la station de Fergougue.....page58

Tableau n°14 : Diagramme Ombrothermique annuelle du période 2008-2018 de la station de Fergougue.....page58

Tableau n° 15 : Diagramme Ombrothermique mensuelle du période 2008-2018 de la station de Fergougue.....page59