

N° d'ordre : /DSTU/2020



MEMOIRE

Présenté

à

L'UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Pour obtenir

LE DIPLÔME DE MASTER PROFESSIONNEL

Spécialité

Géo-Ressources

par

Abdessalam LAOUFI

APPORT DE LA TELEDETECTION ET DES SIG POUR LA CARTOGRAPHIE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE. CAS DU BASSIN VERSANT D'ISSER (ALGERIE NORD OCCIDENTALE)

Soutenu le 30 septembre 2020 devant les membres du jury :

Salamet MAHBOUBI, MC (B), Univ. Tlemcen
Kamar Eddine BENSEFIA, MA (A), Univ. Tlemcen
Lahsen Wahib KEBIR, MR (A), ASAL
Lamia MAHI-YEBDERI, MA (A), Univ. Tlemcen

Président
Encadreur
Co-encadreur
Examinateur

DIDICACES

C'est en 2020, malgré les conditions difficiles que le monde a connues en raison de la pandémie Covid-19, ce travail modeste a été accompli.

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents, pour leurs soutiens et encouragements pendant toutes ces années d'études ...

Mes frères et sœurs ...

Mes amis ...

Ma grande famille ...

LAOUFI Abdessalam

La science est toujours utile, on ne perd pas le temps employé à l'acquérir.

Proverbe chinois.

TABLE DES MATIERES

AVANT PROPOS

RÉSUMÉ

ABSTRACT

	P.
INTRODUCTION	1
I. PRÉSENTATION GÉNÉRALE	1
II. OBJECTIFS	1
III. DONNÉES UTILISÉES ET MÉTHODOLOGIE	2
A. Données utilisées	2
1. Données satellitaires	2
2. Données géo-scientifiques	3
B. Méthodologie	3
1. Outils	3
1.1. ENVI	3
1.2. QGIS	4
2. Méthodes	5
2.1. Traitements par les logiciels	5
2.2. Adaptation des résultats	6
<i>Premier chapitre : CADRE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE</i>	7
I. GÉNÉRALITÉS GÉOGRAPHIQUES ET GÉOLOGIQUES	7
A. Cadre régional	7
1. Situation géographique du bassin versant de la Tafna	7
2. Contexte géologique du bassin versant de la Tafna	8
2.1. Au plan structural et paléogéographique	8
2.2. Au plan lithostratigraphique	9
B. Cadre local	13
1. Situation géographique du bassin versant d'Oued Isser	13
2. Contexte hydrographie du bassin versant d'Oued Isser	14
3. Orographie du bassin versant d'Oued Isser	14
4. Contexte géologique du bassin versant d'Oued Isser	14
4.1. Au plan structural	14
4.2. Au plan lithostratigraphique	15
II. NOTIONS DE BASE SUR LA TÉLÉDÉTECTION ET LES SIG	17

A. Généralités sur la télédétection	17
1. Définition	17
2. Principes de base de la télédétection	17
2.1. Rayonnement et spectre électromagnétique	17
2.2. Signature spectrale	18
3. Processus de la télédétection	19
4. Caractéristiques du capteur Landsat 8 ETM+	20
5. Application de la télédétection en géologie	20
B. Systèmes d'Information Géographique (SIG)	21
1. Définition	21
2. Composantes des SIG	21
3. Mode de présentation des données géographique	21
3.1. Mode Raster	22
3.2. Mode Vecteur	22
 <i>Deuxième chapitre : APPLICATION</i>	 23
 I. TRAITEMENT D'IMAGERIE LANDSAT	 23
A. Méthodes standards	23
1. Composition colorée	23
2. Analyse en composante principale classique	25
B. Méthodes spécifiques	27
1. Analyse en composante principale sélective	27
2. Transformation RVB-ITS	29
3. Rapports des bandes (Bands ratios)	29
4. Filtres	30
 II. ELABORATION DU SIG	 31
A. Modèle numérique de terrain	32
B. Géométrie du bassin versant	32
1. Forme du bassin versant	32
1.1. Indice de compacité (indice de Gravelius)	32
1.2. Rectangle équivalent	32
2. Etude des reliefs	33
2.1. Courbe hypsométrique	33
2.2. Altitudes caractéristiques	33
2.3. Indice de pente	33
C. Géométrie du réseau hydrographique du bassin versant	33
1. Classification par ordres (classification de Strahler)	33
2. Fréquence des cours d'eau	34
3. Rapport de confluence	34
 <i>Troisième chapitre : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS</i>	 35
 I. CARTOGRAPHIE DES FACIES	 35
 II. TRAITEMENTS DES FRACTURES	 36
A. Cartographie des fractures	37
B. Analyse globale des linéaments	39

III. CARTOGRAPHIE DU BASSIN VERSANT	41
A. Délimitation du bassin versant d'Oued Isser	41
B. Géométrie du bassin versant d'Oued Isser	41
1. Forme du bassin versant d'Oued Isser	41
1.1. Indice de compacité	41
1.2. Rectangle équivalent	42
2. Etude des reliefs du bassin versant d'Oued Isser	42
2.1. Courbe hypsométrique du bassin versant d'Oued Isser	42
2.2. Altitudes caractéristiques du bassin versant d'Oued Isser	44
2.3. Etude des pentes du bassin versant d'Oued Isser	45
C. Géométrie du réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Isser	46
1. Classification des talwegs (classification de Strahler)	47
2. Fréquence des cours d'eau	48
3. Rapport de confluence	48
 IV. CONCLUSION	 49
CONCLUSION GÉNÉRALE	50
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	51
LISTE DES FIGURES	53
LISTE DES TABLEAUX	55

AVANT-PROPOS

AVANT-PROPOS

Tout d'abord, je voudrais remercier mon dieu **ALLAH** tout puissant de m'avoir donné la volonté et le courage d'établir ce modeste travail.

Je tiens à remercier Monsieur **Kamar-Eddine BENSEFIA**, Maître Assistant (A) à l'Université Abou Bekr Belkaïd - Tlemcen et Monsieur **Lahsen Wahib KEBIR**, Chargé de Recherche en Télédétection au Centre des Techniques Spatiales - Arzew pour avoir accepté d'assurer la direction de ce travail en qualités respectives d'encadreur et de co-encadreur.

Mes remerciements vont à l'endroit de Madame **Salamet MAHBOUBI**, Maître de conférences (B) qui a accepté de présider le jury.

Un grand merci à Madame **Lamia MAHI-YEBDERI**, Maître Assistant (A) à l'Université Abou Bekr Belkaïd - Tlemcen pour bien vouloir juger ce travail et apporter son avis et ses critiques.

Une fois de plus, merci aux Dames **Lamia MAHI-YEBDERI** et **Salamet MAHBOUBI**, innombrables et inestimables sont les fois où elles m'ont aidé.

Je remercie également tous les enseignants du Master Géo-ressources Professionnel, dirigés par Monsieur **Abbas MAROK** pour tous ses conseils et son suivi pendant toute ma formation de Master.

Un merci particulier à Madame **Fatiha HADJI** pour ses nombreux encouragements et conseils.

Je dis merci aux Messieurs **Moulley Charaf CHABOU**, **Abdelkader OUALI MEHADJI**, **Lahcène BELKBIR** et **Karim NEMRA** pour m'avoir aidé chaque fois que j'en ai besoin.

Je voudrais remercier également ma famille et plus particulièrement à mes parents et toutes les personnes qui m'ont soutenu, qui m'ont conseillé ou qui se sont intéressées de près ou de loin à mes travaux.

Enfin, je ne peux finir cette page sans au moins de citer mes amis (es) de promotion 2020 pour leur soutien moral et leur sollicitude : **Abderrahmane BOUHASSINA**, **Baraa Yousra BENSNANE**, **Djilali BOUDERBA**, **Manel BEREKSI REGUIG**, **Med Amine BENMECHARNENE**, **Med Amine ZEMMIT**, **Nadine Lina KECHAR** et **Ousseina MODY**.

RÉSUMÉ

RÉSUMÉ

Dans le cadre de préciser les traits hydrogéologiques et d'apprécier les comportements hydrologiques dans le bassin versant d'Oued Isser, plusieurs techniques de traitement ont été effectués. A cet effet, nous avons utilisé les outils la télédétection et le Système d'Information Géographique (SIG).

Pour répondre aux objectifs souhaités, nous avons essayé d'une part de préciser les limites de faciès et les structures par les images Landsat 8 et d'autre part de caractériser la morphométrie du bassin versant par le QGIS.

Ainsi, les résultats obtenus nous ont permis de tracer les limites de faciès à partir de l'utilisation des traitements standards (composition colorée, ACP classique) et spécifiques (ACP sélective, rapports des bandes,...) et de quantifier les structures (Filtres directionnels, SPO,...). Une carte géologique détaillée du bassin combiner aux structures est proposée.

Enfin, la cartographie du bassin versant obtenue grâce au SIG montre que ce bassin a une morphologie allongée, caractérisé par des reliefs forts et des pentes variantes, avec un réseau hydrographique dense de forme générale dendritique.

Mots clés : Bassin versant d'Oued Isser, télédétection, SIG, faciès, structures, morphométrie.

ABSTRACT

ABSTRACT

In order to specify hydrogeological traits and of assess hydrological behaviours in the Oued Isser watershed, several treatment techniques were performed. To this end, we used the remote sensing tools and Geographic Information System (GIS).

To meet the desired objectives, we tried on the one hand to specify the boundaries of facies and structures by the Landsat 8 images and on the other hand to characterize the morphometric of the watershed through QGIS.

Thus, the result obtained allowed us to trace the boundaries of facies from the use of standard treatments (colored composition, classical ACP) and specific (selective ACP, Band ratios ...) and to quantify the structures (directional filters, SPO ...). A detailed hydrogeological map of the basin combining with the structures is proposed.

Finally, the cartography of the watershed obtained through the GIS shows that this basin has an elongated morphology characterized by strong reliefs and varying slopes, with a dense hydrographic network of generally dendritic shape.

Keywords: Oued Isser watershed, remote sensing, GIS, facies, structures, morphometric.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

I. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Actuellement, la demande en eau augmente en raison de diverses considérations sociales et économiques, qui nécessitent une valorisation quantitative et qualitative du potentiel hydraulique.

Le développement et la protection des ressources en eau sont devenus un impératif, ce qui nécessite une évaluation des paramètres qui jouent un rôle majeur dans l'écoulement des eaux superficielles et souterraines, ces paramètres englobent les caractéristiques géologiques, géomorphologiques et hydrologiques, dont nous nous intéresserons, dans la présente étude.

A cet effet, l'élaboration des cartes géologiques est une étape capitale car elle aboutit à la réalisation d'un document représentant au mieux la situation réelle d'un terrain.

Dans cette étude, nous avons choisi le bassin versant d'Oued Isser, afin de préciser l'étendue des formations aquifères et d'apprécier les mécanismes de ruissellement. A cet égard, l'utilisation de données de télédétection spatiale et du SIG peut constituer une source d'information très intéressante.

La télédétection offre, dans ce type d'application, une identification de différents faciès et structures, qui permettra de réaliser des cartes géologiques pour de grandes étendues avec une bonne précision et donc nous aboutir à définir les caractéristiques hydrogéologiques.

Le Système d'Information Géographique (SIG), nous a permis d'étudier des caractéristiques morphologiques du bassin versant pour comprendre le comportement hydrologique.

II. OBJECTIFS

Le présent travail a pour objectif d'effectuer une étude structurale, hydrogéologique et hydrologique dans le bassin versant d'Oued Isser (Tafna, NW Algérie), par l'utilisation de la télédétection et du SIG. De ce fait, les objectifs spécifiques de ce projet de recherche nous amènent à :

- établir une cartographie du bassin par des images Landsat 8, afin de ressortir les faciès puis la carte de répartition des aquifères en surface ;
- préciser le cadre structurale à l'échelle locale ;
- caractériser le contexte hydrologique du bassin (délimitation du bassin et son réseau hydrographique, calculs des différents paramètres, etc.), à partir d'une base de données par l'utilisation du SIG.

III. DONNÉES UTILISÉES, OUTILS ET MÉTHODES

A. Données utilisées

Afin de répondre aux objectifs souhaités, des données satellitaires et géo-scientifiques ont été utilisées.

1. Données satellitaires

Les images satellitaires restent pour le géologue un outil indispensable pour toutes les analyses (structurales, géologiques, hydrogéologiques, etc.). Nous avons utilisé pour la région étudiée la scène Landsat 8 ETM+ (Fig. 1) qui a été acquise le 29/06/2020 (Path : 198 ; Row : 36).

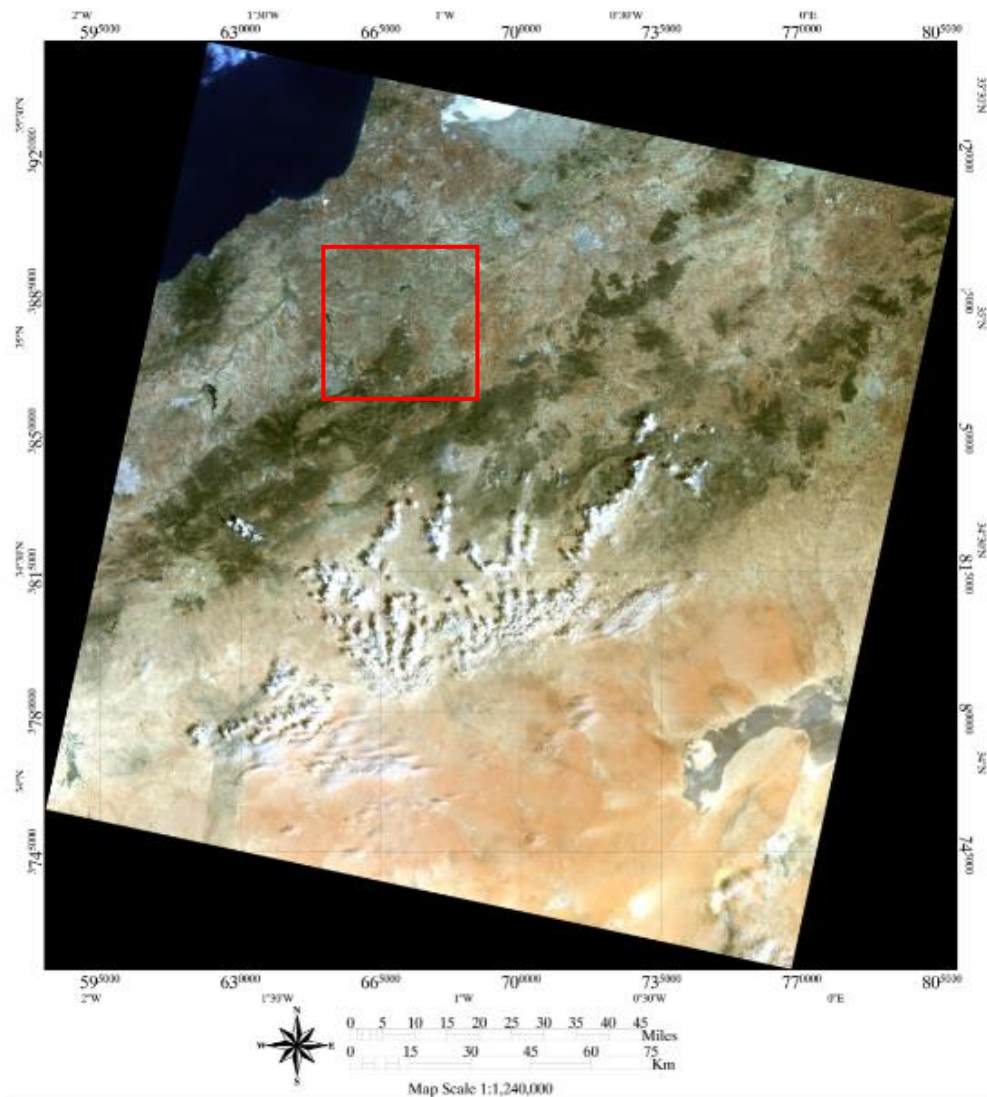


Figure 1 - Image satellite Landsat 8
(Le cadre rouge délimite la zone d'étude).

2. Données géo-scientifiques

Dans cette étude, les données géo-scientifiques sous formats numériques proviennent de la carte géologique au 1/500 000^{ème} de l'Oranie occidentale et la carte structurale des Monts de Tlemcen.

B. Outils et Méthodologie

1. Outils

Afin de réaliser cette étude nous avons fait usage de plusieurs logiciels (ENVI 4.5, QGIS 3.12, Geomatica 2015, SPO 2003 et Stereonet).

1.1. ENVI

C'est un logiciel commercial complet de visualisation et de traitements d'images de télédétection, il sert à traiter et interpréter les images satellites optiques et radars et à extraire les informations significatives afin de prendre les meilleures décisions (Fig. 2).

La version ENVI 4.5 est conçue d'une manière aidant l'utilisateur à accéder facilement à l'ensemble des fonctions.

L'ENVI se compose de 3 fenêtres d'affichage, structuré comme suit :

- la barre des menus : contient divers fonctions et option pour ENVI ;
- le viewer : c'est le domaine de visualisation des activités réalisées sur les images satellitaires, cette zone est divisée en 3 fenêtres (*Display*, le *Scroll* et le *Zoom*) ;
- le panneau latéral : onglet des options avancées pour les images ouvertes.

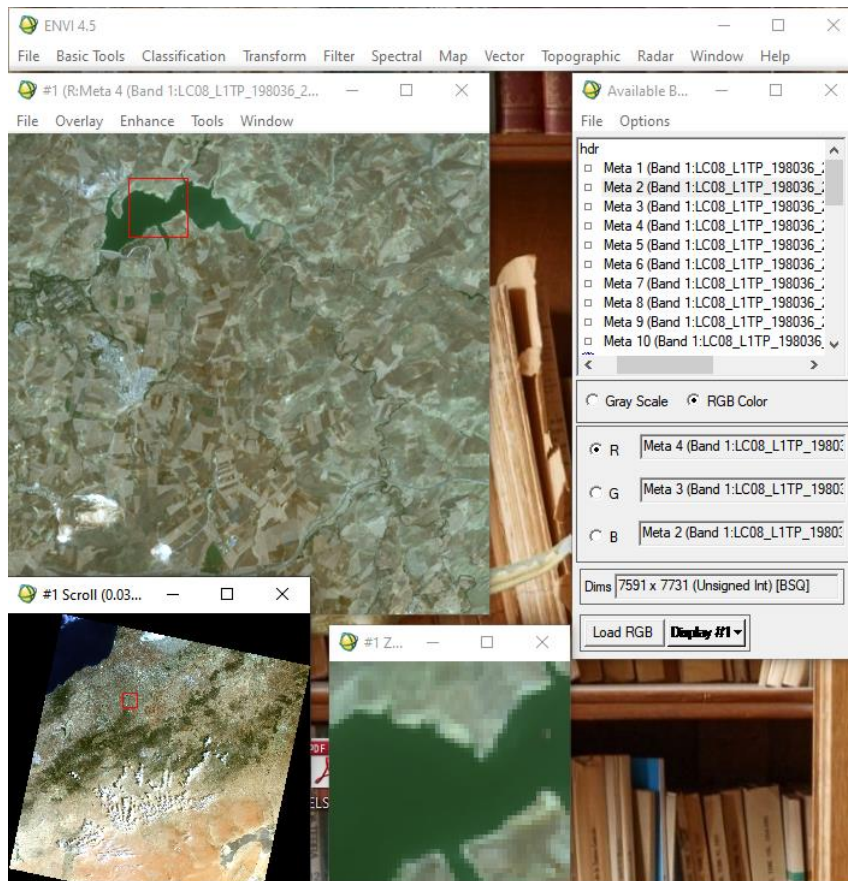


Figure 2 - Interface ENVI 4.5.

1.2. QGIS

Le Quantum GIS est l'un des meilleurs logiciels SIG open source gratuit (<https://www.qgis.org>), la version QGIS (3.12) propose une interface utilisateur qui permet une prise en main plus rapide, avec un accès simplifié aux menus et options, elle s'organise de la façon suivante (Fig. 3) :

- la barre des menus : pour accéder aux fonctionnalités de QGIS, située en haut de l'écran ;
- les barres d'outils : contenant des outils regroupés par famille de fonctionnalités. Chaque barre d'outils peut être déplacée selon les besoins ;
- les différentes fenêtres : parcourir, gestionnaire de couches, aperçu, etc. ;
- la barre d'état : donnant un certain nombre d'information relative à l'affichage de la carte et au projet en cours (coordonnées du curseur, système de coordonnées, échelle, ect.).

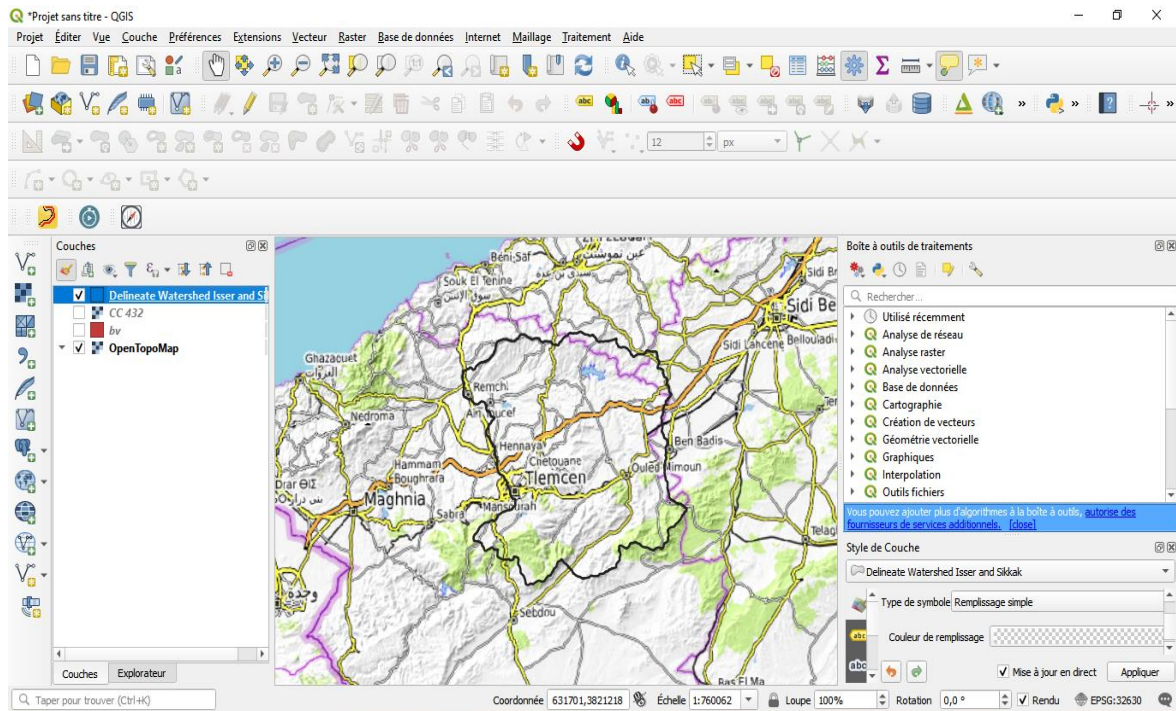


Figure 3 - Interface QGIS 3.12.

2. Méthodes

L'approche méthodologique utilisée pour répondre à nos objectifs consiste à réaliser de nombreuses analyses et traitements effectués en deux étapes principales :

2.1. Traitement par les logiciels

Tout d'abord, nous cartographions la région de manière précise à l'aide de l'ENVI à partir des données satellitaires. Dans cette optique, plusieurs étapes ont été exécutées, nous avons commencé à créer un fichier .hdr de la scène entière, sur ce dernier nous avons adapté des traitements de compositions colorées, les rapports de bandes, l'analyse en composantes principales (ACP) et les filtres directionnels.

Les compositions colorées et les bandes ratios rehaussent le contraste afin de distinguer les faciès et les contours lithologiques.

Les filtres directionnels, sont traités par ENVI et Geomatica pour extraire les linéaments, puis exporté vers SPO pour compter et orienter les linéaments. A partir de ces orientations et à l'aide de Stereonet nous avons pu réaliser la rosace directionnelle de ladite région.

Toutes les images ont été exportées vers QGIS afin de rétablir la carte des faciès et l'esquisse structurale.

Par ailleurs, l'étude hydrologique a été faite grâce au logiciel QGIS, où nous avons délimité le bassin versant pour déterminer les paramètres géomorphométriques (forme du bassin, pentes, calculs d'indices, etc.), ainsi qu'une délimitation et une classification du réseau hydrographique du bassin d'étude.

2.2. Adaptation des résultats

L'incertitude inhérente aux résultats obtenus par le traitement des images satellitaires et l'étude des paramètres hydrologique nous oblige à vérifier soit par le travail sur le terrain, ou par la comparaison, le contrôle et la validation avec les données géo-scientifiques et les études précédentes.

Premier chapitre : **CADRE GÉNÉRAL
DE L'ÉTUDE**

Premier chapitre : CADRE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE

I. GÉNÉRALITÉS GÉOGRAPHIQUES ET GÉOLOGIQUES

A. Cadre régional

1. Situation géographique du bassin versant de la Tafna

Faisant partie de l'Oranie (Algérie occidentale), le bassin versant de la Tafna s'étend sur une superficie de 7245 km² (non compris les affluents se trouvant au Maroc), ce bassin s'inscrit dans une position plus méridionale et bien individualisé par rapport au reste du Tell algérien (Dahmani *et al*, 2003).

Il est bordé par des massifs orographiques aux reliefs souvent élevés, les Monts de Tlemcen au Sud, les Monts des Traras et la chaîne du Tessala (qui se prolonge vers l'Ouest par les reliefs des Sebâa Chioukh) au Nord. La partie principale du bassin de la Tafna est constituée de grandes plaines dont les deux principales sont celles de Maghnia, à l'Ouest, et des Ghossels, à l'Est. L'Oued de la Tafna représente l'artère de ce bassin avec 170 km de long (Fig. 4).

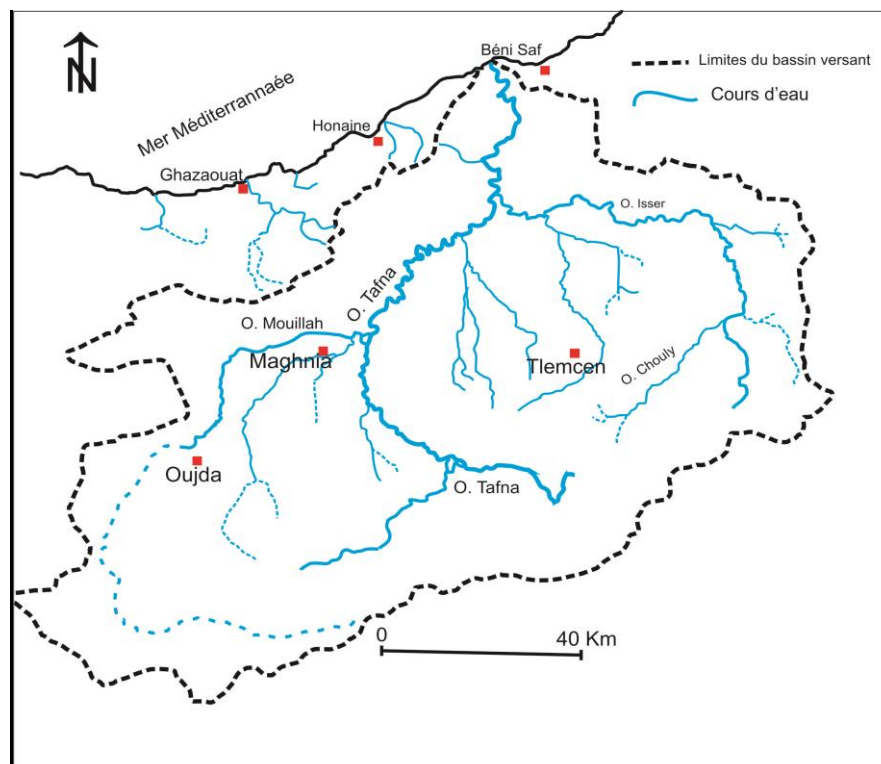


Figure 4 - Esquisse géographique du bassin versant de la Tafna et son réseau hydrographique (Dahmani *et al*, 2003, modifiée).

Sur le plan hydrographique, le bassin de la Tafna appartient à la région d'Oranie-Chott Cherguie, il est caractérisé par un réseau hydrographique considérable, représenté par l'Oued Tafna le second grand cours d'eau de l'Oranie et ses affluents dont le plus important c'est l'Oued Isser (Fig. 4) qui draine toute la bordure orientale du bassin. Le cours de la Tafna peut se subdiviser en trois parties : la Haute Tafna, la Moyenne Tafna et la Basse Tafna (Gentil, 1903).

La Tafna traverse la partie occidentale du bassin ; elle serpente en de nombreux méandres, s'abaissant environ d'un mètre par 150 m, soit suivant une pente de l'ordre de 6/1000 (Perrodon, 1957).

2. Contexte géologique du bassin versant de la Tafna

Le bassin de la Tafna a suscité l'intérêt de plusieurs chercheurs depuis le XIX^{ème} siècle (Gentil, 1903 ; Perrodon, 1957 ; Benest, 1985 ; Guardia, 1975 ; Aneur, 1999).

2.1. Au plan structural et paléogéographique

Globalement, la structure de l'Oranie est liée aux orogénèses varisques et alpines. Les bassins de l'Oranie occidental dessinent, en première approximation, des zones peu élevées par rapport aux chaînes secondaires plissées qui les encadrent (Perrodon, 1957), ils forment des sillons complexes suivant une direction WSW-ENE (Perrodon, 1957) (Fig. 5).

Le bassin de la Tafna est divisé en deux domaines paléogéographiques différents :

- alpin ou Tello-rifain dans les bandes montagneuses des Traras et de Sebâa Chioukh, orienté grossièrement Est-Ouest. Dans ce domaine, la dernière phase de tectogenèse paroxysmale s'étale sur presque tout le Miocène (Guardia, 1975) ;

- atlasique ou "tlemcénien" représenté par les Monts de Tlemcen et les Traras occidentaux (Guardia, 1975).

Guardia (1975) a montré que ce bassin est affecté par deux grands accidents transversaux :

- la transversale de Tafna-Magoura de direction SSW-NNE ;
- les décrochements des Monts de Tlemcen orientées également SSW-NNE.

D'après Perrodon (1957) le bassin de la Tafna est caractérisé par deux zones principales. D'une part, le domaine plissé qui correspond en gros à la chaîne des Sebâa-Chioukh et à son prolongement sur la rive gauche de la Tafna et d'autre part, le domaine tabulaire au Sud marqué essentiellement dans les Monts de Tlemcen et son prolongement occidental.

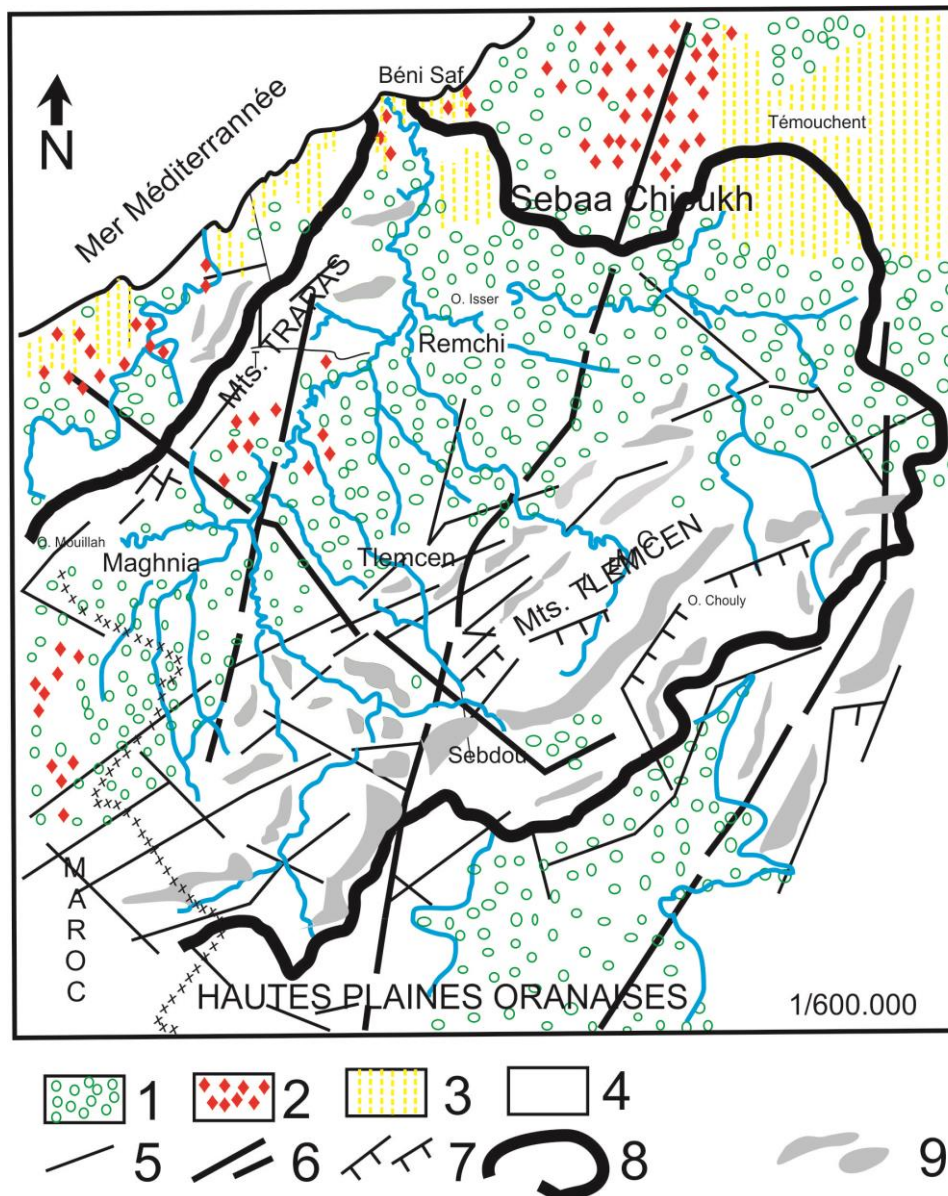


Figure 5 - Contexte structural du bassin de la Tafna
(d'après Remaoun, 2003, modifiée).

1- Terrains néogènes et quaternaires ; 2- terrains volcaniques mio-plio-quaternaire ; 3- formations alloctones synchro-nappes et post-nappes ; 4- terrains secondaires et primaires du domaine atlasique ; 5- grandes failles transversales ; 6- failles majeures ; 7- failles chevauchantes ; 8- limites du bassin versant de Tafna ; 9- principaux chaînons montagneux.

2.2. Au plan lithostratigraphique

Dominant les plaines d'âges mésozoïques et cénozoïques, le bassin de la Tafna s'est installé durant une période de l'occupation de la mer du Miocène inférieur dans toute la région de l'Oranie occidentale (Perrodon, 1957). Il se compose essentiellement de dépôts continentaux avec des matières détritiques accumulées dans les dépressions (Perrodon, 1957 ; Guardia, 1975) (Fig. 6).

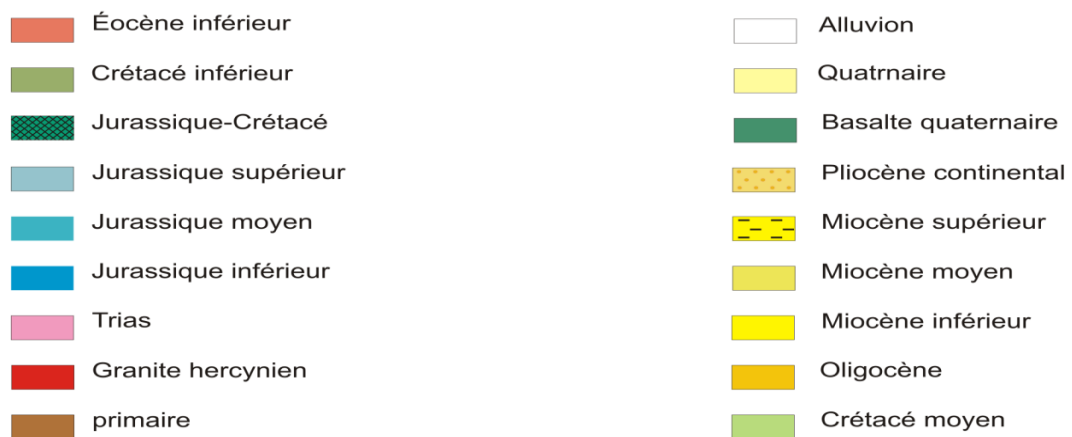
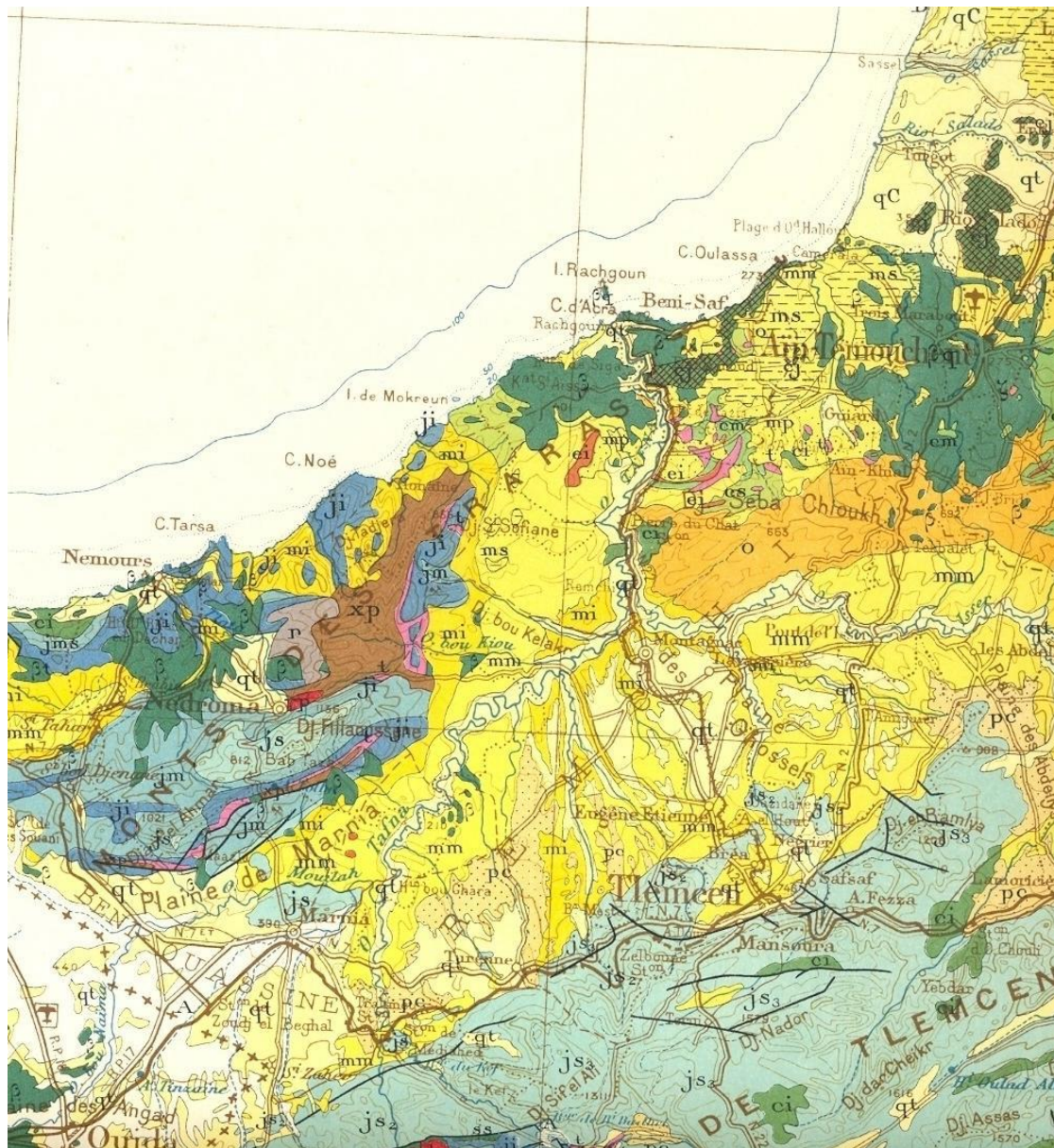


Figure 6 – Extrait de la carte géologique de l'Oranie au 500.000^{ème} (in Benzina, 2012).

A partir des travaux de plusieurs auteurs (Gentil, 1903 ; Perrodon, 1957, Guardia, 1975 ; Benest, 1985 ; Belkebir et *al.* ; 1996 et Marok, 1996) Nous pouvons résumer les plus grands traits lithostratigraphique du bassin de la Tafna. On y distingue, de bas en haut :

a. Mésozoïque

a.1. Le Trias

Les premiers dépôts mésozoïques de l'Algérie occidentale, souvent attribués au Trias (Marok, 1996). Les principaux pointements triasiques reconnus dans le bassin de la Tafna sont ceux d'Aïn Tellout et du bassin d'Oued Mouilah. Les dépôts du Trias sont représentés principalement par des argiles dolomitiques, parfois gypseuses salifères et des marnes bariolées. En outre, ils affleurent dans le secteur de Béni Saf et sont répartis entre la chaîne du Skouna et les Sebâa Chioukh, accompagnés par la présence des roches basaltiques souvent très altérées de couleur verte.

a.2. Le Jurassique et le Crétacé

D'après les affleurements des terrains en surface et les données des sondages en sub surface. Ces étages sont constitués essentiellement, par des bancs carbonatés épais. Tantôt, ils sont alternants avec des marnes. La figure 7 montre la succession stratigraphique de la série jurassico-crétacé.

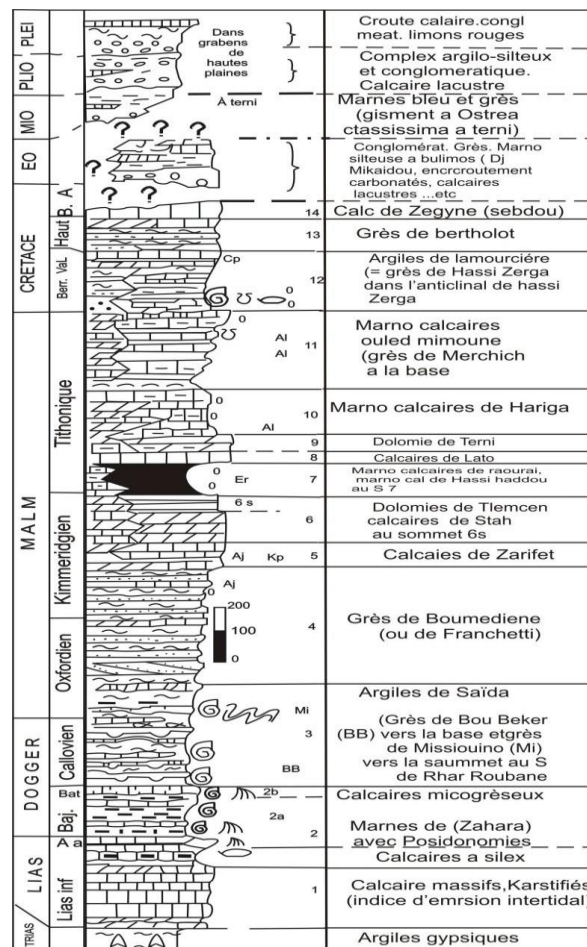


Figure 7 - Colonne lithostratigraphique type des Mont de Tlemcen (Benest, 1982).

b. Cénozoïque

b.1. Le Miocène

Perrodon (1957) a démontré que le Miocène forme un cycle sédimentaire complet dans les bassins sublittoraux de l'Algérie occidentale et qui se divise en deux ensembles d'âge miocène inférieur et miocène supérieur. Cependant, Guardia (1975) l'a défini qu'il s'agissait de terrains synchro-nappes et d'autres post-nappes.

b.1.1. Miocène inférieur et moyen synchro-nappes

Dans de très nombreuses localités du bassin de la Tafna l'on trouve des témoins de Miocène inférieur et moyen. Les terrains synchro-nappes (Fig. 8) montrent leur plus grand développement surtout entre la vallée de l'Oued Zitoun et le Djebel Fillaoucène, les dépôts de cet intervalle chronologique sont présents sous forme de faciès conglomératiques, gréseux et/ou marno-argileux.

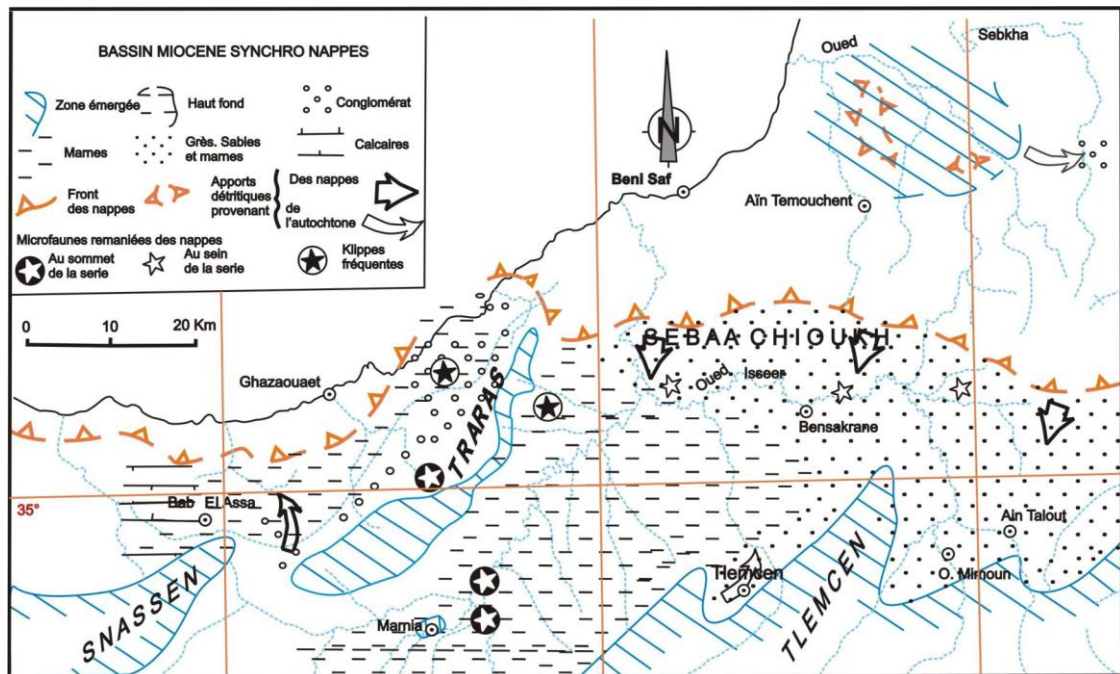


Figure 8 - Bassin Miocène synchro-nappes (d'après Guardia, 1975).

b.1.2. Miocène supérieur (terrains post-nappes)

D'après Belkebir et al. (1996) et à la base des travaux de Guardia (1975), Les dépôts du miocène supérieur dans la Tafna sont représentés principalement par 3 formations :

- les « couches rouges de la Tafna » qui sont discordantes sur les autres formations rouges lie-de-vin (Guardia, 1975). Ces ensembles plus ou moins étendus de formations continentales, caractérisés essentiellement par des faciès hétérogènes, constitués de conglomérats, de sable, de grès, de limons, etc., sont localisés au Nord du massif de Sebâa Chioukh et se prolongent, vers l'Ouest, dans la moyenne Tafna ;

- les formations marines des marnes bleues affleurent dans les massifs de Sebâa Chioukh ;

- enfin, vers l'Est, les deux formations précédentes sont couronnées par des calcaires construits à polypiers, algues, échinides, etc.

Guardia (1975) distingue au cours du Miocène terminal deux cycles sédimentaires :

- premier cycle post-nappes se caractérise par des formations détritiques de couleur lie-de-vin ;

- second cycle post-nappes, à son tour, elle est subdivisée en deux parties ; dont la première partie représentée par des conglomérats et des marnes marines, d'âge Tortonien supérieur-Messinien basal. En revanche, la deuxième partie datée du Messinien, constituée par des calcaires à Algues et à Polypiers.

Il est à noter que les terrains d'âge Miocène inférieur recouverts en discordance par les sédiments du Serravallien.

b.2. Le Plio-Quaternaire

Dans toute la région, les dépôts datés du Pliocène et du Quaternaire sont connus uniquement dans la rive droite de l'Oued Tafna. Le Quaternaire représente les dépôts caillouteux pliocènes, qui forment tout le plateau des Ouled Mimoun. Ils constituent les travertins situés en bordure des Monts de Tlemcen et les marnes ou de marnes-argileuses surtout au niveau du bassin d'Oued Mouilah. Par ailleurs, dans le Quaternaire se trouvent des basaltes et en particulier des basaltes à amphigène d'Aïn Temouchent (Gentil, 1903, Sadran, 1975) et ceux de la basse Tafna.

B. Cadre local

1. Situation géographique du bassin versant d'Oued Isser

Situé au Nord-Ouest de l'Algérie, le bassin versant d'Oued Isser, comprend une assez grande partie de la moyenne Tafna. Il est bordé au Nord par les reliefs des Sebâa Chioukh, au Sud par le prolongement oriental des Monts de Tlemcen et Sebdou, plus à l'Est par la plaine de Sidi Bel Abbès et enfin à l'Ouest par Tlemcen, la plaine d'Hennaya et Remchi (Fig. 9).



Figure 9 – Extrait de la carte topographique du bassin versant de l’Oued Isser.

2. Contexte hydrographique du bassin versant d’Oued Isser

Le principal cours d’eau de ce bassin est l’Oued d’Isser qui prend naissance dans les terrains jurassiques avec un affluent dans la rive droite de la Tafna. Il s’écoule d’abord du Sud au Nord, puis vers l’Ouest au pied du Djebel Sebâa Chioukh (Perrodon, 1957), sa confluence avec l’Oued Tafna au niveau de la plaine de Remchi.

3. Orographie du bassin versant d’Oued Isser

Au plan orographique, le bassin versant de l’Isser est caractérisé par un massif montagneux à forte pente constituée par des calcaires du Jurassique au Sud. Par contre, au Nord il est marqué par une zone de collines à pentes faibles constituées essentiellement de marnes d’âge Miocène.

4. Contexte géologique du bassin versant d’Oued Isser

4.1. Au plan structural

Les grands traits structuraux de la région sont acquis avant la transgression du miocène et sont hérités de l’orogénèse hercynienne (Guardia, 1975). Les principales phases responsables des structures appartiennent à l’orogénèse atlasique (Fig. 10).

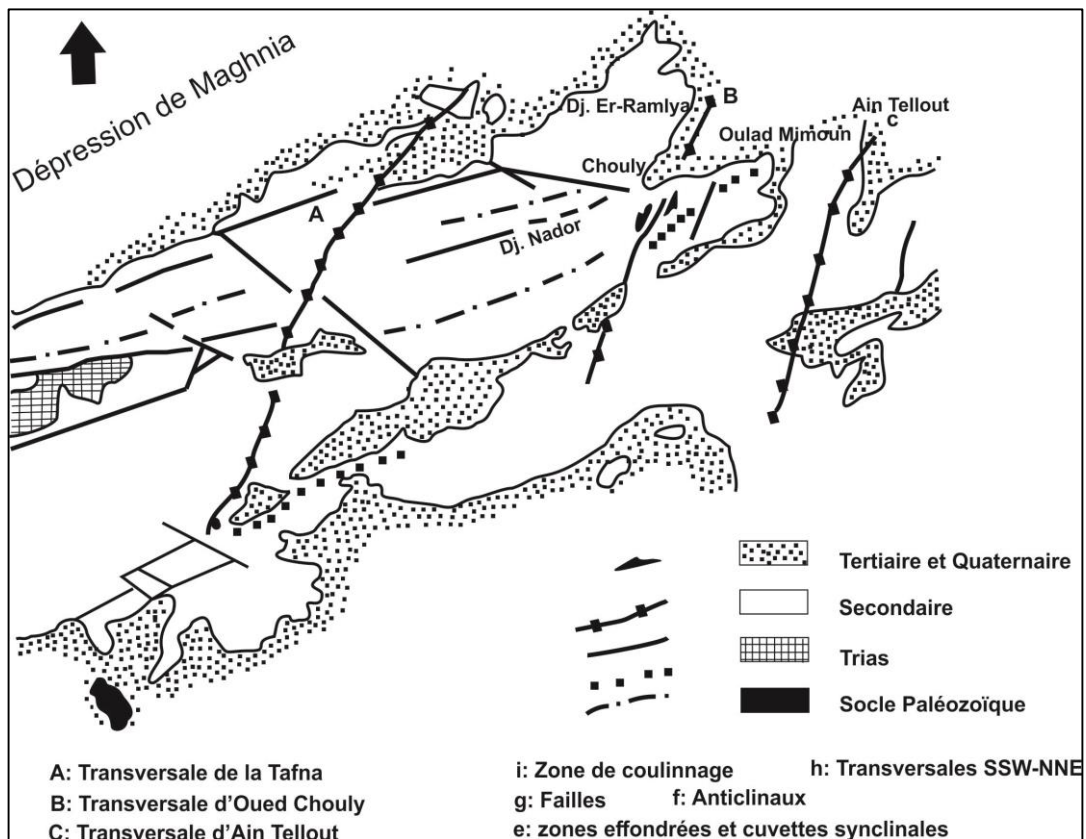


Figure 10 - Schéma structural simplifié des Monts de Tlemcen (Hayane, 1983, modifiée).

Dans cette zone, la plupart des contacts lithologiques se font par le biais de structures tectoniques de directions : ENE-WSW, E-W et ESE-WNW et affectée principalement par : la transversale de Tafna-Magoura (SSW, NNE) ; la transversale d'Oued Chouly et enfin la transversale d'Aïn Tellout.

4.2. Au plan lithostatigraphique

La partie amont du bassin versant d'Oued Isser draine le massif jurassique qui constitue un compartiment des monts de Tlemcen. De ce fait, la série lithologique synthétique montre des formations d'âges allant du Jurassique au Mio-Plio-Quaternaire.

a. Mézosoïque

Les séries attribuées au Mésozoïque sont représentées principalement par des assises d'âge Jurassique supérieur

a.1. Les grès de Boumediène

Ils correspondent à des dépôts gréseux avec des stratifications obliques, d'âge Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur (Hayane, 1983). Par contre, cette formation se sépose sur les "Argiles de Saïda", formation non visible dans le secteur étudié.

a.2. Les dolomies de Tlemcen

Les dolomies de Tlemcen affleurent largement aux alentours d'Aïn Fezza sous forme de reliefs ruiniformes datés du Kimméridgien moyen-Kimméridgien supérieur.

a.3. Les dolomies de Terni

Affleurant au Sud du bassin, les dolomies de Terni se distinguent de celles de Tlemcen par les stratifications obliques. Elles sont d'âges Kimméridgien supérieur et Tithonique inférieur.

a.4. Les marno-calcaires de Hariga

Le seul dépôt de cette série est reconnu dans le bassin versant d'Oued Isser à Bled El Gliia. Il montre une alternance de marne et de calcaire datée à sa base par le Tithonique moyen.

b. Cénozoïque

Les sédiments cénozoïques de la région d'Isserse composent par des faciès marneux, gréseux et les travertins d'âge Mio-Plio-Quaternaire. Ainsi, le Cénozoïque comporte la succession suivante :

b.1. Les marnes du Miocène inférieur

Dans plusieurs localités d'Isser, le Miocène inférieur montre çà et là des dépôts verdâtres continentaux représentés le plus souvent par des marnes en intercalations avec des lits limoneux.

b.2. Les marnes du Miocène moyen

Cette formation contient plusieurs niveaux marneux, parfois intercalées avec des bancs gréseux très durs. Il est observé près du pont d'Isser dans la partie Nord-Est du bassin.

b.3. Les travertins Villafranchien

D'âge Villafranchien (Plio-Quaternaire), les travertins forment une puissante muraille aux bordures des Monts de Tlemcen.

b.4. Les alluvions récentes

Situés aux alentours de la vallée de l'Oued Isser, les alluvions sont constituées par des dépôts limoneux alluvionnaires récents. Ce membre est attribué au Pléistocène du Quaternaire.

II. NOTIONS DE BASE SUR LA TÉLÉDÉTECTION ET LES SIG

A. Généralités sur la télédétection

1. Définition

La télédétection est la science et la technologie par lesquelles les caractéristiques physiques des objets d'intérêt peuvent être identifiées, mesurées et/ou analysées sans contact direct avec ceux-ci (Garba, 2012).

2. Principes de base de la télédétection

La télédétection est le fruit de l'interaction entre trois éléments fondamentaux (Fig. 11) :

- la source d'énergie : c'est l'élément qui "éclaire" la cible en émettant une onde électromagnétique (flux de photons). Elle peut être naturelle que la lumière du soleil ou la chaleur de la terre transmise, peut d'origine artificielle, comme le rayonnement utilisé par certains types de radar ;

- la cible : c'est l'objet de la surface terrestre observée par le satellite ;

- le vecteur : c'est ce qu'on appelle aussi la plate-forme de la télédétection, il permet de mesurer le rayonnement électromagnétique réfléchi par la cible.

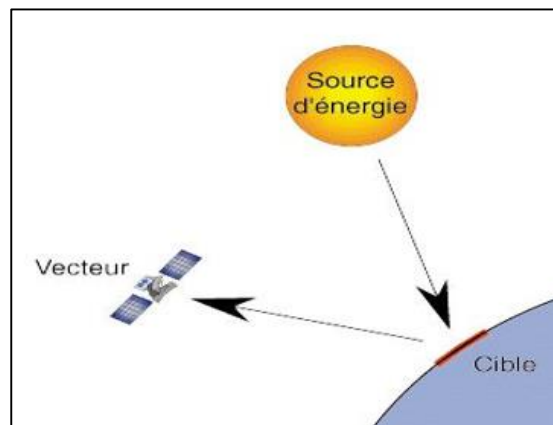


Figure 11 - Principe de base de la télédétection.

2.1. Rayonnement et spectre électromagnétique

Par définition, le rayonnement électromagnétique est une forme d'énergie omniprésente qui nous entoure partout, il revêt divers modèles tels que les ondes radio, les rayons X et rayons gamma, ainsi que la lumière du soleil (Coulibaly, 1996).

Le soleil est la source principale de rayonnement électromagnétique, et sa lumière est la source d'éclairage sur la planète, afin que le cerveau l'utilise pour construire une image intégrée de ce qu'une personne voit. En effet, la lumière visible représente une petite partie du spectre électromagnétique et contient une large gamme de longueurs d'ondes électromagnétiques. En outre, il existe d'autres types de rayonnement qu'ils ne sont pas visibles à l'œil nu (les rayonnements courtes micro-ondes, ultraviolet, infrarouge, etc.) (Fig. 12).

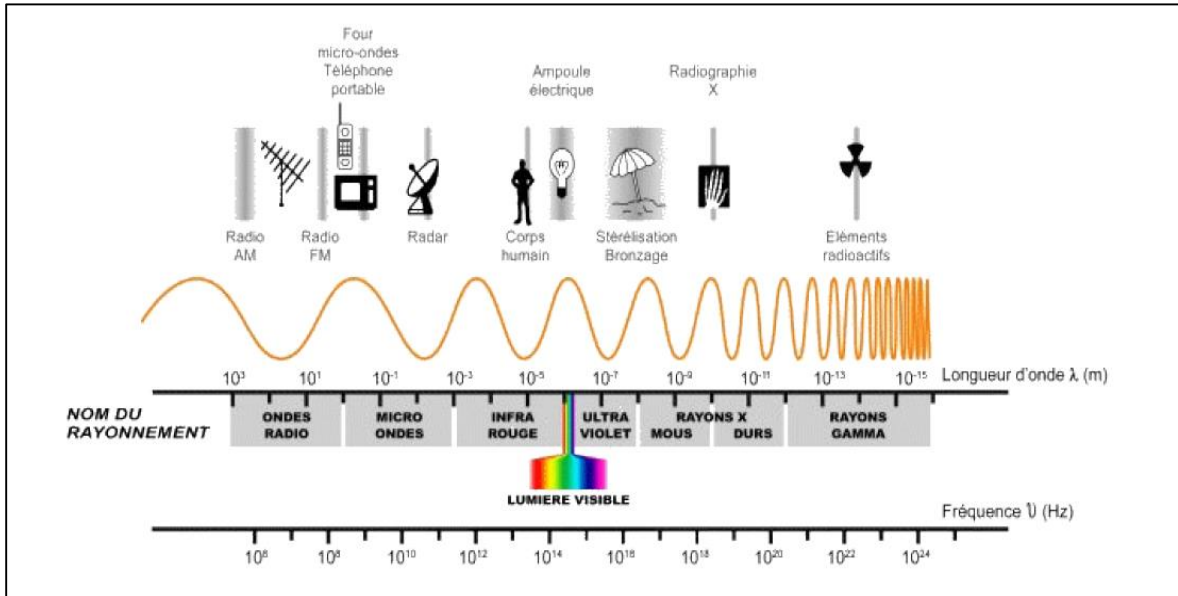


Figure 12 - Rayonnement et spectre électromagnétiques.

2.2. Signature spectrale

Au cours de la propagation d'une onde électromagnétique dans un milieu, les interactions avec la matière dépendront de la fréquence de celle-ci et de la nature de la matière. Par ailleurs, ces interactions se feront principalement par absorption résonante, suivie d'une réémission du rayonnement par les atomes du milieu. La signature spectrale est donc la réponse d'un objet atteint par une énergie, c'est la carte d'identité de l'entité (Pebay-Peyroulay, 2012).

Par exemple, la quantité d'énergie réfléchiée par l'eau est faible par rapport aux plantes et au sol. Les plantes réfléchissent à 50 %, les sols entre 30 et 40 %, tandis que l'eau réfléchit environ 10 % (Fig. 13).

Pratiquement, il est difficile que la signature spectrale soit la même dans toutes les régions et à toutes les saisons de l'année.

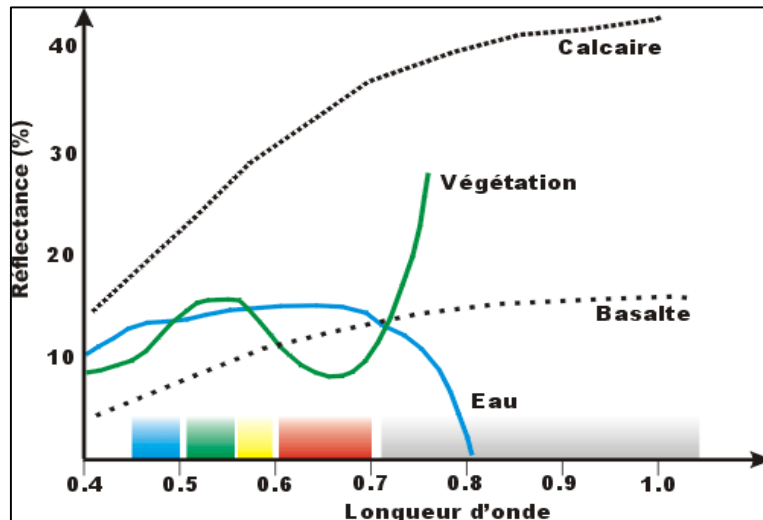


Figure 13 - Signature spectrale de quelques éléments.

3. Processus de la télédétection

Le processus de la télédétection nécessite sept étapes (Fig. 14). Elles sont énumérées de la manière suivante :

- **Source d'énergie ou d'illumination (A)** : la première exigence pour la télédétection est d'avoir une source d'énergie qui illumine ou fournit de l'énergie électromagnétique à la cible d'intérêt.

- **Rayonnement et atmosphère (B)** : lorsque l'énergie se déplace de sa source à la cible, elle entre en contact et interagit avec l'atmosphère qu'elle traverse. Cette interaction peut avoir lieu une deuxième fois lorsque l'énergie se déplace de la cible vers le capteur.

- **Interaction avec la cible (C)** : une fois que l'énergie parvient à la cible à travers l'atmosphère, elle interagit avec la cible en fonction des propriétés de la cible et du rayonnement.

- **Enregistrement de l'énergie par le capteur (D)** : un capteur est nécessaire (à distance, pas en contact avec la cible) pour collecter et enregistrer le rayonnement électromagnétique après que l'énergie a été diffusée ou émise par la cible.

- **Transmission, réception et traitement (E)** : l'énergie enregistrée par le capteur doit être transmise, souvent sous forme électronique, à une station de réception où les données sont traitées par un logiciel informatique en images (photographiques et / ou numériques).

- **Interprétation et analyse (F)** : l'image traitée est interprétée, visuellement et / ou numériquement ou électroniquement, pour extraire des informations que l'on désire obtenir sur la cible.

- **Application (G)** : le dernier élément du processus de télédétection est atteint lorsque nous appliquons les informations que nous avons pu extraire (les données) de l'imagerie sur la cible pour mieux comprendre, révéler de nouvelles informations ou aider à résoudre un problème spécifique.

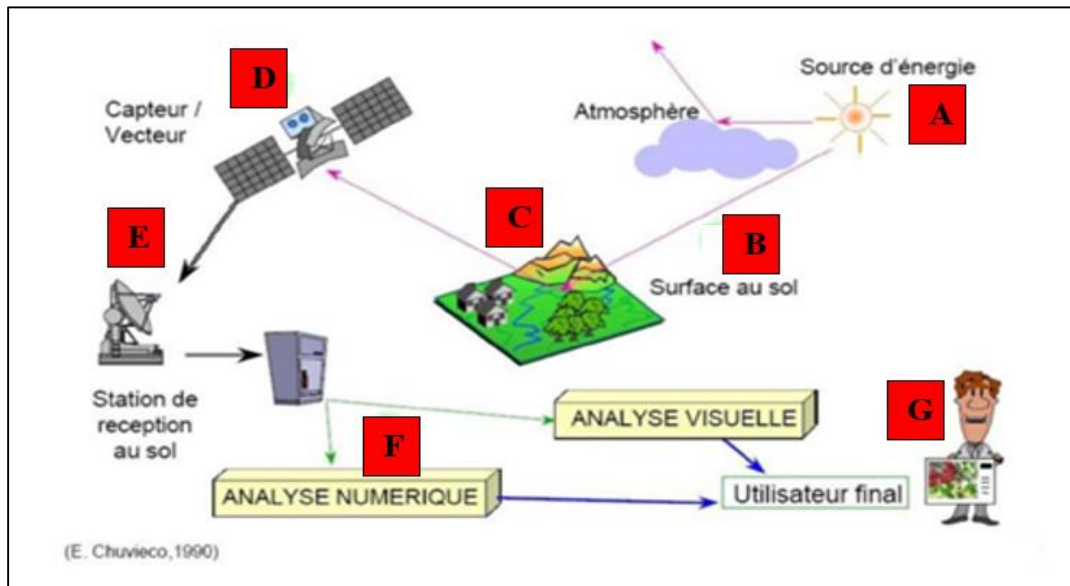


Figure 14 - Différentes étapes de la télédétection.

4. Caractéristiques du capteur Landsat 8 ETM+

Le satellite Landsat 8 est le dernier de sa famille. il a été lancé en février 2013. Ses scènes sont caractérisées par une haute résolution avec des grandes dimensions (185 km*185 km), comptant 11 bandes spectrales. Elles sont résumées dans le tableau suivant (Tabl. 1) :

Bandes	Résolution (m)	Longueur (μm)
Bande 1 : aérosol côtier	30	0.43-0.45
Bande 2 : Blue	30	0.45-0.51
Bandes 3 : vert	30	0.53-0.59
Bande 4 : rouge	30	0.64-0.67
Bande 5 : proche infrarouge	30	0.85-0.88
Bande 6 : SWIR 1	30	1.57-1.65
Bande 7 : SWIR 2	30	2.13-2.29
Bande 8 : panchromatique	15	0.50-0.68
Bande 9 : cirrus	30	1.36-1.38
Bande 10 : infrarouge thermique 1	100*(30)	10.60-11.19
Bande 11 : infrarouge thermique 2	100*(30)	11.50-12.51

Tableau 1 – Caractéristiques des bandes Landsat 8
(Al-sulaiman et al, 2017).

5. Application de la télédétection en géologie

La télédétection trouve son application dans différents domaines et à diverses fins, et cela est dû à une combinaison des résolutions spectrales, spatiales et temporelles. Ces résolutions sont : la largeur de chaque bande enregistrée ; les détails perceptibles dans l'image et le laps de temps écoulé entre deux images.

Dans cette optique, la télédétection a une importance primordiale dans le domaine des Sciences de la terre, ses applications ne se limite pas à la cartographie uniquement, mais au-delà, elle a servi à la prospection minière, pétrolière, hydrogéologique, etc. d'ailleurs, elle est utilisé dans la surveillance des phénomènes naturelles.

B. Système d'Information Géographique (SIG)

1. Définition

Les systèmes d'information géographique sont des intégrations entre la collecte, l'enregistrement, le traitement et l'analyse des données pour arriver à des informations utilisables (Ghibeche, 2011).

2. Composantes des SIG

Afin de montrer que nous avons un système intégré, il doit y avoir un ensemble de composantes (Fig. 15) de base des systèmes d'information géographique ; cet ensemble est un groupe bien organisé (ordinateurs, programmes, données, informations et ressources humaines qualifiées).



Figure 15 - Composantes du SIG.

3. Mode de présentation des données géographique

La présentation des objets géographiques dans un SIG peut se faire selon deux modes ; le mode raster et le mode vecteur (Fig. 16). Les critères de choix de la structure à utiliser sont directement reliés à la quantité d'informations à gérer, à la résolution désirée ainsi qu'aux analyses à effectuer (Ghabeche, 2011).

3.1. Mode Raster (Matriciel)

Le mode raster ou mosaïque correspondant à la division régulière de l'espace sous forme cellule (Pixel) ou carrées.

3.2. Mode Vecteur

Un système basé sur le mode vectoriel affiche les données graphiques comme étant des points, des lignes, des courbes ou des surfaces (aires) avec des attributs.

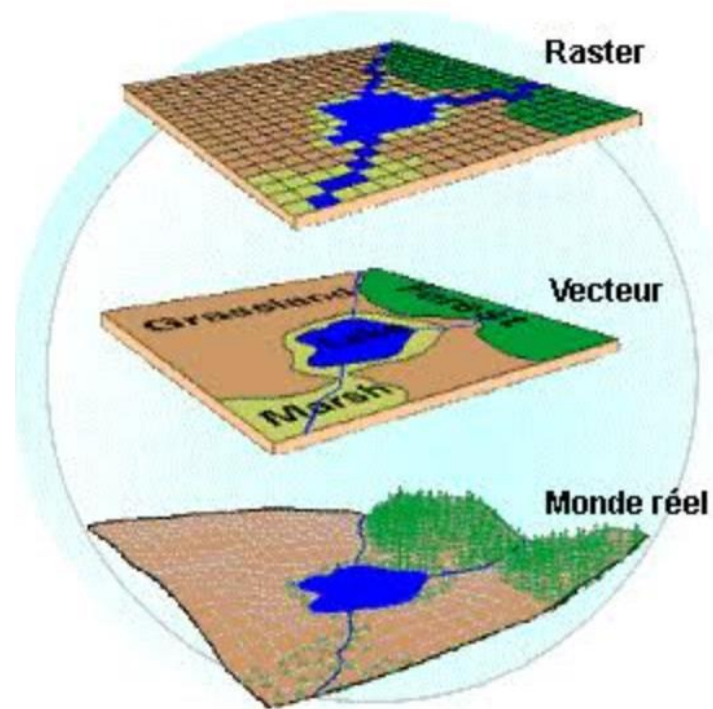


Figure 16 - Types des formats d'images d'un SIG.

Deuxième chapitre : **APPLICATION**

Deuxième chapitre : APPLICATION

Avant de quantifier les réservoirs aquifères, il est plus que nécessaire de connaître les types et la distribution des faciès dans la région d'étude. Dans cet esprit, nous avons mené une étude par la télédétection. Deux séries de traitements ont été effectuées sur les images satellitaires. D'une part, des traitements standards qui permettent d'avoir des résultats au sens large sur le plan faciès et structures. D'autre part, des traitements spécifiques offrant des résultats beaucoup plus poussés sur le plan hydrogéologique.

Dans ce même contexte, une étude géomorphologique du bassin d'étude et de son réseau hydrographique a été réalisée numériquement, par le système informatique géographique (SIG), dans le but de compléter les informations fournies par la télédétection et de comprendre les mécanismes hydrologique.

I. TRAITEMENT DES IMAGES LANDSAT 8

A. Méthodes standards

Les méthodes standards sont obligatoires pour le traitement de toutes les images satellitaires, elles permettent de ressortir une quantité utile d'informations des images avant de les passer à des applications concrètes.

1. Composition colorée

Le principe de la composition colorée consiste à choisir trois bandes spectrales d'une image et à afficher chacune de ces trois bandes dans une couleur dite primaire (le bleu, le vert et le rouge).

On distingue deux variantes de composition colorée, qui sont en fonction du choix des bandes et de la couleur utilisée pour afficher chaque bande :

- une composition colorée en couleurs naturelles qui donne une image en couleurs réelles (432) (Fig. 17) ;
- une autre en fausses couleurs, elle consiste à attribuer des couleurs fictives aux bandes spectrales (532) (Fig. 18).

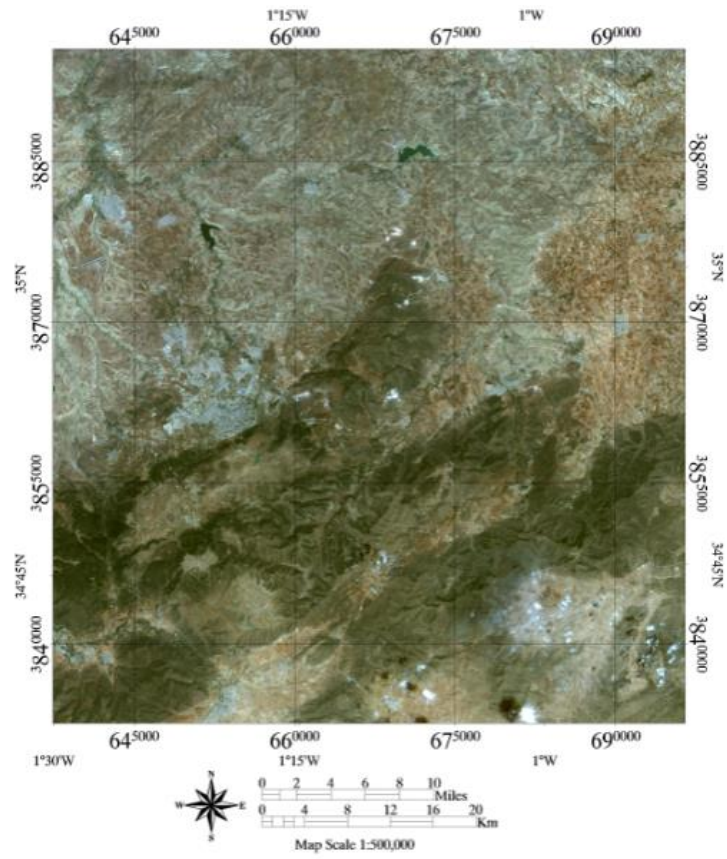


Figure 17 - Composition colorée en couleurs naturelles 432.

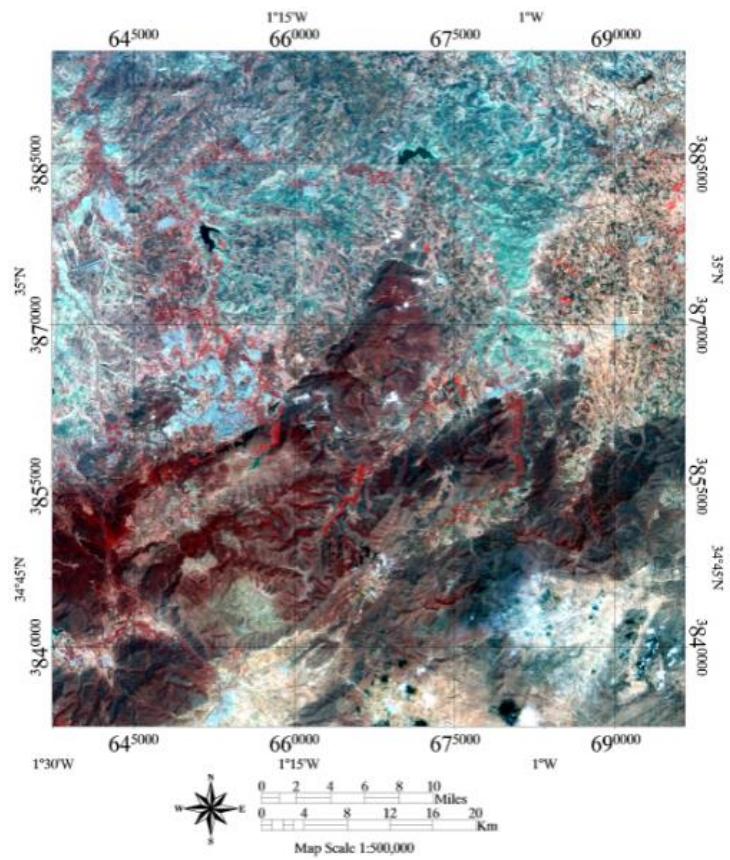


Figure 18 - Composition colorée en fausses couleurs 532.

A partir de la première image (Fig. 17), on peut distinguer les extrémités des Monts de Tlemcen, qui sont des terrains jurassiques karstiques, il est évident qu'ils occupent presque la totalité des parties du Sud.

La deuxième image (Fig. 18), confirme la première, alors qu'avec le fort contraste qu'elle dispose, on peut constater les limites des terrains dans ce bassin au sens large.

La figure ci-dessous est un zoom sur la carte de compositions colorée en fausses couleurs, illustrant bien les limites entre les différentes formations. On peut remarquer clairement la couleur qui a tendance à être marron foncé représente les terrains jurassiques. En teinte cyan nous pouvons tracer les terrains du Miocène moyen et enfin tout ce qui est terrain continental d'âge pliocène occupe la partie en couleur gris claire.



Figure. 19. - Zoom sur la composition colorée en fausses couleurs 532.

2. Analyse en composante principale classique

Les données des sont souvent fortement corrélées car elles occupent des régions spectrales similaires. De ce fait, l'utilisation de l'ACP a eu plusieurs objectifs dont la suppression des informations spectrales redondantes des "data-sets" de données multi-bandes ; il s'agit donc d'une forme de réduction de la dimensionnalité et restreint des composants (Fig. 20 et 21).

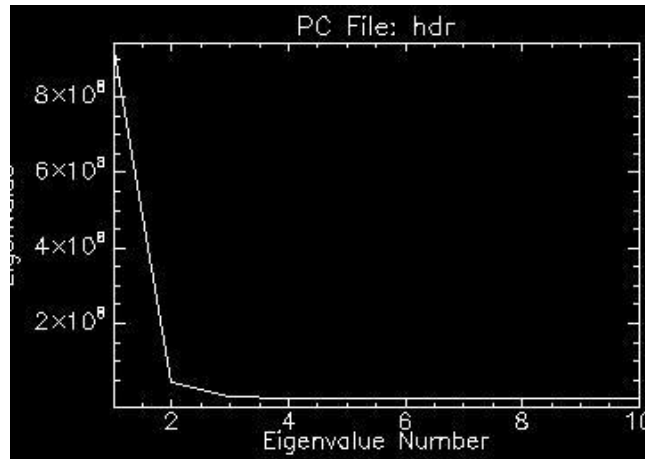


Figure 20 - Tableau statistique de l'ACP classique.

Il est clair que les quatre premières bandes dominent du plus grand pourcentage des informations. A cet effet, nous avons créé une composition colorée de l'ACP avec ces nouveaux canaux.

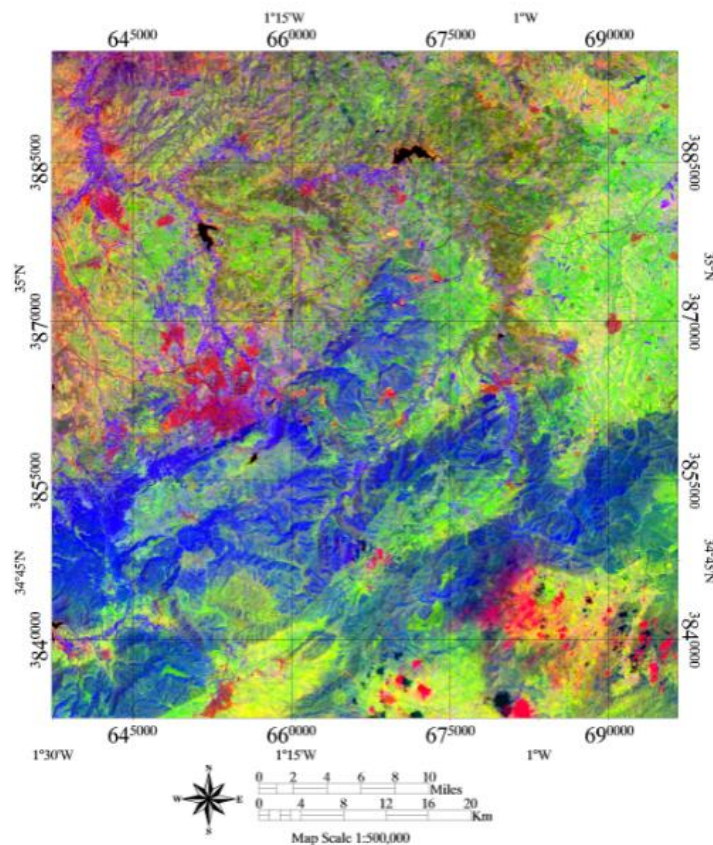


Figure 21 - Composition colorée CP4, CP3, CP2.

Grâce à la richesse de la réflectance des différents objets traduites par la multitude des couleurs données par la composition colorée de bandes CP2, CP3 et CP4 de l'ACP classique, nous pouvons tracer les contours lithologiques avec une bonne précision. Les terrains d'âge Jurassique sont clairement visibles en bleu, tout ce qui est vert et violet ce sont des terrains Néogènes et Quaternaires, où le violet verdâtre représente les marnes du

Miocène moyen, la teinte verte claire indique les terrains pliocènes continentaux, tandis que la couleur verte foncée montre les terrains d'âge Quaternaire.

Pour mieux observer la différenciation des formations, nous faisons un agrandissement sur la carte (Fig. 22).

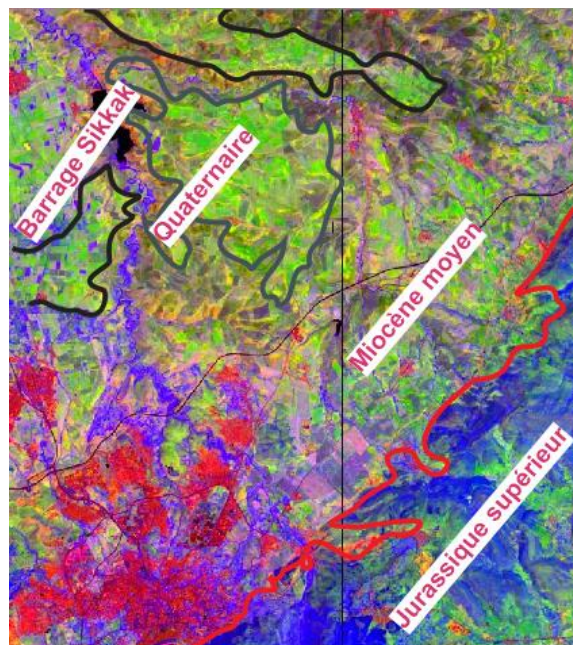


Figure 22 - Zoom sur la composition colorée CP4, CP3, CP2.

B. Méthodes spécifiques

Les méthodes spécifiques sont complémentaires aux traitements standards. Elles sont appliquées à des bandes précises pour pouvoir ressortir le maximum de contrastes et éviter les répétitions.

1. Analyse en composante principale sélective

A partir de l'analyse en composante principale classique, il est possible de minimiser le nombre de canaux en trois bandes (RVB), qui regorgent un plus grand pourcentage d'informations (au moins 90 %).

Par conséquent, nous pourrions manquer d'autres informations qui n'ont pas été cartographiées dans ces trois bandes et qui peuvent avoir un intérêt significatif dépendant du degré de corrélation et de contraste spectral existant entre les six bandes d'ETM+ de Landsat8.

A cet égard, l'application de l'ACP sélective permet de sélectionner un ACP pour le spectre visible, un autre pour le spectre infrarouge moyen et le spectre proche infrarouge demeure seul. Cela permettra de mieux sélectionner et caractériser les objets dans la scène pour mieux refléter les formations dans ladite région (Fig. 23 et 24).

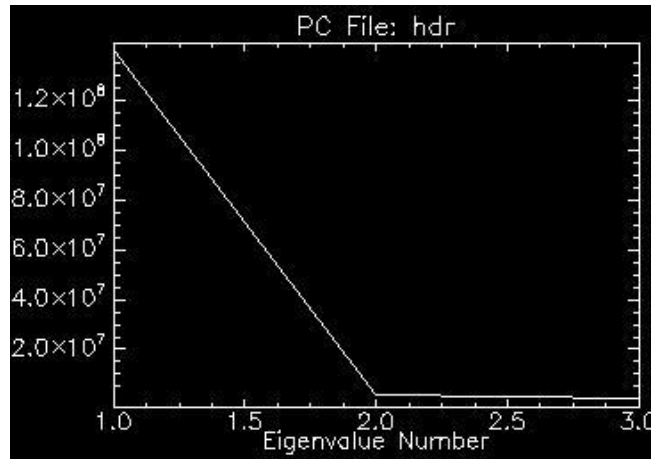


Figure 23- Tableau statistique de l'ACP selective.

Toutefois, une composition colorée de la première ACP du spectre visible combinée avec la première ACP du spectre infrarouge moyen et le spectre proche infrarouge permettra de tracer les limites avec plus de détails.

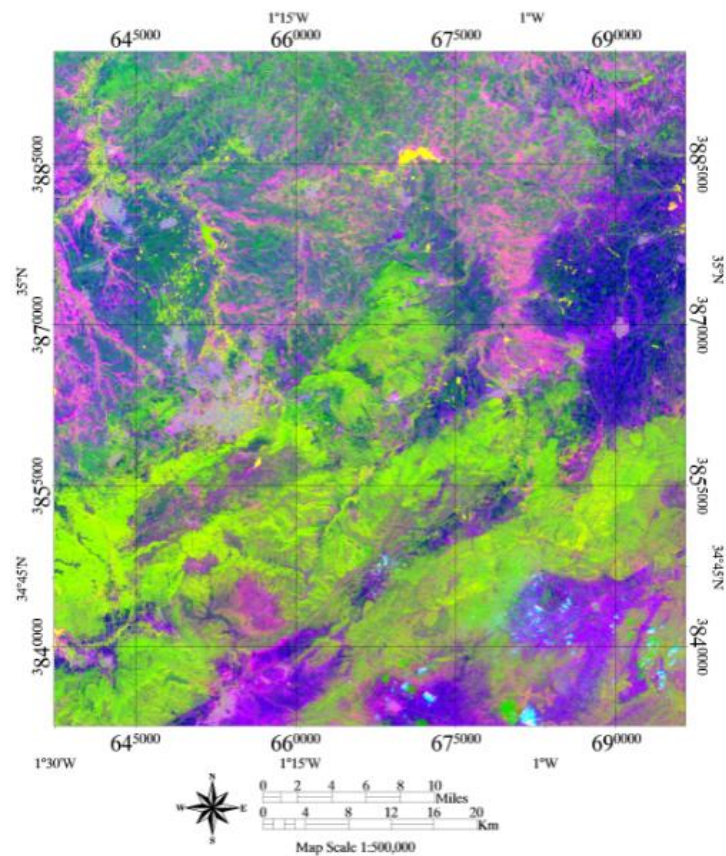


Figure 24 - Composition colorée CP3, CP2, CP1.

2. Transformation RVB-ITS

La transformation RVB en ITS (intensité, teinte et saturation) modifie l'intensité de la réflectance en mettant l'accent sur saturations et les teintes des couleurs. A partir de cet analyse, il est possible d'obtenir un canal de la teinte.

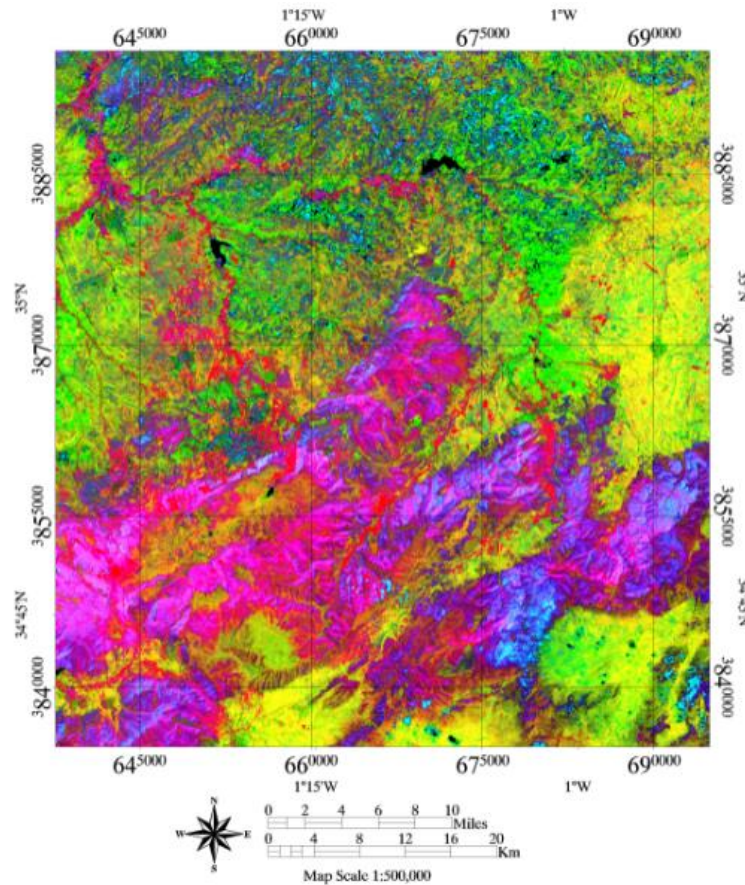


Figure 25 - Transformation RVB-ITS.

Une autre formation lithologique, se distingue par cette transformation RVB-ITS. Elle s'agit des marnes et grès d'âge Oligocène et qui apparaît en bleu au-dessus de l'image (Fig. 25).

3. Rapports des bandes (Bands ratios)

La géomorphologie de la région provoque souvent une barrière à la réponse spectrale. Dans ces conditions, la cartographie géologique est difficile. Pour cela, cette problématique spécifique impose d'utiliser les rapports des bandes pour réduire les effets de la topographie et d'augmenter le contraste entre les surfaces minérales.

Dans le présent travail, la différence spectrale entre les bandes fut améliorée par l'utilisation de trois rapports de bandes ($5/4$, $5/3$ et $5/2$) et les affecter aux couleurs primaires afin d'avoir une image en RVB.

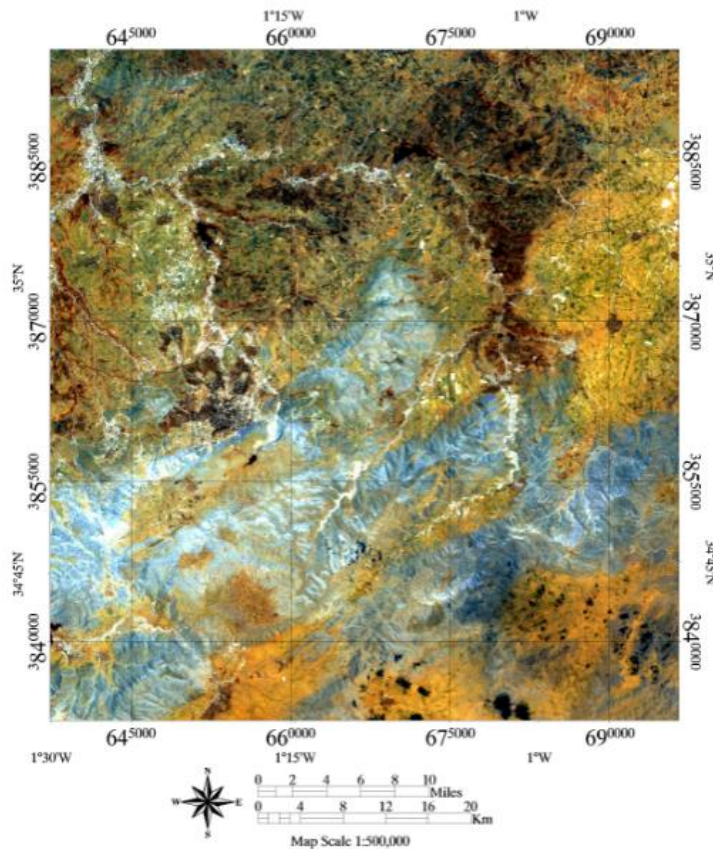


Figure 26 - Composition colorée des rapports des bandes (5/4, 5/3 et 5/2).

A partir de cette méthode nous avons pu séparer toutes les limites des faciès composés principalement par des marnes et des grès situées au Nord représentés par des couleurs jaunes, marrons, verts et bleus et des dolomies et calcaires plus au Sud avec des teintes plus claires.

4. Filtres

L'analyse par les filtres a pour but de rehausser les caractéristiques linéaires et de renforcer les contrastes des images. Dans la région considérée, on a appliqué cette analyse afin de détecter et d'identifier le système de fractures qui affectent les différentes formations et favorisent la circulation des eaux souterraines.

Dans cette optique, nous avons adopté pour les directions 0° , 45° , 90° et 135° appliqués sur une matrice 3×3 . Les résultats détectés ce sont des linéaments perpendiculaires à la direction introduite (Fig. 27 et 28).

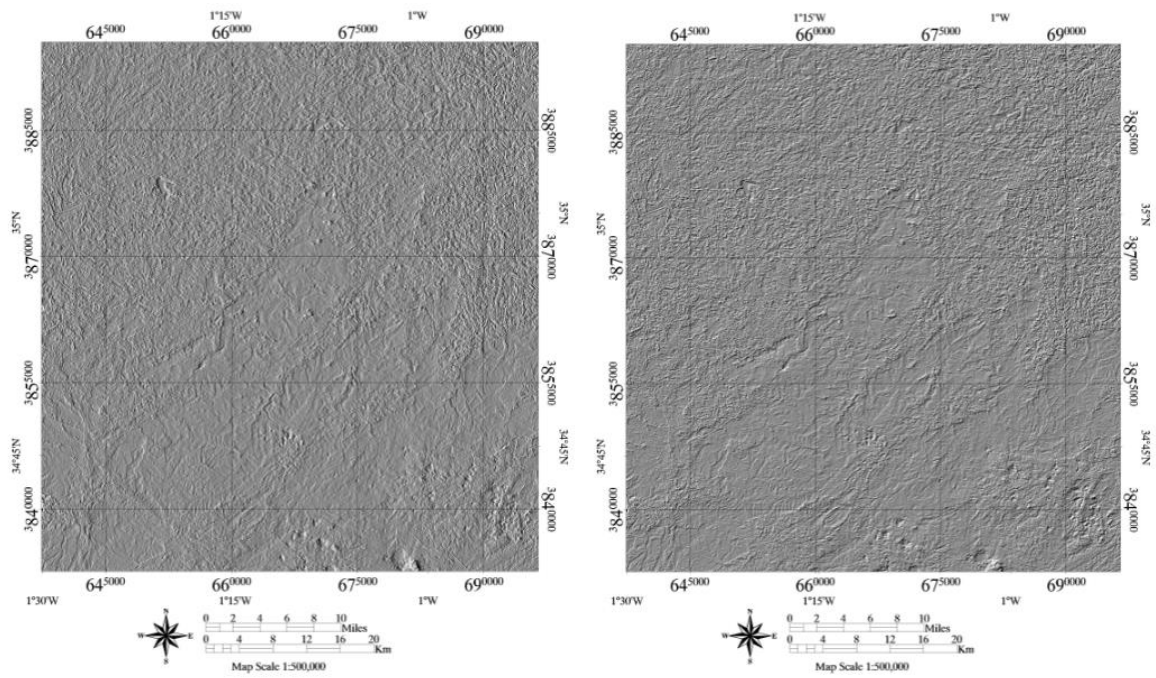


Figure 27 - Filtres directionnels 0° et 45°.

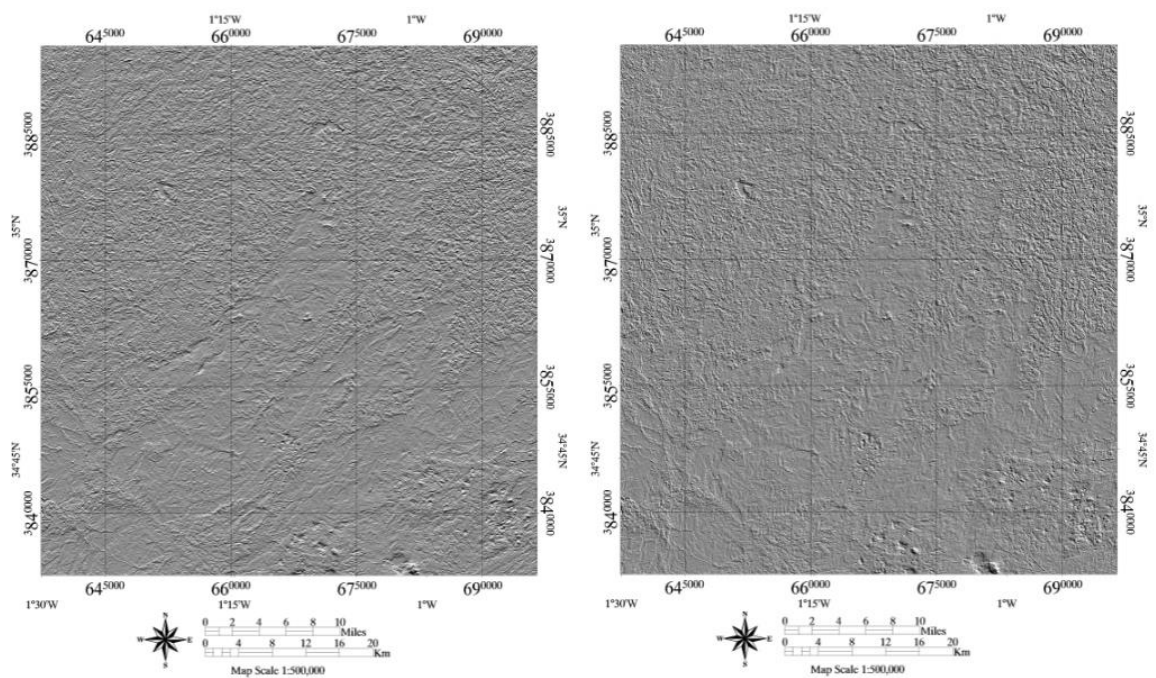


Figure 28 - Filtres directionnels 90° et 135°.

II. ÉLABORATION DU SIG

Un bassin versant se caractérise par les différents indices morphométriques, tels que : la surface, le périmètre, la pente, la longueur, la largeur, la forme, de la courbe hypsométrique, etc. ; et de son organisation hydrographique.

Dans cette partie de notre travail, l'extraction de ces différents paramètres sera réalisée par un Système Géographique Numérique SIG, notamment le logiciel QGIS (3.12), qui permet d'abord de délimiter le bassin versant d'étude, et qui fournit des outils

intéressants de calculs et de mesure géométrique, hypsométrique, de pente et de classification hydrographique.

Pour cela, l'utilisation d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT), sous SIG, s'avère indispensable pour un tel traitement.

A. Modèle numérique de terrain

Un MNT (Modèle Numérique de Terrain) représente la surface du modèle du paysage. Il est constitué d'une grille dont chaque point possède des coordonnées (X,Y,Z) qui correspondent à la latitude, longitude et altitude (Tarmoul, 2018).

Nous disposons d'un MNT du bassin versant au pas de 30 m, téléchargé du site du U.S Geology Survey (<http://usgs.gov/srtm>).

B. Géométrie du bassin versant

1. Forme du bassin versant

La forme du bassin versant est la configuration géométrique projetée sur un plan horizontal, influencée principalement à l'écoulement global et notamment au temps de réponse du bassin versant. Elle est déterminée par l'aire et le périmètre du bassin.

1.1. Indice de compacité (indice de Gravelius)

Ce coefficient est appelé aussi l'indice de forme, à travers lequel nous pouvons distinguer la forme du bassin versant. Il est défini par :

$$KG = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}} = 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Avec :

KG : indice de compacité ;
P : périmètre du bassin versant (km) ;
A : surface du bassin versant (km²).

Sachant que :

$0 < KG < 1$ Bassin parfaitement circulaire.

$KG > 1$ Bassin allongé.

1.2. Rectangle équivalent

C'est une représentation du bassin versant sous forme de rectangle, il est permis de comparer les bassins versants entre eux et de connaître l'influence de leurs caractéristiques sur l'écoulement (Hammeni, 2011).

$$L = \frac{Kc \times \sqrt{A}}{1.12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc} \right)^2} \right]$$

$$l = \frac{Kc \times \sqrt{A}}{1.12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc} \right)^2} \right]$$

Avec :

L : Longueur du rectangle équivalent ;

l : Largeur du rectangle équivalent ;

Kc : Le coefficient de Gravelius.

2. Etude des reliefs

2.1. Courbe hypsométrique

Représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son altitude (Hammeni, 2011).

2.2. Altitudes caractéristiques

A partir de la courbe hypsométrique et le diagramme des fréquences altimétriques, nous avons tiré les altitudes caractéristiques et l'état du bassin.

2.3. Indice de pente

A partir de la répartition hypsométrique du bassin versant, l'indice de pente se détermine, il est considéré comme l'une des caractéristiques les plus importantes du bassin versant. C'est le rapport entre le dénivelé (différence des altitudes de fréquence 5 % et 95 %) et la longueur de rectangle équivalente.

$$Ig = \frac{D}{L}$$

Avec :

D : dénivelée(m), $D = H_{5\%} - H_{95\%}$;

L : longueur du rectangle équivalent (km).

C. Géométrie du réseau hydrographique du bassin versant

Le réseau hydrographique se définit comme l'ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement. Les Oueds et leurs affluents constituent son squelette fondamental (Hammeni, 2011).

1. Classification par ordres (classification de Strahler)

Nous avons utilisé pour cette étude la classification de Strahler (1952), qui est la plus utilisée. A partir de cette classification on peut décrire le développement des artères de drainage de l'amont vers l'aval.

Elle se base sur les règles suivantes :

- tout cours d'eau sans affluent est d'ordre un ;

- tout tronçon de rivière, formé par la réunion de cours d'eau d'ordre x est d'ordre $(x+1)$.

2. Fréquence des cours d'eau

Elle correspond au nombre de cours d'eau par l'unité de surface.

$$F_s = \frac{\sum N_i}{A}$$

Avec :

F_s : Densité hydrographique ;

$\sum N_i$: Nombre des cours d'eau ;

A : Aire du bassin (km^2).

3. Rapport de confluence

Il représente le quotient du nombre de thalwegs d'ordre x par celui d'ordre $(x+1)$.

$$R_c = \frac{N_x}{N(x+1)}$$

Troisième chapitre : **RÉSULTATS ET
INTERPRÉTATIONS**

Troisième chapitre : **RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION**

L'identification des formations aquifères nécessite une bonne connaissance de la lithologie et des éléments structuraux qui conditionnent leur forme et dans certains cas leur alimentation. C'est à partir de là nous avons mené l'étude par la télédétection pour cartographier les faciès et les linéaments du bassin versant d'Oued Isser.

Par ailleurs, pour comprendre le mécanisme de l'écoulement superficiel, nous avons présenté une étude complète du bassin versant. Les résultats ainsi obtenus montrent fort bien une délimitation précise dudit bassin et de son réseau hydrographique complété par une carte des pentes.

I. CARTOGRAPHIE DES FACIES

D'une manière générale, la lithologie qui affleure dans les bassins versants a une relation directe avec la répartition des écoulements superficiels et souterrains. En effet, un bassin montrant des formations très perméables indique souvent une densité de drainage faible favorisant une infiltration rapide des eaux superficielles. Par ailleurs, un bassin correspondant des matériaux imperméables aura en générale une densité de drainage élevée, ce qui assure le ruissellement des eaux superficielles.

A la lumière de cela, nous avons élaboré la carte des faciès du bassin d'Oued Isser (Fig. 29), afin d'assimiler les mécanismes de l'écoulement en son sein.

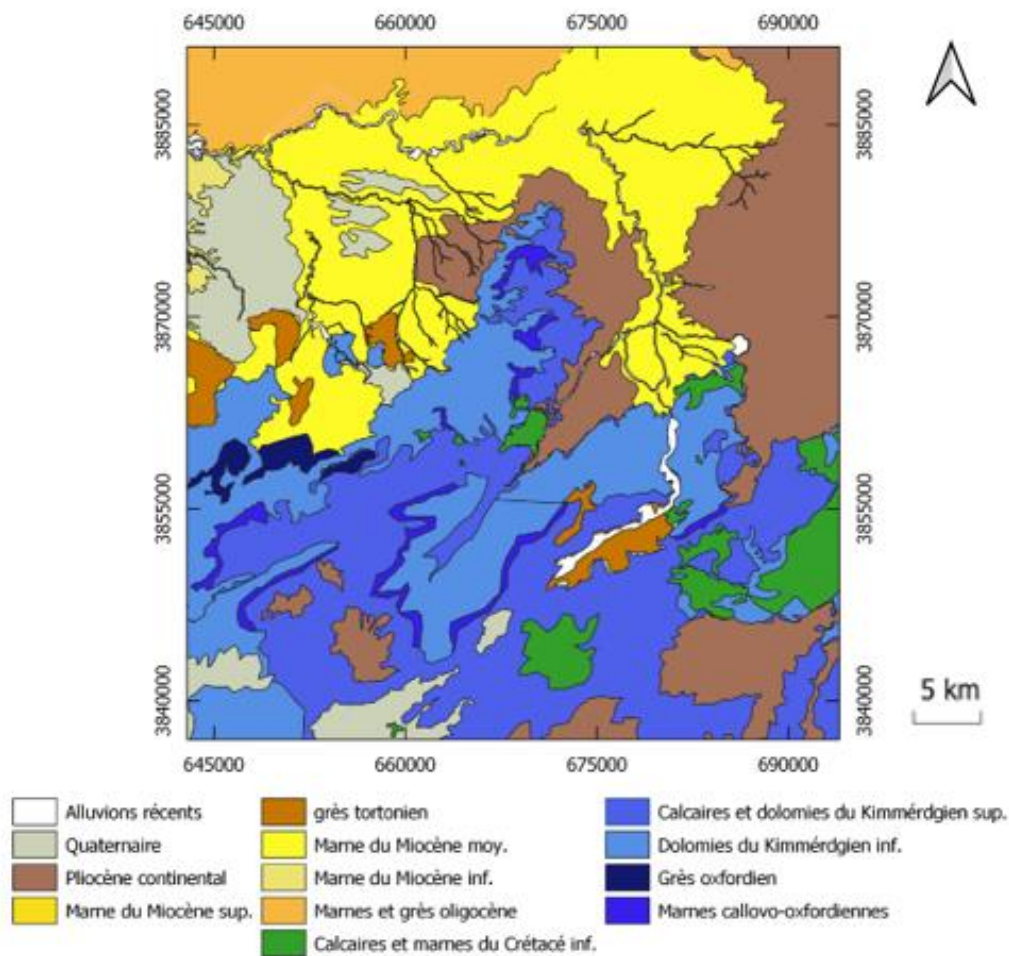


Figure 29 - Carte de faciès issue par télédétection de la région d'étude.

La carte obtenue est confrontée directement aux différentes données géoscientifiques afin de coïncider chaque formation détectée par son âge. À cet effet, du point de vue lithostratigraphique, on peut constater l'existence d'une part, les formations secondaires qui constituent les reliefs et d'autre part, les terrains d'âge Néogènes et Quaternaires qui forment la plaine.

Les formations lithologiques qui peuvent être considérées comme perméables sont :

- les alluvions du Plio-Quaternaire ;
- les grès du Miocène ;
- les dolomies du Jurassique supérieur ;
- les calcaires du Jurassique supérieur.

Les autres formations surtout les marnes d'âge Miocène n'ont aucun intérêt hydrogéologique.

II. TRAITEMENT DES LINEAMENTS

Les compléments cartographiques, lorsqu'ils sont nécessaires, et l'inventaire de la fracturation dans la plupart des cas, sont actuellement réalisés à partir de données de télédétection et une analyse tectonique surtout de la fracturation. La tectonique joue un rôle important dans l'hydrogéologie de la région.

A. Cartographie des fractures

Le contexte du bassin d'Oued Isser, connu par l'abondance des formations meubles et les indices de failles visibles au sol sont assez rares. Néanmoins, nous avons utilisé les images afin d'inventorier les fractures et les directions des accidents identifiés au sol (Fig. 30).

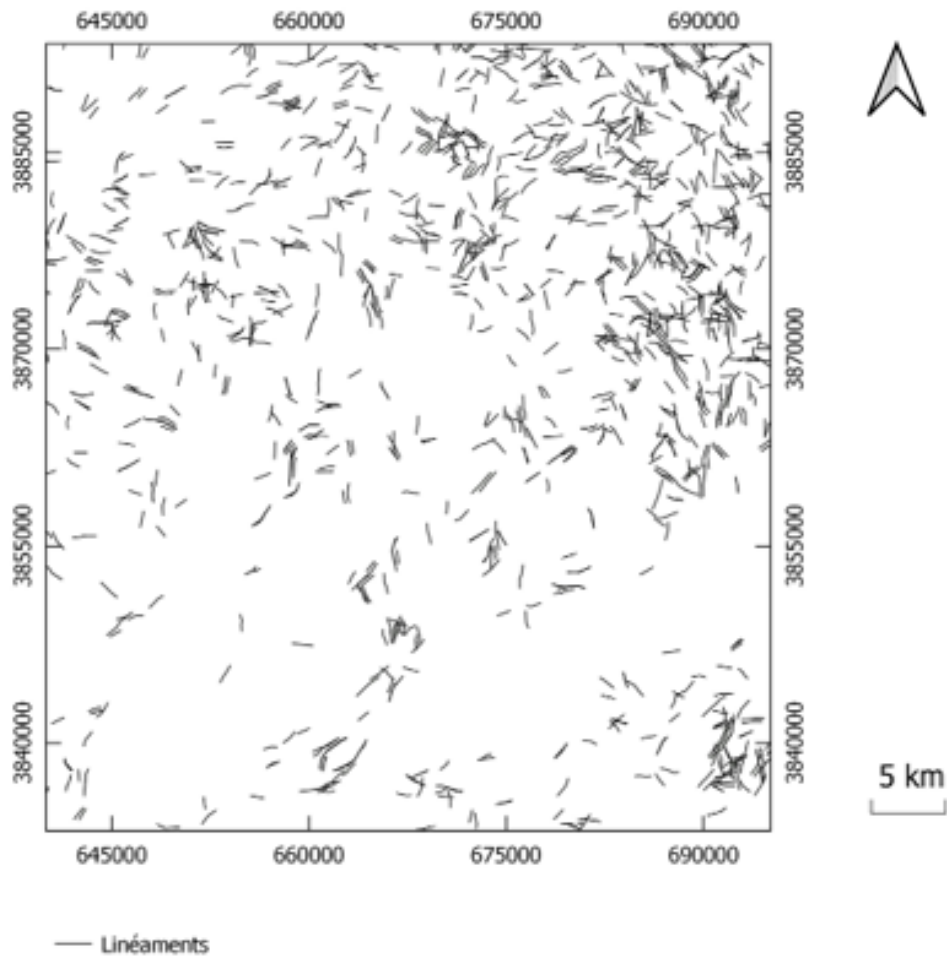


Figure 30 - Carte de fracturation issue par télédétection.

L'application des filtres directionnels dans les quatre directions majeures, nous a permis d'extraire des linéaments sous *Geomatica* et réaliser des cartes de linéaments par groupe de deux familles de directions, à savoir : ($0^\circ - 90^\circ$) (Fig. 31) et ($45^\circ - 135^\circ$) (Fig. 32).

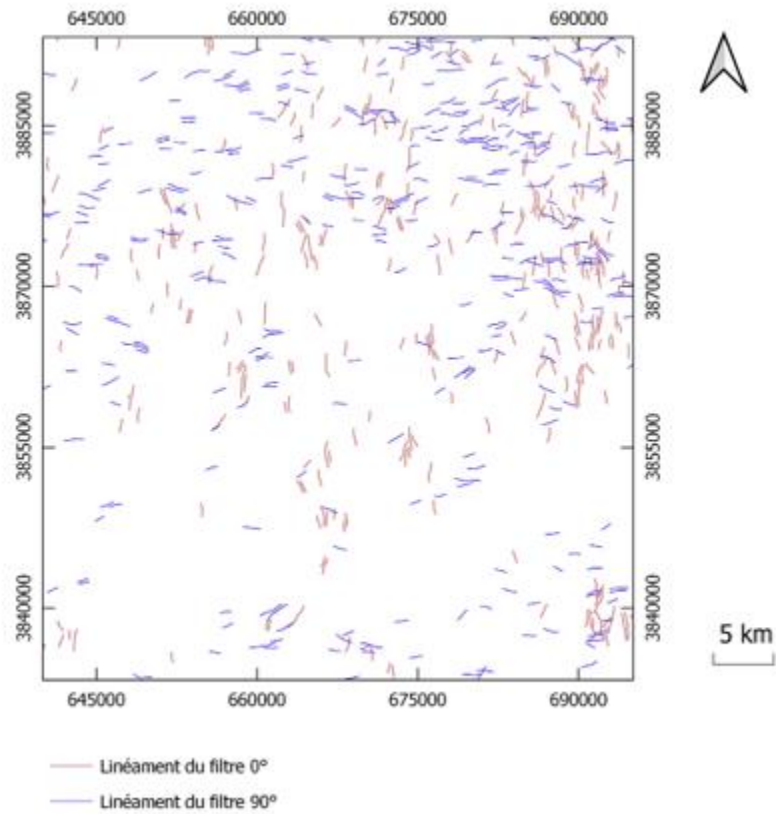


Figure 31 - Carte des linéaments des filtres 0° et 90°.

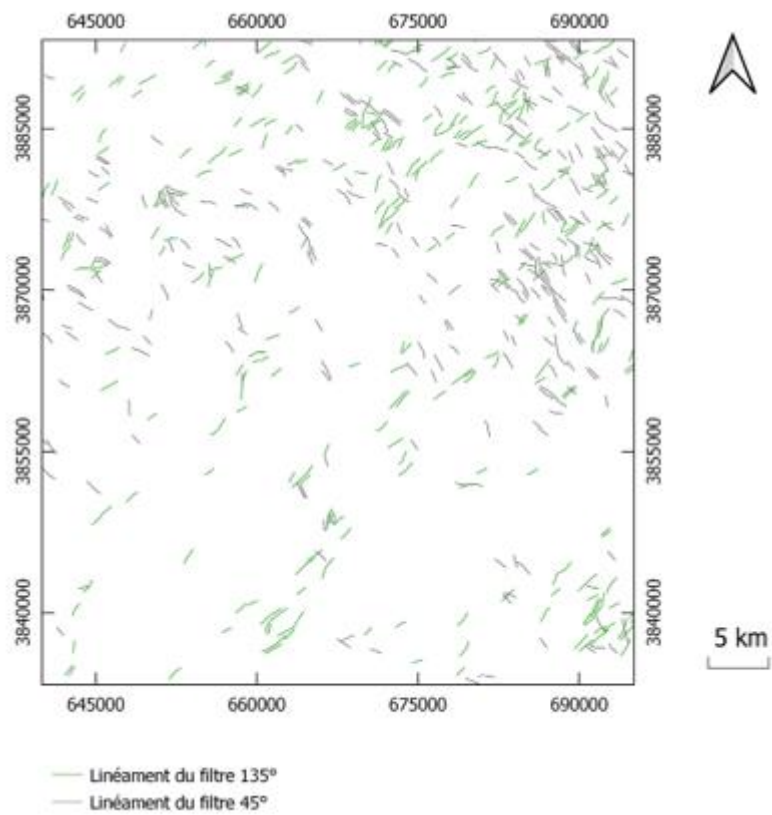


Figure 32 - Carte des linéaments des filtres 45° et 135°.

B. Analyse globale des linéaments

Notre étude révèle l'existence de 518 linéaments d'extensions variables, qui peuvent être regroupés en dix classes, dont les directions moyennes sont N05, N20, N40, N60, N80, N100, N120, N140, N160 et N180 (Tabl. 2). Les classes de directions moyennes allant de N50 à N110 sont les plus largement représentées dans la zone d'étude.

Classes de directions	Direction moyenne	Nombre de linéaments par direction moyenne	Proportions (%)
N00-N10	N05	9	1.73
N10-N30	N20	42	8.11
N30-N50	N40	44	8.49
N50-N70	N60	119	22.97
N70-N90	N80	81	15.64
N90-N110	N100	92	17.76
N110-N130	N120	51	9.84
N130-N150	N140	33	6.38
N150-N170	N160	15	2.89
N 170-N 190	N180	32	6.18
	Total	518	100

Tableau 2 - Répartition des réseaux de linéaments du bassin versant d'Oued Isser.

L'élaboration de la rosace directionnelle montre clairement que les maximums des fractures sont orientés entre les directions moyennes N50 et N110 (Fig. 33), Ceci peut suggérer que les directions préférentielles de la fracturation du secteur d'étude seraient d'orientations ENE-WSW, E-W et ESE-WNW et qui correspondent aux directions dites telliennes, ces résultats confirment les travaux antérieurs de Guardia (1975), Hayane (1983) et Benest (1985).

Ces directions privilégiées, regroupent 292 linéaments et représentent 56.37 % de l'ensemble des linéaments (Tabl. 3).

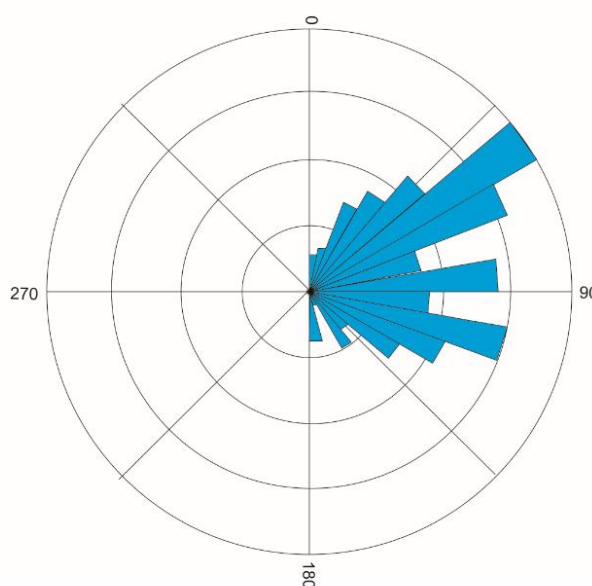


Figure 33 - Rosace directionnelle de la fracturation.

Mesures de direction	Classe de direction	Nombre de mesures de la classe	Direction moyenne	Proportion (%)
N65-N63-N52-N60-N58-N66-N50-N59-N51-N56-N64-N51-N56-N59-N64-N55-N65-N50-N58-N58-N61-N65-N60-N60-N65-N56-N68-N69-N68-N60-N61-N56-N68-N67-N52-N56-N56-N58-N57-N50-N68-N59-N60-N59-N66-N64-N55-N58-N69-N65-N50-N67-N61-N54-N52-N60-N64-N56-N54-N65-N64-N67-N50-N51-N50-N63-N55-N52-N51-N56-N56-N59-N52-N59-N52-N55-N58-N58-N68-N68-N59-N62-N59-N67-N64-N55-N58-N69-N65-N50-N67-N62-N54-N52-N60-N63-N57-N55-N64-N63-N67-N50-N51-N50-N63-N51-N52-N51-N56-N57-N59-N52-N52-N52-N51-N58-N59-N58-N52	N50-N70	119	ENE-WSW	40.75
N86-N76-N81-N72-N72-N70-N72-N84-N78-N79-N83-N72-N76-N70-N72-N84-N70-N82-N72-N85-N77-N83-N83-N73-N71-N75-N80-N82-N82-N79-N73-N85-N75-N79-N84-N72-N76-N71-N72-N86-N75-N88-N78-N85-N77-N87-N83-N77-N76-N78-N73-N88-N70-N81-N70-N80-N75-N83-N88-N79-N78-N76-N71-N73-N75-N72-N85-N78-N80-N76-N86-N79-N73-N85-N82-N78-N79-N80-N86-N76-N72	N70-N90	81	E-W	27.74
N91-N95-N107-N90-N109-N105-N109-N97-N90-N108-N104-N105-N99-N106-N109-N97-N96-N98-N94-N108-N104-N105-N99-N106-N109-N97-N96-N98-N94-N104-N100-N96-N99-N96-N104-N95-N108-N107-N109-N99-N92-N106-N102-N101-N103-N105-N109-N98-N95-N91-N94-N96-N104-N108-N99-N107-N101-N96-N91-N92-N94-N104-N101-N98-N107-N97-N109-N95-N99-N107-N100-N104-N94-N105-N99-N106-N109-N97-N96-N98-N94-N102-N99-N105-N100-N104-N109-N98-N96-N99-N106-N100	N90-N110	92	ESE-WNW	31.51
Total		292		100

Tableau 3 - Mesures statistiques des directions préférentielles.

III. CARTOGRAPHIE GÉOMORPHOMÉTRIQUE DU BASSIN VERSANT D'OUED ISSER

A. Délimitation du bassin versant d'Oued Isser

La délimitation du bassin versant d'Oued Isser repose sur la désignation de son exutoire, avec les coordonnées géographiques suivantes : X : -1.45213, Y : 35.10930 (UTM : 641145.452, 3885962.725).

L'analyse globale du relief à l'échelle de la zone d'étude, a été effectuée grâce à la visualisation d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) découpé selon cette délimitation (Fig. 34).

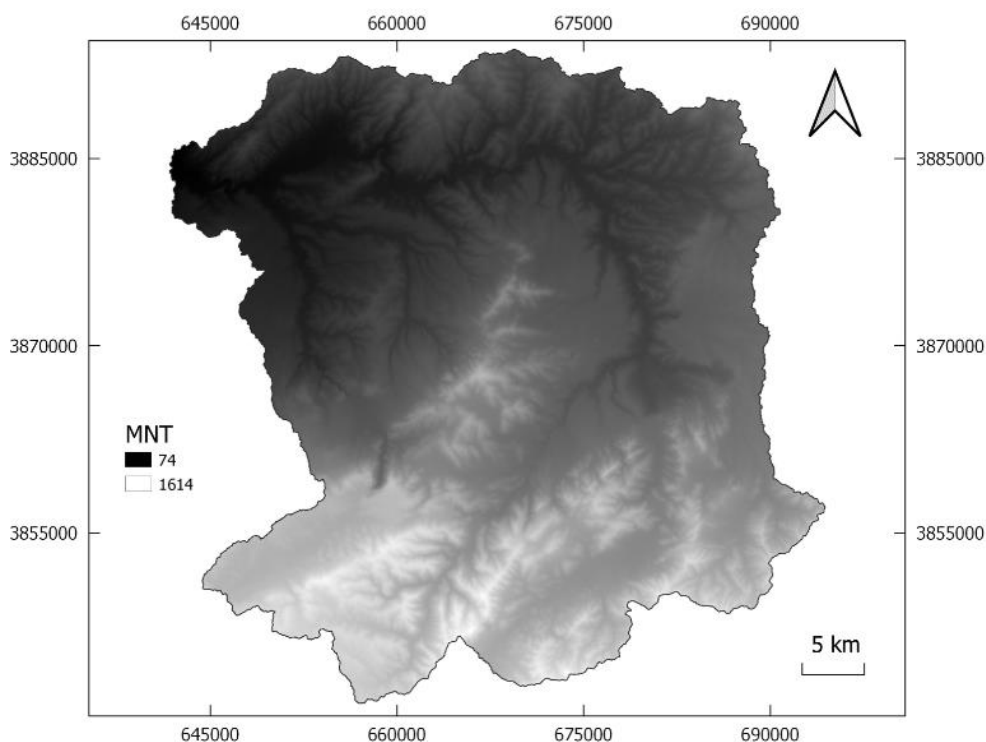


Figure 34 - Modèle numérique terrain (MNT) du bassin versant d'Oued Isser.

A partir de cette technique de digitalisation, La superficie et le périmètre du bassin versant d'Oued Isser sont respectivement de 1913.336 km² et de 211.93 km.

B. Géométrie du bassin versant d'Oued Isser

1. Forme du bassin versant d'Oued Isser

1.1. Indice de compacité de Gravelius

Pour notre bassin d'étude, cet indice est égal 1.35, donc présente une forme allongée, ce qui implique un temps de concentration plus long.

1.2. Rectangle équivalent

Partant d'indice de compacité, il est possible d'établir un rectangle représentatif du bassin versant d'Oued Isser dont les paramètres représentatifs seront :

- la longueur $L = 82.25$ km ;
- la largeur $l = 23.19$ km.

Ces valeurs traduisant un allongement du bassin, c'est ce qui confirme le résultat précédent.

2. Etude des reliefs du bassin versant d'Oued Isser

2.1. Courbe hypsométrique du bassin versant d'Oued Isser

Pour le bassin versant d'Oued Isser, la répartition altimétrique est présentée dans la carte hypsométrique (Fig. 35) et le tableau 4.

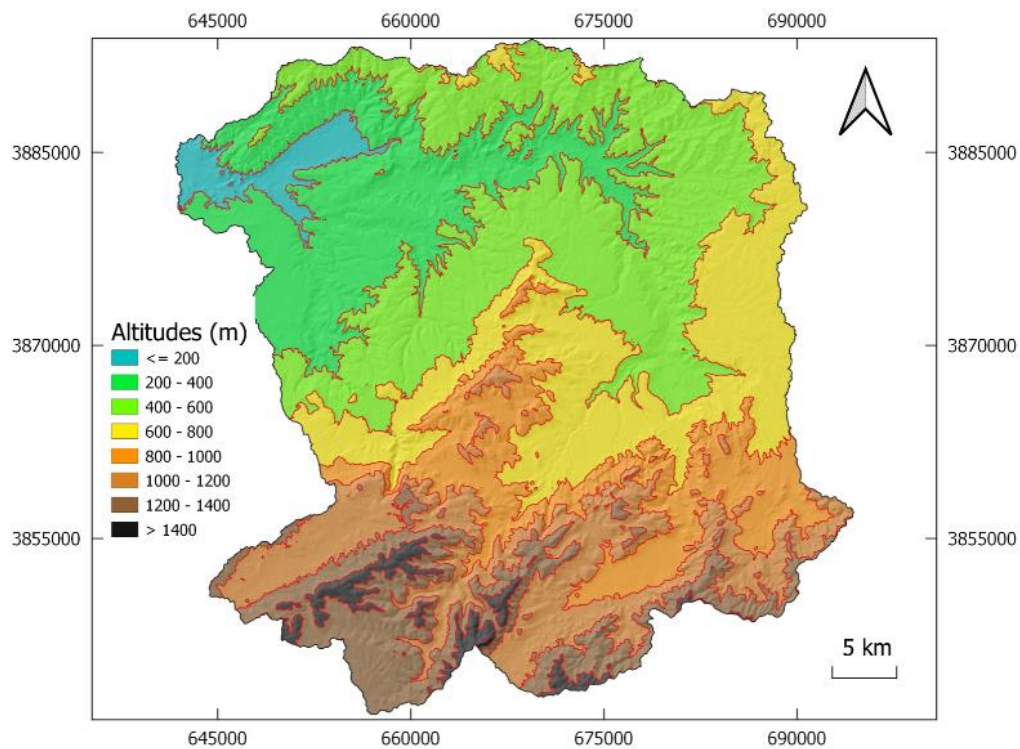


Figure 35 - Carte hypsométrique du bassin versant d'Oued Isser.

Tranches d'altitude (m)	Surface Ai (km ²)	Ai %	Ai cumulées (km ²)	Ai cumulées %
≤ 200	51.934	2.72	1913.34	100
200-400	319.289	16.69	1861.47	97.29
400-600	498.368	26.04	1542.19	80.60
600-800	340.075	17.78	1043.82	54.55
800-1000	219.868	11.49	703.74	36.78
1000-1200	247.755	12.94	483.88	25.29
1200-1400	192.364	10.05	236.12	12.34
≥ 1400	43.758	2.29	43.75	2.29

Tableau 4 - Répartition altimétrique du bassin versant d'Oued Isser.

Les données présentées dans le tableau précédent (Tabl. 4), nous permettent de tracer la courbe hypsométrique (Fig. 36) et le diagramme des fréquences altimétriques (Fig. 37) du bassin versant d'Oued Isser.

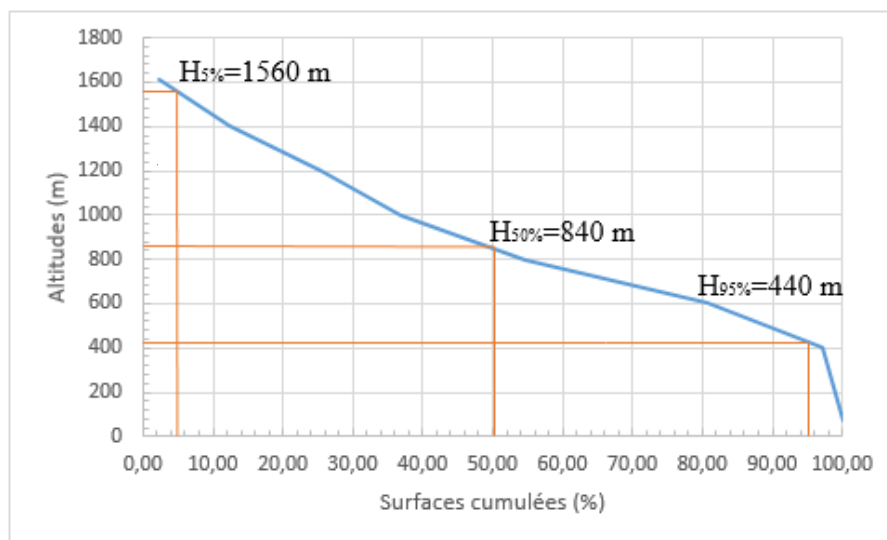


Figure 36 - Courbe hypsométrique du bassin versant d'Oued Isser.

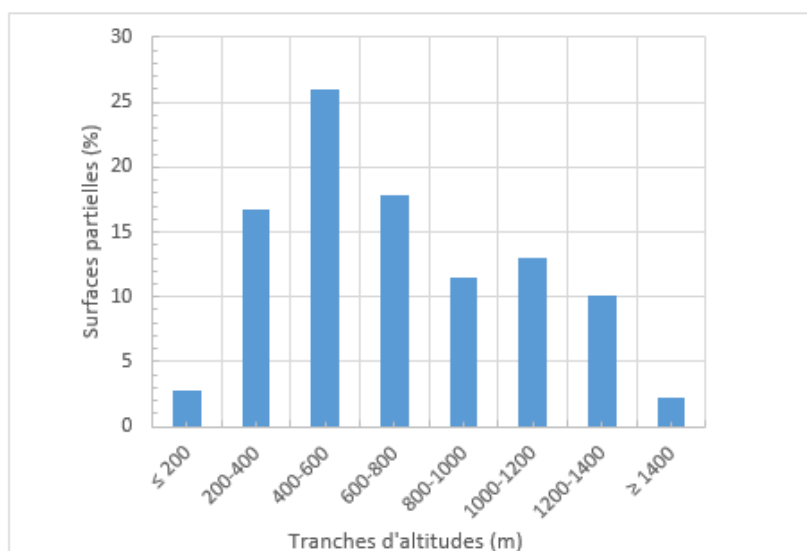


Figure 37 - Histogrammes des fréquences altimétriques du bassin versant.

2.2. Altitudes caractéristiques du bassin versant d'Oued Isser

Le tableau 5, ci-dessous présent, détaille le calcul de l'altitude moyenne pour chaque surface partielle du bassin versant étudié.

Tranches d'altitude (m)	Surface Ai (km ²)	hi (m)	Ai.hi	(Ai.hi)/A (m)
≤ 200	51.934	100	5193.4	2.71
200-400	319.289	300	95786.7	50.06
400-600	498.368	500	249184	130.23
600-800	340.075	700	238052.5	124.41
800-1000	219.868	900	197881.2	103.42
1000-1200	247.755	1100	272530.5	142.43
1200-1400	192.364	1300	250073.2	130.69
≥ 1400	43.758	1400	61261.2	32.01
				715.97

Tableau 5 - Calcul de l'altitude moyenne du bassin versant d'Oued Isser.

Pour le bassin versant d'Oued Isser, nous avons :

- altitude moyenne : 715.97 m ;
- altitude médiane : 840 m ;
- altitude la plus fréquente : 400-600 m ;
- altitude 5 % : 1560 m ;
- altitude 95 % : 440m.

De plus, la courbe hypsométrique du bassin versant d'Oued Isser fait ressortir :

- la présence de pentes assez fortes en tête du bassin et au niveau du raccordement avec la partie aval ;

- l'existence d'un plateau au niveau de la partie médiane du bassin.

2.3. Etude des pentes du bassin versant d'Oued Isser

Il est bien connu que la morphologie du bassin versant joue un rôle important lors d'écoulement, elle affecte directement sur le régime hydrologique du bassin versant (Bouanani, 2004). Afin de comprendre cet effet, nous avons cartographiés les pentes de notre bassin versant (Fig. 38).

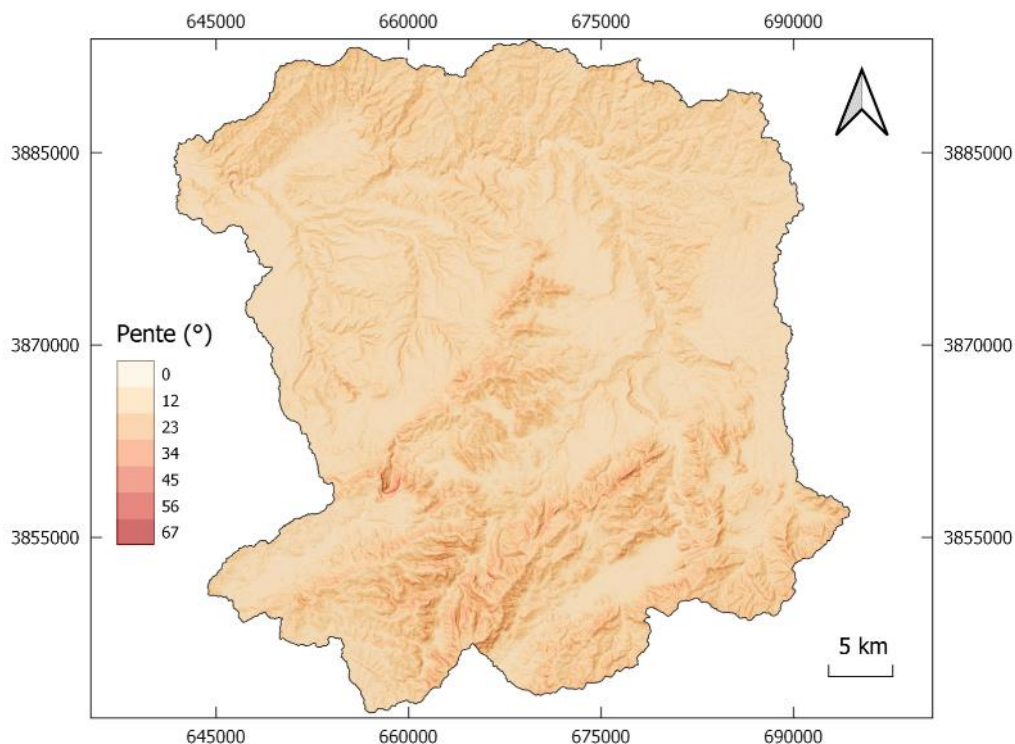


Figure 38 - Carte des pentes du bassin versant d'Oued Isser.

L'indice global de pente du bassin versant d'Oued Isser est égal à 13.61 m/km.

La carte de pente montre que le bassin versant d'Oued Isser renferme les unités morphologiques suivantes :

- l'unité 1, au Nord du bassin caractérisé par une zone à pentes moyenne (entre 10 et 40°) ;
- l'unité 2, représente la zone médiane du bassin versant qui associée à des pentes assez douces (maximum de 10°) ;
- l'unité 3, correspond au Sud du bassin où les pentes sont très fortes s'attend dans la plupart des zones jusqu'à 67°.

C. Géométrie du réseau hydrographique du bassin versant d'Oued Isser

Le réseau hydrographique du bassin versant d'Oued Isser est composé par le cours d'eau principal d'Isser et ses affluents dont le plus important, sont Oued Isser, Sikkak et aussi Oued Chouly (Fig.39). Il contient aussi trois barrages : Barrage d'El Izdihar nommé aussi Barrage de Sidi El Abdelli, Barrage d'El maffrouche et celui de Sikkak situés tous les deux dans la trajectoire d'Oued Sikkak (Fig. 39).

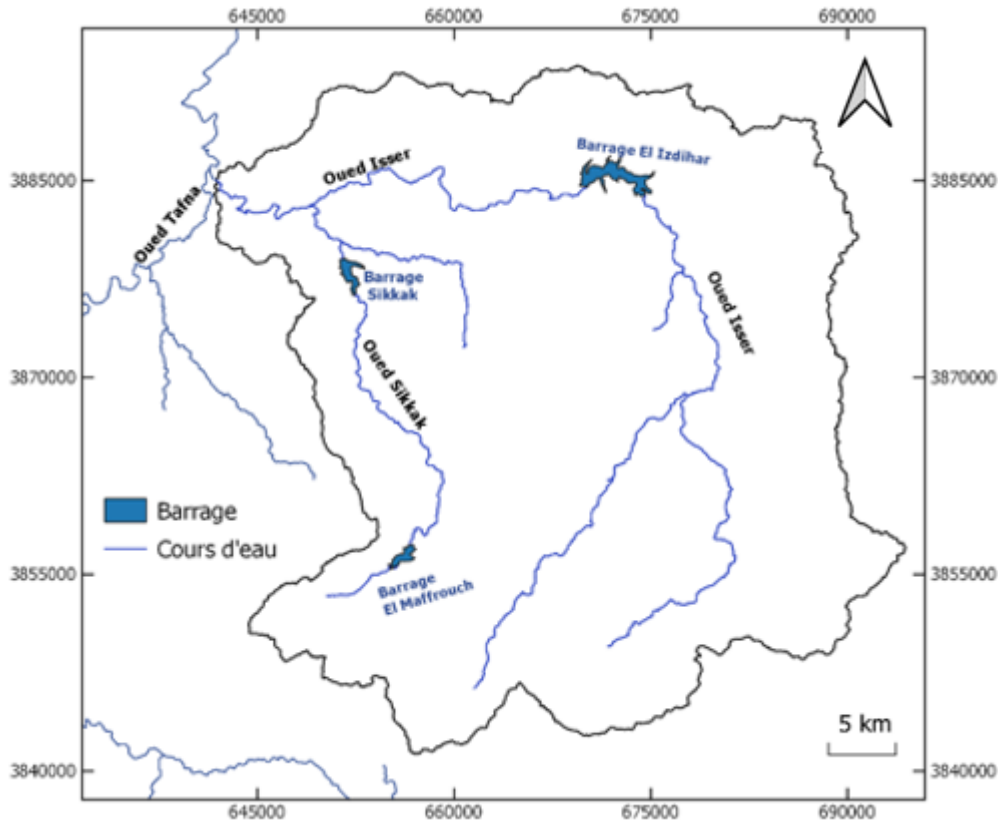


Figure 39 - Cours d'eau principal – Oued Isser et ses affluents.

L'application du calcul de l'extension de la ramification du réseau hydrographique du bassin versant délimité, à l'aide de la carte MNT, et par l'utilisation de "Strahler ordre" dans le logiciel QGIS, a donné une carte du réseau hydrographique de la figure 40, démontrant un bassin versant d'Oued Isser caractérisé par un réseau dense, en forme dendritique.

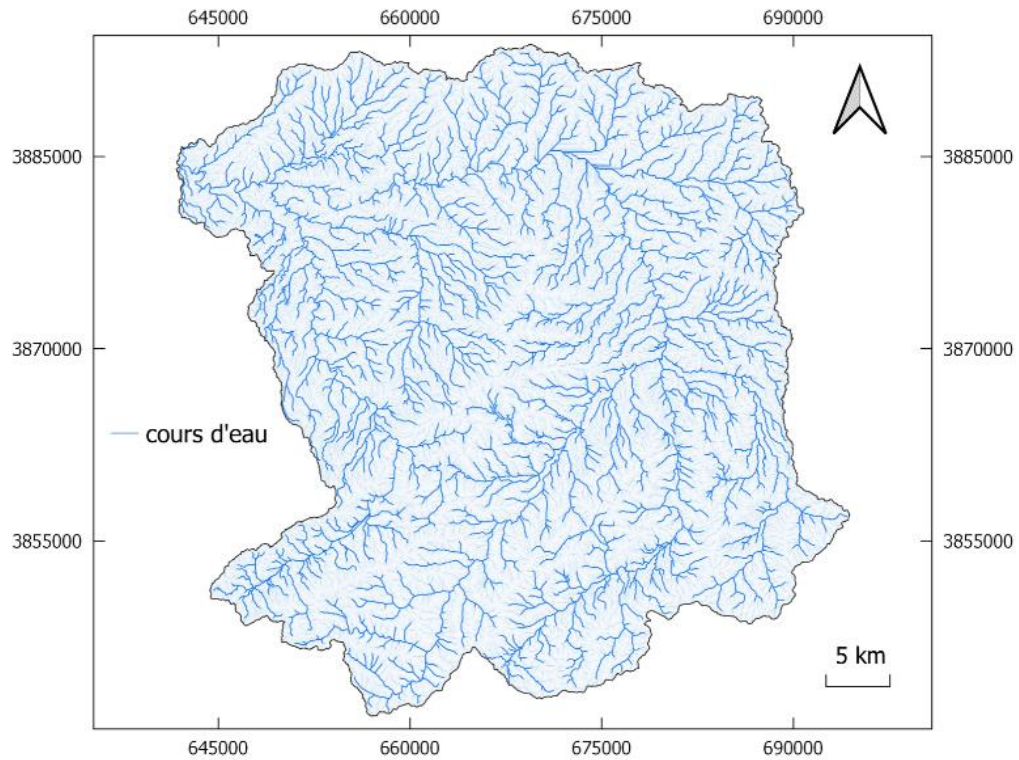


Figure 40 - Carte du réseau hydrographique du bassin versant d'Oued Isser.

1. Classification des talwegs (classification de Strahler)

D'après la classification de Strahler, déjà réalisée, le réseau hydrographique est de l'ordre de 6 (Fig. 41).

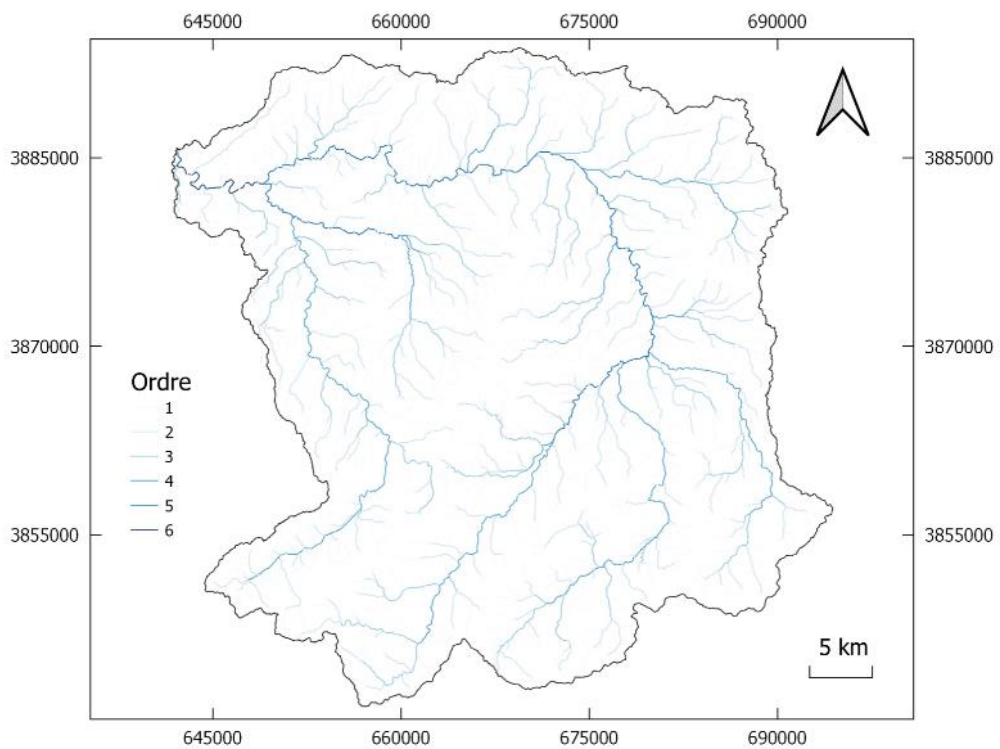


Figure 41 - Carte de la classification des talwegs selon Strahler.

La classification des thalwegs du notre bassin versant d'étude, est rassemblée au tableau 6 :

Ordre	Nombre de talwags
1	994
2	217
3	55
4	11
5	2
6	1

Tableau 6 – Classification du nombre de cours d'eau par ordres.

Lorsque le réseau hydrographique est bien organisé, les nombres des cours d'eau d'ordre successif croissant forment une série géométrie inverse (Hayane, 1983).

2. Fréquence des cours d'eau

La fréquence hydrographique pour ce bassin est égal à : 0.68.

3. Rapport de confluence

Ordre	Nombre de talwags	Rc
1	994	$Rc_1=N_1/N_2=994/227= 4.48$
2	217	$Rc_2=N_2/N_3=217/55= 3.95$
3	55	$Rc_3=N_3/N_4=55/11= 5$
4	11	$Rc_4=N_4/N_5=11/2=5.5$
5	2	$Rc_5=N_5/N_6=2/1=2$
6	1	
		$R_c=(Rc_1+Rc_2+Rc_3+Rc_4+Rc_5)/5=4.18$

Tableau 7 - Rapport de confluence.

Les points portés sur diagramme semi-logarithmique (Fig. 42) sont alignés sur une droite.

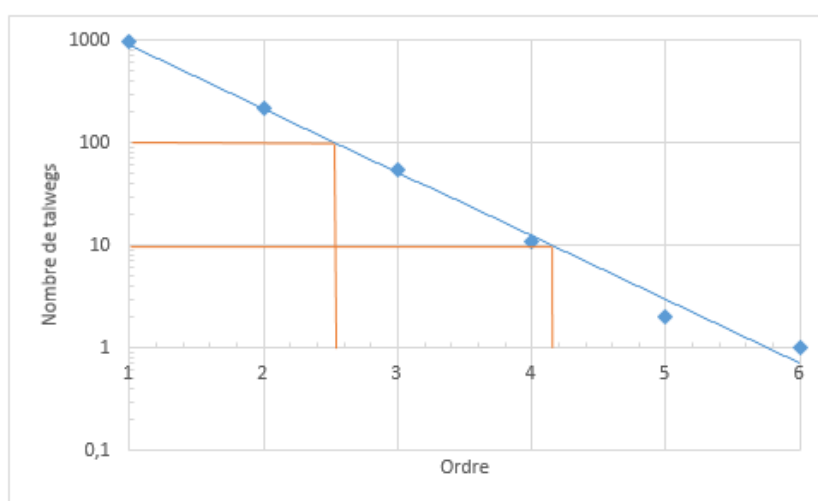


Figure 42 - Droite représentative du nombre de talwags en fonction de l'ordre.

Le rapport de confluence moyen est égal à la pente de la droite ajustée à l'ensemble des points.

$$\text{Avec la pente est égal : } a = \frac{\text{Log}(100) - \text{Log}(10)}{4.15 - 2.55} = 0.62$$

$$\text{On a : } a = \text{Log } R_c \text{ donc } R_c = 10^a = 10^{0.62}$$

Donc, pour le bassin versant d'Oued Isser le rapport de confluence est égal à 4.16.

Pour un réseau hydrographique parfaitement organisé, $R_c = 2$ (Sogreah, 1967 et Hayane, 1983). Dans ce cas, on constate que l'Oued Isser présente une mauvaise organisation.

IV. CONCLUSION

La télédétection permet de cartographier les lithologies ainsi que les linéaments de façon raffinées et plus précise. A partir de cette technique nous avons amélioré la localisation des structures géologiques, qui nous a permis de déterminer les formations perméables facilement.

Ensuite, l'étude de comportement hydrologique du bassin versant d'Oued Isser montre que ce dernier a une forme allongée, caractérisé par des reliefs forts avec des altitudes comprises entre 77 et 1614 m et une altitude moyenne de 715.97 m, les pentes variantes ; faibles dans les plaines et très élevées dans les monts atteignent les 67 degrés.

Enfin, le réseau hydrographique donne une forme générale dendritique, avec un réseau hydrographique dense, de l'ordre de 6 selon la classification de Strahler.

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans le présent travail nous avons été amenés à réaliser une cartographie hydrologique et hydrogéologique sur le bassin versant d'Oued Isser par l'utilisation des images Landsat 8 ETM+, et les techniques du système d'information géographique. Les principaux résultats seront énumérés ci-dessous :

Sur le plan télédétection, les traitements numériques appliqués (compositions colorées, analyse en composante principale, transformation RVB-ITS, rapports des bandes et filtres) ont permis une discrimination précise des différentes formations lithologiques puis les formations hydrogéologique perméables dans le bassin versant d'Oued Isser.

Par ailleurs, le réseau de la fracturation obtenu par le filtrage directionnel a permis la cartographie de 518 linéaments montrant des directions majeurs d'orientations ENE-WSW, E-W et ESE-WNW correspondant aux directions telliennes confirmées par les travaux de Guardia (1975), de Hayane (1983) et de Benest (1985).

L'étude hydrologique dudit bassin réalisée par *QGIS* et basée sur la caractérisation morphologique, délimitation du bassin, l'utilisation du modèle numérique de terrain (MNT), nous a permis de mettre en évidence les faits suivants :

- le bassin versant d'Oued Isser couvre une grande superficie, caractérisé par une forme allongée ;

- les altitudes dans notre bassin d'étude sont comprises entre 77 et 1614 m avec une altitude moyenne est de 715.97 m ;

- au niveau de ce bassin, l'altitude la plus fréquente entre 400 et 600 m ;

- les pentes varient entre 0 et 67 degrés ; faibles dans les plaines et très élevées dans les reliefs ;

- le réseau hydrographique est dense, donne une forme dendritique ;

- le cours d'eau principal est d'ordre 6 selon la classification de Strahler.

Les différents résultats obtenus ne viennent pas contredire les travaux antérieurs sauf pour certaines mises à jour sur le plan faciès.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AL-SULAIMAN F., FAHDAWI S. & SALIH S. (2017)- Detection of structural control on formation water quality, in Hemrin oilfield, northern Iraq, using lineament analysis and hydrochemical data. *Tikrit Journal of Pure Science*, pp. 146-158.

BELKEBIR L., BESSEDIK M., AMEUR-CHEHBEUR A. & ANGLADA R. (1996)- Le Miocène des bassins Nord-occidentaux d'Algérie : Biostratigraphie et Eustatisme. *Géol. de l'Afrique et de l'Atlantique Sud : Actes Colloques Angers 1994, Edition Elf Aquitaine*, Univ. Pau, pp. 553-561, 3 fig.

BENEST M. (1982)- Importance des décrochements sénestres (N-S) et dextre (E-W) dans les Monts de Tlemcen et de Daïa (Algérie occidentale). *Rev. Géol. Dyn. Géol. Pays., Paris*, Vol. 23, Fasc. 5, pp. 345-362, 8 fig.

BOUANANI A. (2004)- Hydrologie, Transport Solide et Modélisation. Etude de quelques sous-bassins de la Tafna (Nw - Algérie). *Thèse Doct. d'Etat*, Univ. Tlemcen, 236 p., 81 fig., 77 tab.

COULIBALY I. (1996)- Interprétation structurale des linéaments par traitement d'image satellitaire : Cas des sous provinces d'Abitibi et d'Opatika (Quebec). *Mém. de Maitrise des sciences en télédétection. Dépt. Géol. Tel*, Univ Sherbrooks, Canada, 106p.

DAHMANI B., HADJI F. & ALLAL F. (2003)- Traitement des eaux du bassin hydrographique de la Tafna (NW Algérie). *Desalination*, Vol. 152, p. 113-124.

GARBA O.M. (2012)- Apport de la télédétection à l'étude de la fracturation : Exemple : Les Monts de Tlemcen (SS), *Dipl. Master*, Univ. Tlemcen, 41 p., 26 fig., 5 tab.

GENTIL L. (1903)- Etude géologique du bassin de la Tafna (Algérie). *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, Alger, 2^e s., n° 4, 88 fig., 425 p., 4 pl.

GHIBECHE I. (2011)- Contribution à la régionalisation stochastique des paramètres physico-chimiques des eaux souterraines dans le cadre d'un SIG : Application à la région de Djelfa. *Dipl. Magister*, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA), Alger, 101 p., 45 fig., 14 tab.

GUARDIA P. (1975)- Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie Nord Occidentale. *Thèse Doct. d'Etat*, Univ. Nice, 256 p., 139 fig., 5 pl.

HAMMENI N. (2011)- Etude des ressources en eau du bassin versant de la Soummam par l'utilisation du SIG. *Dipl. Magister*, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA), Alger, 153 p., 57 fig., 40 tab.

HAYANE S.M. (1983)- Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du bassin versant de l'oued Sikkak (région de Tlemcen). *Thèse Doct. d'Etat*, Univ. Oran, 236 p., 91 fig.

MAROK A. (1996)- Stratigraphie, sédimentologie et interprétations géodynamiques du Lias- début de Dogger : Exemple de sédimentation carbonatée de plate-forme en Oranie (Monts de Sidi El Abed, hautes-plaines Algérie Occidentale). *Thèse Magister*, Univ. Lyon I, 199 p., 89 fig.

PEBAY-PEYROULAY E. (2012)- Physique de la lumière, *Cours de Physique, Chapitre 5 les ondes électromagnétiques*, 33p.

PERRODON A. (1957)- Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie Occidentale. *Bul. Serv. Carte géol. Algérie*, Alger, n° 12, 328p.

REMAOUN K. (2003)- Le bassin-versant de l'Oued Tafna (Algérie Occidentale) : Mise en place du réseau hydrographique et processus morphogéniques à l'origine de l'organisation du bassin. *Collection EDYTEM. Cahiers de géographie*, pp. 73-82.

SADRAN G. (1958)- Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires du Tell oranais. *Bul. Serv. Carte géol. Algérie*, Alger, 535 p., 61 fig.

SOGREAH S. (1967)- Étude générale des aires d'irrigation et d'assainissement agricole en Algérie. *Dossier, Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire*, Algérie.

TARMOUL S. (2018)- Etude comparative de l'écoulement sur les bassins versants endoréiques du Hodna et des Hauts plateaux constantinois. Cas d'étude des oueds L'ham, Lougmane, Soubella et Chemorah (Algérie orientale). *Thèse Doct. d'Etat*, Univ. Constantine 1, 252p.

WEBOGRAPHIE

<https://www.qgis.org>

<http://usgs.gov/srtm>

LISTES DES FIGURES ET DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

	P.
Figure 1 - Image satellite Landsat 8	2
Figure 2 - Interface ENVI 4.5	4
Figure 3 - Interface QGIS 3.12	5
Figure 4 - Esquisse géographique du bassin versant de la Tafna et son réseau hydrographique (Dahmani et <i>al</i> , 2003, modifiée)	7
Figure 5 - Contexte structural du bassin de la Tafna (d'après Remaoun, 2003, modifiée)	9
Figure 6 - Extrait de la carte géologique de l'Oranie au 500.000 ^{ème} (<i>in</i> Benzina, 2012)	10
Figure 7 - Colonne lithostratigraphique type des Mont de Tlemcen (Benest, 1982)	11
Figure 8 - Bassin Miocène synchro-nappes (Guardia, 1975)	12
Figure 9 - Extrait de la carte topographique du bassin versant de l'Oued Isser	14
Figure 10 - Schéma structural simplifié des Monts de Tlemcen (Hayane, 1983, modifiée)	15
Figure 11 - Principe de base de la télédétection	17
Figure 12 - Rayonnement et spectre électromagnétiques	18
Figure 13 - Signature spectrale de quelques éléments	19
Figure 14 - Différentes étapes de la télédétection	20
Figure 15 - Composantes du SIG	21
Figure 16 - Types des formats d'images d'un SIG	22
Figure 17 - Composition colorée en couleurs naturelles 432	24
Figure 18 - Composition colorée en fausses couleurs 532	24
Figure 19 - Zoom sur la composition colorée en fausses couleurs 532	25
Figure 20 - Tableau statistique de l'ACP classique	26
Figure 21 - Composition colorée CP4, CP3, CP2	26

Figure 22 - Zoom sur la composition colorée CP4, CP3, CP2	27
Figure 23 - Tableau statistique de l'ACP selective	28
Figure 24 - Composition colorée CP3, CP2, CP1	28
Figure 25 - Transformation RVB-ITS	29
Figure 26 - Composition colorée du Band Ratio (5/4, 5/3 et 5/2)	30
Figure 27 - Filtres directionnels 0° et 45°	31
Figure 28 - Filtres directionnels 90° et 135°	31
Figure 29 - Carte de faciès issue par télédétection de la région d'étude	36
Figure 30 - Carte de fracturation issue par télédétection	37
Figure 31 - Carte des linéaments des filtres 0 et 90°	38
Figure 32 - Carte des linéaments des filtres 45 et 135°	38
Figure 33 - Rosace directionnelle de la fracturation	39
Figure 34 - Modèle numérique terrain (MNT) du bassin versant d'Oued Isser	41
Figure 35 - Carte hypsométrique du bassin versant d'Oued Isser	42
Figure 36 - Courbe hypsométrique du bassin versant d'Oued Isser	43
Figure 37 - Histogrammes des fréquences altimétriques du bassin versant	44
Figure 38 - Carte des pentes du bassin versant d'Oued Isser	45
Figure 39 - Cours d'eau principal – Oued Isser et ses affluents	46
Figure 40 - Carte du réseau hydrographique du bassin versant d'Oued Isser	47
Figure 41 - Carte de la classification des talwegs selon Strahler	47
Figure 42 - Droite représentative du Nombre de talwegs en fonction de l'ordre ..	48

LISTE DES TABLEAUX

	P.
Tableau 1 - Caractéristiques des bandes Landsat 8 (Al-sulaiman et <i>al</i> , 2017)	20
Tableau 2 - Répartition des réseaux de linéaments du bassin versant d'Oued Isser	39
Tableau 3 - Mesures statistiques des directions préférentielles	40
Tableau 4 - Répartition altimétrique du bassin versant d'Oued Isser	43
Tableau 5 - Calcul de l'altitude moyenne du bassin versant d'Oued Isser	44
Tableau 6 - Classification du nombre de cours d'eau par ordres	48
Tableau 7 - Rapport de confluence	48

MEMOIRE DE MASTER

Type de Master : Professionnel
Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers
Filière : Géologie
Spécialité : Géo-Ressources

Titre du mémoire : Apport de la télédétection et des SIG pour la cartographie hydrologique et hydrogéologique. Cas du bassin versant d'Isser (Algérie Nord Occidentale)

Auteur : Abdessalam LAOUFI

Résumé

Dans le but de préciser les traits hydrogéologiques et d'apprécier les comportements hydrologiques dans le bassin versant d'Oued Isser, plusieurs techniques de traitement ont été effectués. A cet effet, nous avons utilisé les outils de la télédétection et les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG).

Pour répondre aux objectifs souhaités, nous avons essayé d'une part de préciser les limites de faciès et les structures par les images Landsat 8 et d'autre part de caractériser la morphométrie du bassin versant par le QGIS.

Ainsi, les résultats obtenus nous ont permis de tracer les limites de faciès à partir de l'utilisation des traitements standards (composition colorée, ACP classique) et spécifiques (ACP sélective, rapports des bandes,...) et de quantifier les structures (Filtres directionnels, SPO,...). Une carte géologique détaillée du bassin combiner aux structures est proposée.

Enfin, la cartographie du bassin versant obtenue grâce au SIG montre que ce bassin a une morphologie allongée, caractérisé par des reliefs forts et des pentes variantes, avec un réseau hydrographique dense de forme générale dendritique.

Mots clés : Bassin versant d'Oued Isser, télédétection, SIG, faciès, structures, morphométrie.