



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abdelhamid Ibn Badis



- Mostaganem -

Faculté des Sciences et sciences de la nature et de la vie
Département d'Agronomie

Mémoire en vue de l'Obtention du Diplôme
Du Master 2 en Agronomie

Option : Gestion conservatoire des eaux, des sols et de l'environnement

Thème

Etude spatio temporelle de l'occupation du sol par la méthode de la classification orientée objet au moyen de l'ENVI 5.1 cas du bassin versant de l'Oued Kramis région de Mostaganem.

Réalisé par : **BELKAOUSSA Zohra**

Devant le jury composé de :

Président	M. CHOUIEB Mohamed	MC(B)	Université de Mostaganem
Promoteur	M. HADDAD Ahmed	Pr	Université de Mostaganem
Co-promoteur	M. BENCHETTOUH Ahmed	MA(A)	Université de Lagouat
examineur	M. HARTANI Ahmed	MA(A)	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2016/2017

Dédicace

C'est avec grand plaisir d'amour et de respect que je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents qui sont pour moi l'exemple de sacrifice, de compréhension et d'encouragement, j'espère qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde affection.

Tous mes professeurs qui ont contribué à ma formation

Mes frères et mes sœurs

Mes belles sœurs

Mon beau frère

Mes nièces et mon neveu

Toute ma famille

Tous mes amis(e) et mes collègues sans exception.

A notre cher ami et collègue BELARBI Azzedine Que Dieu bénisse son âme.

BELKAOUSSA Zohra

Remerciements

Je tiens à remercier le bon Dieu qui m'a donné le courage pour accomplir ce modeste travail. Ainsi que, toute personnes ayant participé à la réalisation de mon mémoire et notamment j'aimerais adresser mes sincères remerciements à :

- ❖ Monsieur BENCHETTOUH Ahmed mon co-encadreur pour son soutien, sa patience, ses conseils judicieux et pertinents. je lui dois beaucoup.*
- ❖ Monsieur HADDAD Ahmed enseignant chercheur au département d'agronomie qui m'a fait l'honneur d'accepter de m'encadré.*
- ❖ Monsieur HARTANI Ahmed enseignant chercheur au département d'agronomie qui m'a fait l'honneur d'accepter d'examiner mon travail.*
- ❖ Monsieur CHOUIEB Mohamed enseignant chercheur au département d'agronomie qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ma soutenance.*
- ❖ Tous mes enseignants pour la formation qu'ils m'ont inculquée, notamment ceux de l'option Gestion conservatoire des eaux, des sols et de l'environnement pour la qualité des cours dispensés durant mon cursus de formation en spécialité.*
- ❖ Toutes les personnes de la conservation des forêts de Mostaganem et de Relizane pour m'avoir facilité l'accès à toute l'information relative à mon sujet.*
- ❖ Toutes les personnes de l'agence nationale des barrages et de transfert.*
- ❖ Et finalement à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à accomplir ce travail.*

A tous je dis merci beaucoup

BELKAOUSSA Zohra

Liste des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques physiographiques du bassin versant de l'oued Kramis.....	7
Tableau 2: Répartition des superficies Altimétriques	8
Tableau 3: Les classes de pente de la zone d'étude	11
Tableau 4: Surface des orientations des reliefs	13
Tableau 5: Les différentes classes lithologiques de la zone d'étude.....	14
Tableau 6: Caractéristiques des stations pluviométriques.....	15
Tableau 7: Pluviométrie moyenne interannuelle de la zone d'étude (1994/95 - 2015/2016)	16
Tableau 8: Données climatiques (2004-2015) de la station de Sidi M'hamed Ben Ali.....	17
Tableau 9: Températures moyennes interannuelles (°C) de la station de Sidi M'hamed Ben Ali (1994/95 - 2015/2016)	21
Tableau 10: L'indice bioclimatique d'Emberger,L. (d'après Stewart, 1969)	24
Tableau 11:L'indice de De Martonne	24
Tableau 12: Caractéristiques spectrales et spatiales des images traitées du capteur Landsat 4-5 <i>Thematic Mapper (TM)</i>	39
Tableau 13: Caractéristiques spectrales et spatiales des images traitées du capteur Landsat 8 <i>Operational Land Imager (OLI)</i> et <i>Thermal Infrared Sensor (TIRS)</i>	39
Tableau 14: Résultat global de la segmentation au seuil de forte compatibilité	47
Tableau 15: Résultat du tableau croisé <i>Merge Level</i> * <i>Compatibilité</i> * <i>Scal Level</i>	48
Tableau 16: Tests du Khi-deux	49
Tableau 17: Classes d'occupation du sol en surface	50

Liste des figures

Figure 1: Localisation de la zone d'étude	4
Figure 2: Profil de principal cours d'eau du bassin versant de l'oued Kramis	8
Figure 3: Courbe hypsométrique de l'oued Kramis	9
Figure 4: carte hypsométrique du bassin versant de l'Oued Kramis.....	10
Figure 5: Carte des pentes de la zone d'étude	11
Figure 6 : Carte des expositions des reliefs de la zone d'étude.....	12
Figure 7: carte du réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Kramis.....	13
Figure 8: Surfaces d'influence des stations pluviométriques déterminées selon la méthode des polygones de Thiessen	15
Figure 9 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Sidi M'hamed Ben Ali (1994/95 – 2015/2016)	17
Figure 10: Répartition spatiale des précipitations moyennes annuelles sur la zone d'étude	18
Figure 11: Coefficient d'abattement (Ki) (1994/95 - 2015/2016).....	19
Figure 12 : L'indice de Desfontaines modifié (station de Sidi M'hamed Ben Ali :1994/95- 2015/2016)	20
Figure 13: Régime thermique interannuel de la station de Sidi M'hamed Ben Ali (1994/95 - 2015/2016)	22
Figure 14 : Répartition spatiale des températures moyennes annuelles sur la zone d'étude.....	22
Figure 15: Diagramme Ombrothermique (station de Sidi M'hamed Ben Ali : 1994/95 – 2015/2016)	25
Figure 16: Climagramme d'EMBERGER de la station de Sidi M'hamed Ben Ali.....	26
Figure 17: Mode de représentation raster.....	33
Figure 18: Principe de la classification orientée objet	41
Figure 19: schéma hiérarchique de différentes occupations des sols.....	43
Figure 20: Diagramme méthodologique	44
Figure 21: <i>Manipulateur</i> des variables <i>Scal level (SL)</i> et <i>Merge level (ML)</i> sur l'ENVI 5.1	45
Figure 22: Résultats de segmentation.....	46
Figure 23: Résultats de l'occupation du sol après la classification orienté objet.....	49
Figure 24: (a, b, c, d, e, f, g, h ,i) et 23 . Evolution spatiotemporelle de l'évolution de la cuvette de barrage du bassin versant de l'oued Kramis.....	55

Sommaire

Introduction générale.....	1
CHAPITRE I : Etude physiographique et climatique	
1. Introduction	3
2. Contexte géographique de la région d'étude.....	3
2.1 Etude physiographique	5
➤ 2.1.1 Matériel et méthodes	5
2.2.Etude climatique	14
➤ 2.1.2 Pluies	14
➤ 2.1.3 Températures	20
➤ 2.1.4 Synthèse bioclimatique	23
2.2 Conclusion.....	26
CHAPITRE II: Aperçu bibliographique sur la cartographie	
2.1.LA CARTOGRAPHIE.....	27
2.1.1.Définition.....	27
2.1.2.Types de carte	27
➤ 2.1.2.1.Carte topographique	27
➤ 2.1.2.2.Carte thématique	27
➤ 2.1.2.3.Cartographie de la végétation.....	28
2.2.1.Le Système d'Information Géographique (S.I.G)	30
➤ 2.2.1.1.Composition d'un SIG.....	31
➤ 2.2.1.2.Le Système de Gestion de Base des Données(SGBD).....	32
➤ 2.2.1.3.Les données liées aux SIG	32
2.2.2.La Télédétection	34
2.2.3.Classification de l'occupation du sol	34
➤ 2.2.3.1.La méthode de classification supervisée	35
➤ 2.2.3.2.La méthode de classification non supervisée	35
➤ 2.2.3.3.La méthode de classifications orientée- objet	37
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES	
3.MATERIEL ET METHODES	39
3.1 3.1. Données utilisées	39
➤ 3.1.1 Images satellites utilisées	39
➤ 3.1.2 ENVI _{ZOOM} 5.1.....	40
3.2 Méthodologique adoptée	40
➤ 3.2.1 Classification Orientée Object sous ENVI _{ZOOM} 5.1	40

CHAPITRE IV: <i>Résultats et discussion</i>	
4.	RESULTATS ET DISCUSSION 46
4.1	Résultat de la segmentation 46
➤	4.1.1 Choix du pourcentage de niveau <i>Scal level</i> et <i>Merge level</i> 46
➤	4.1.2 Résultats de l'analyse statistique du Khi-deux (χ^2) 48
➤	4.1.3 Résultats de la classification orientée objet 49
4.2	QUELQUES ANOMALIES DE L'OCCUPATION DU SOL RESULTANTES DE LA METHODE DE SEGMENTATION 50
4.3	EVALUATION SPATIOTEMPORELLE DE LA CUVETTE DU BASSIN VERSANT DE L'OUED KRAMIS PAR LA METHODE ORIENTE OBJET 51
	Conclusion générale 56
	Références bibliographique

Introduction générale

Introduction générale

La planification scientifique et la gestion conservatoire d'un écosystème terrestre nécessite des connaissances approfondies de l'état antérieur et actuel de leur patrimoine écologique (eau, sol, couvert végétal...etc). Cette connaissance exige le choix de méthodes d'étude adéquates (Filippo, 2006). Parmi ces méthodes, on trouve la cartographie et la télédétection numérique qui constituent un moyen très avancé et recommandé dans la connaissance approfondie des ressources naturelles et de leurs évolutions spatiotemporelles.

La télédétection est l'outil de prédilection pour la spatialisation de l'information et pour la mise à jour des cartes géographiques en particulier les cartes d'occupation du sol (Corbane, 2004).

Par l'importance scientifique et technique qu'elle occupe à travers son aspect interdisciplinaire, dans la présentation et l'illustration des potentialités géographiques et territoriales du monde matériel, ainsi que le suivi des changements et des évolutions des territoires; la cartographie de l'occupation du sol est mise au défi des avancements technologiques très rapides qui caractérisent les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et la télédétection spatiale, comme étant deux principaux outils techniques mis au service de cette discipline (Achbun., 2013).

Ces dernières décennies, l'utilisation des images à très haute résolution a fait appel à de nouvelles techniques qui prennent en compte le contexte spatial et la position relative des unités d'observation (les pixels). Celles-ci permettent de déduire des propriétés relevant de la dimension spatiale telles que les relations de voisinage et la géométrie des objets accroissant ainsi que les capacités d'extraction du contenu sémantique des images (Caloz., 2001). Ces techniques reposent sur la segmentation des images en régions ou entités homogènes selon des critères d'homogénéité fondés sur des attributs tels que la forme, la texture et la radiométrie (Mansor., 2002).

Les règles de décision utilisées pour une telle opération incluent non seulement les paramètres spectraux mais aussi les paramètres spatiaux. La primitive sémantique n'est donc plus représentée par un unique pixel mais par un ensemble de pixels adjacents et homogènes qui définissent un objet ou une entité.

L'analyse et le traitement des données images selon une approche objet, fournit une information supplémentaire au processus de classification. Dans cette perspective, la segmentation, est le processus heuristique qui permet de générer des objets images par le

regroupement de pixels contigus selon des critères d'homogénéité dépendant des caractéristiques radiométriques et spatiales des pixels.

En exploitant les images Landsat8_OLI, nous avons utilisé une méthode de classification des images multi-spectrales, qui a été récemment appliquée au traitement des images satellites, qui se base sur une approche objet. Ce travail évoque ainsi les capacités et les limitations de l'approche objet appliquée à la classification des images multi spectrales. A cet effet, nous avons testé le logiciel ENVI 5.1 dont la technologie est basée principalement sur l'implémentation d'outils de segmentation des images et de classification réalisée selon la réalité du terrain.

L'intérêt des résultats obtenus par la classification orientée objet au moyen des images multi spectrales de Landsat 8_OLI est d'optimiser l'extraction de l'information nécessaire à l'établissement et à la mise à jour d'une carte d'occupation de sol du bassin versant de l'oued Kramis, région Ouest de l'Algérie.

Le présent manuscrit est structuré comme suit :

- ☞ Une introduction générale.
- ☞ Chapitre I sera consacré à l'étude physiographique et climatique de la zone d'étude.
- ☞ Chapitre II portera sur la représentation cartographique au moyen du SIG et de la Télédétection.
- ☞ Chapitre III sera consacré au matériel utilisé et à l'approche méthodologique.
- ☞ Chapitre IV, nous discuterons d'une manière synthétique l'ensemble des résultats obtenus.
- ☞ Enfin, nous terminerons par une conclusion générale où seront résumées les grandes lignes de ce travail.

Chapitre I :

Etude physiographique et climatique de la zone d'étude

1. Introduction

On appelle bassin versant l'ensemble constitué par ce réseau et les surfaces qui potentiellement contribuent à l'alimentation de ce réseau, par ruissellement de surface des eaux d'origine météorique (Thibault, 2011). Le bassin versant est le cadre générale de toute étude environnementale (Furusho, 2008). La connaissance des caractères topo-physiographiques d'un bassin versant est une étape indispensable à toute étude relative à l'environnement.

Le développement des techniques modernes d'acquisition de mise en disposition d'information digitale par le biais du modèle numérique de terrain (MNT) et des données satellitaires multi-dates a rendu possible la caractérisation physiographique et bioclimatique d'un bassin versant. Ces informations servent de plus en plus à la description des caractéristiques du milieu et à la cartographie numérique.

Afin de mettre en relief une classification de différentes utilisations d'occupation des sols dans le bassin versant de l'oued Kramis, une étude préliminaire de connaissance du terrain sera indispensable pour modéliser ses caractères physiographiques et climatiques.

Le présent travail consiste à réaliser des cartes thématiques à l'aide des données satellites (MNT et images satellites) intégrées dans un environnement SIG, pour étudier les caractéristiques physiographiques (carte de localisation de la zone d'étude, carte hypsométrique, carte des pentes et des expositions, carte hydrographique, carte lithologique, ... etc) et climatiques (comme par exemple, les cartes des isohyètes) du bassin versant de l'oued Kramis.

2. Contexte géographique de la région d'étude

Le bassin de l'oued Kramis se situe dans la partie Nord-ouest de l'Algérie. Il fait partie du grand bassin versant de Côtiers Algérois. D'une superficie de 302 km² et d'une forme allongée, le bassin versant de l'oued Kramis est encadré par le massif montagneux du Dahra au Nord, et par les monts de Taougrite et Chaabnia à l'Est. Au sud, il est limité par les monts nord de la plaine de Chélif.

Oued Kramis se situe entre les latitudes Nord de 36° 16' 00'' et 36° 6' 30'' et les longitudes Est de 0° 39' 30'' et 0° 56' 30'' (*Projected Coordinate System : Nord_Sahara_1959_UTM_Zone_31N*) (Figure. 01).

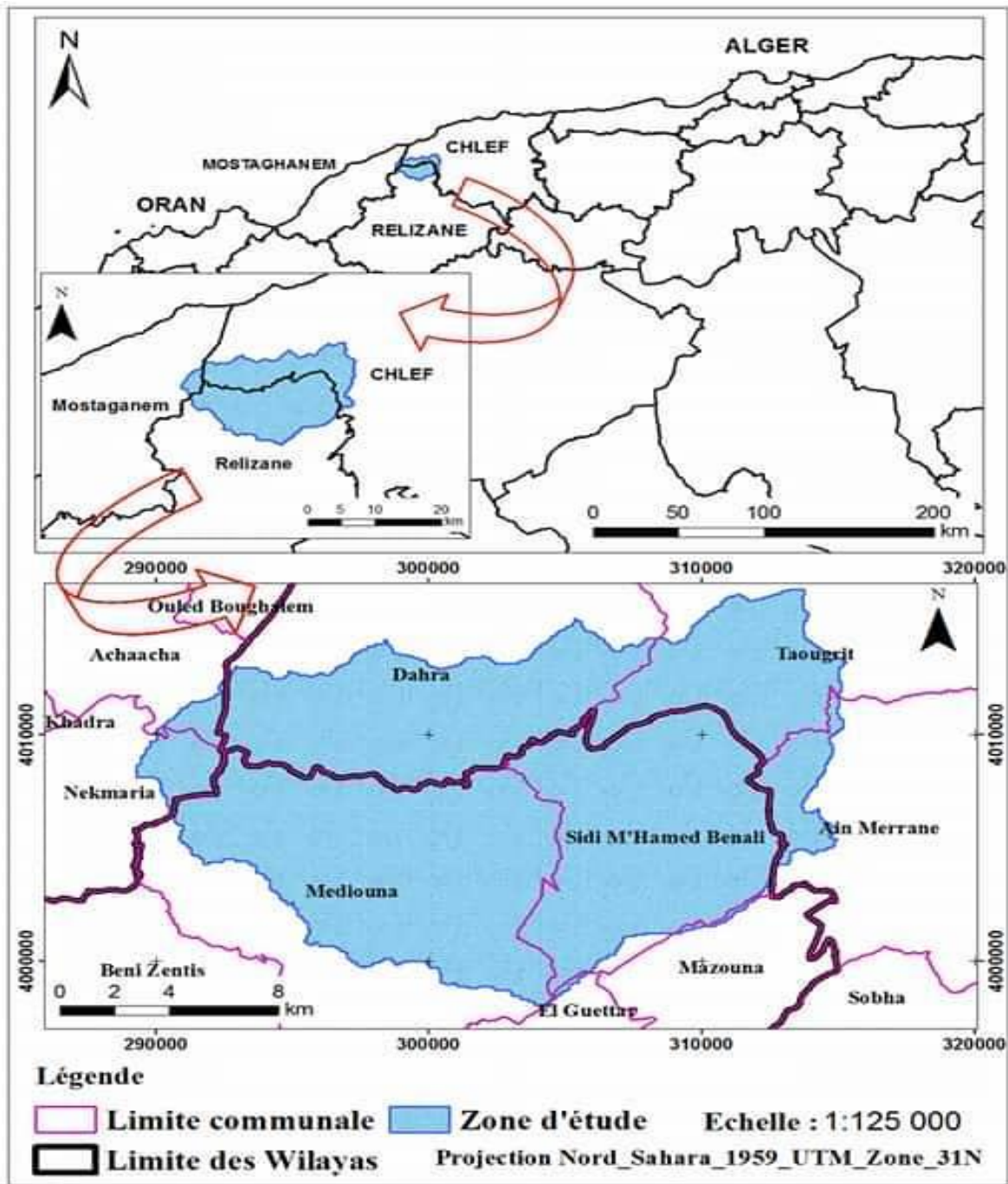


Figure 1: Localisation de la zone d'étude

L'altitude, variant entre 757 m et 63 m, décroît de l'Est vers l'Ouest avec une élévation moyenne de 380 m (tableau 01). Le relief est très contrasté, constitue de plateaux entaillés et de versants raides, seuls 30.8 % de la surface sont occupées par des plaines d'une activité agricole importante. Ces plaines sont limitées au Nord par les monts de Taougrite, les monts de Chaabnia à l'Est, et ceux d'Ain Merane au Sud et les monts de Sidi Mhamed Benali à l'Ouest (figure 01). Le cours d'eau de l'oued Kramis prend sa source dans les monts de Chaabnia à l'Est pour confluer avec la plaine d'Achaacha au Nord après un parcours de 32.5 km.

Vu son importance socioéconomique, le bassin versant de l'oued Kramis, est dotée en aval d'un barrage d'eau d'une capacité de 45 Millions m³. Ce barrage a été mis en service en 2004 qu'il doit répondre aux besoins d'approvisionnement en eau potable à une population totale de 73289 habitants appartient aux villes situées en aval dont : Achaacha, Nekmaria, Khadra et Ouled Boughanem, ainsi aux besoins agricoles par le développement de l'irrigation sur un périmètre de 4 300 hectares situés dans la plaine de Achaacha.

2.1 Etude physiographique

2.1.1 Matériel et méthodes

Le Système d'Information Géographique (SIG) peut être défini comme un outil qui permet d'interroger, de localiser, d'analyser et de représenter des données ayant une référence spatiale (El Hmaidi., 2014).

Le principe de ce travail est basé sur une succession des étapes permettant l'élaboration des cartes thématiques de la zone d'étude.

L'une des applications principales de programme SIG est la représentation cartographique d'une unité topographique et le stockage des informations des objets géographiques avec leurs attributs numériques.

Délimitation du bassin versant au moyen du MNT en se basant sur une image satellite

Dans notre étude une scène multi spectrales (7) canaux d'une couverture nuageuse nulle ; *could cover = 0*) Landsat_5 Thematic Mapper (TM) de Path_197/Row_035 (Landsat Scene Identifier: LT51970352006295MPS00) acquise le 22/10/2006 après deux ans de la mise en service de barrage de l'oued Kramis a été utilisée comme outil pour pouvoir positionner le point aval du bassin versant (la digue du barrage). Ces images sont fournies par le site <http://earthexplorer.usgs.gov/>, au format Geotif. Le modèle numérique d'élévation en format SRTM Version 3 (*Shuttle Radar Topography Mission*), de 36° latitude et de 00° longitude obtenu sur le site : <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp> a été utilisé comme source de donnée numérique pour la création d'un model numérique de terrain MNT.

Toutes ces données sont intégrées et analysées dans un environnement SIG pour cartographier les caractères physiographiques et bioclimatiques du milieu d'étude.

Modélisation des paramètres physiographiques du bassin versant

Les données numériques d'élévation obtenues sont introduites et analysées au moyen du kit *spatial analyst tools* intégré dans l'ArcGIS 10.2 afin de délimiter le bassin versant et ses sous bassins drainés par les différents cours d'eau existants. Deux principaux modèles : *hydrology* et *conditional* existants dans le kit: *Spatial analyst tools* ont été utilisés avec ses applications: *fill*, *flow direction*, *flow accumulation* et *con*. Ces différentes étapes sont effectuées en premier lieu pour déterminer le réseau hydrographique qui draine l'ensemble du bassin versant. Ensuite les deux applications *Stream Ordre* et *Stream to feature* dans le modèle *hydrology* ont été utilisées. En fin, le bassin versant a été délimité en fixant l'exutoire de l'oued principal qui draine le bassin versant de notre région d'intérêt en appliquant l'outil *Watershed*.

En outre les applications citées ci-dessus, le kit : *Spatial analyst tools* génère automatiquement autres données complémentaires semblent indispensables dans notre études. Les couches obtenues selon les caractéristiques physiographiques voulus sont des données superposables dans le SIG pixel par pixel.

Modélisation des paramètres climatiques

Les courbes d'isohyètes et d'isothermiques du bassin versant

Les données ponctuelles des précipitations et des températures moyennes mensuelles de la zone d'étude avec leurs coordonnées géographiques sont tout abord traitées dans une page Excel en utilisant la projection : *Projected Coordinate System : Nord_Sahara_1959_UTM_Zone_31*. Ensuite ces données sont introduites dans l'ArcGIS 10.2. L'outil *Geostatistical analyst tools* a été utilisée afin d'extrapoler ces données qui ont été déjà calculées selon des formules empiriques adoptées en élaborant des cartes thématiques qui nous permettent d'interpréter la variabilité spatiale de l'effet de ces facteurs climatiques fondamentaux sur le territoire de notre zone d'étude.

1.1.1.1. Résultats et discussion

Résultats de la modélisation physiographique

Le relief dans une étude environnemental un paramètre essentiel. Il détermine en grande partie l'effet interdépendant des facteurs climatiques et leur influence sur l'occupation des sols au

sein d'une région bien définie. Ainsi, c'est un élément capital dans le comportement hydrologique d'un bassin versant (El Hmaidi et *al.* 2014).

Les résultats obtenus au cours de cette étude sont résumés dans le tableau 01 ; il englobe les principales caractéristiques physiographiques du bassin versant de l'oued Kramis.

Tableau 1: Caractéristiques physiographiques du bassin versant de l'oued Kramis

Superficie du bassin versant (Km ²)	302
Périmètre du bassin versant (Km)	103.3
Le plus long talweg (Km)	32.5
Indice de compacité de Gravelius (KG)	1.7
Longueur du rectangle équivalent (L)	46.2
Largeur du rectangle équivalent (l)	6.5
Altitude max (m)	757
Altitude min (m)	63
Élévation moyenne (m)	380
Altitude à 5% de la superficie du bassin (m)	624
Altitude à 95% de la superficie du bassin (m)	157
Indice de pente global (Ig)	10.10
Dénivelée spécifique (Ds)	175.51
Densité de drainage (Dd) (Km/Km ²)	3.7

Profil topographique du bassin versant

A l'aide du logiciel Global Mapper v.11, le profil topographique de l'oued Kramis a été extrait à partir du MNT 30 de la zone d'étude (Figure.02). A 63 m d'altitude se situe le barrage de l'oued Kramis sur l'oued Kramis qui rejoint le long de son parcours quelques affluents secondaires drainant les différents sous bassins versants de la zone d'étude (figure 02). A 32.5 km de parcours entre un point d'altitude de 757 m situé sur les monts de Taougrite, l'oued Kramis et ses affluents alimentent le barrage de l'oued Kramis situé en l'aval du bassin versant.

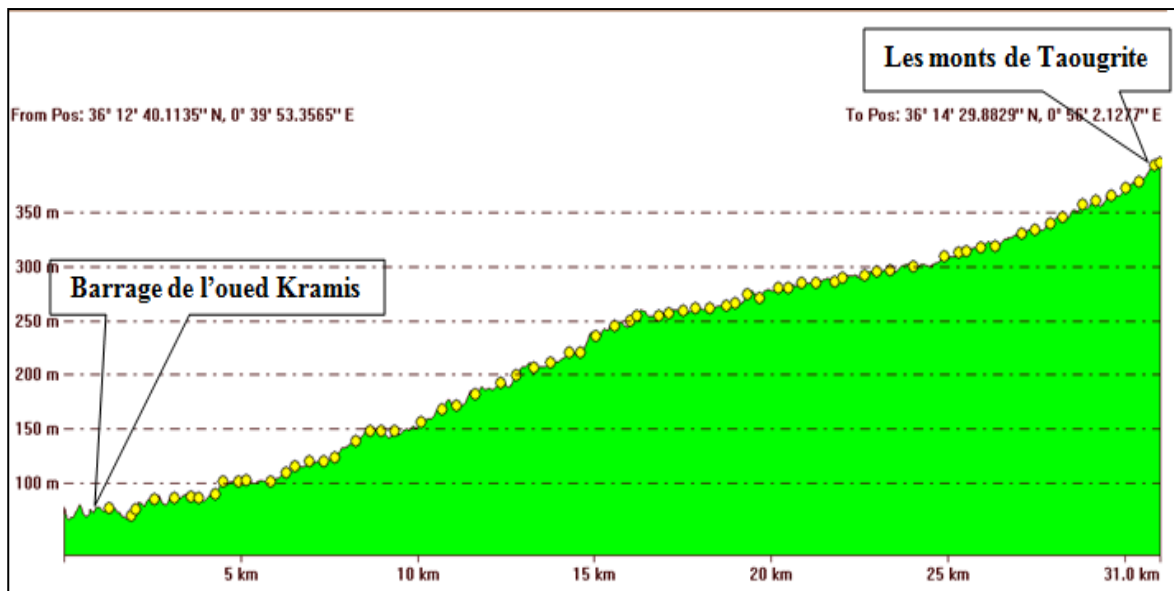


Figure 2: Profil de principal cours d'eau du bassin versant de l'oued Kramis

Carte et courbe hypsométrique de la zone d'étude

Tableau 2: Répartition des superficies Altimétriques

Classe	Surface entre CN	% surface	surface cumulée	surface à la limite d'inférieure %	élévation
63-113	4.8	1.6	1.6	100.0	63
113-163	8.7	2.9	4.5	98.4	113
163-213	12.4	4.1	8.5	95.5	163
213-263	17.5	5.8	14.3	91.5	213
263-313	35.3	11.6	25.9	85.7	263
313-363	56.1	18.4	44.3	74.1	313
363-413	42.0	13.8	58.1	55.7	363
413-463	59.0	19.6	77.7	41.9	413
463-513	32.0	10.8	88.5	22.3	463
513-563	16.0	5.5	94.0	11.5	513
563-613	11.1	3.6	97.7	6.0	563
613-663	4.6	1.5	99.2	2.3	613
663-713	2.1	0.7	99.9	0.8	663
713-757	0.4	0.1	100.0	0.1	713
	302	100		0.0	757

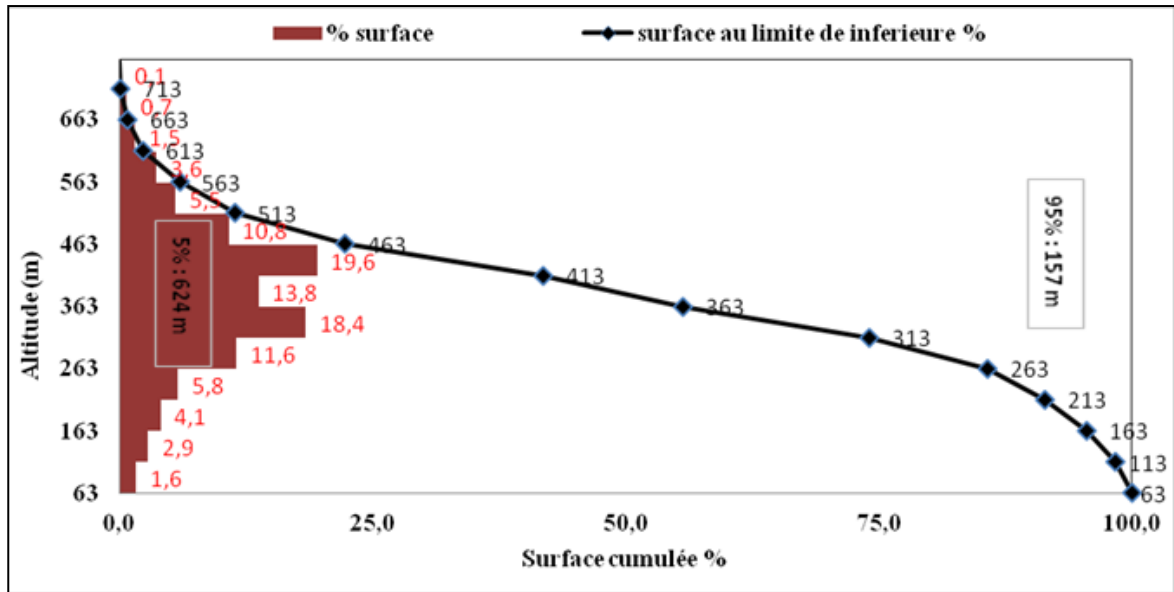


Figure 3: Courbe hypsométrique de l'oued Kramis

La figure 03 représente la courbe hypsométrique du bassin versant de l'oued Kramis et les tranches d'altitude (de 50 mètres) en fonction de leurs surfaces. La dénivelée maximale des terres, de même que celle des terres à 5% et 95% d'altitude, reflète la présence d'un massif montagneux car elles atteignent plus de 624 m et 157 m respectivement. De ce fait, la majorité du Nord-est (Taougrite, Dahra) et du sud (Sidi M'hamed Ben Ali et Mediuona) de la région d'étude est caractérisée par des reliefs relativement accidentés couvrant une surface de 49.6% de la zone d'intérêt. En amont, les terres sont caractérisées par des reliefs plats qui représentent en majeure partie des vallées à activité agricole importante. Dans la partie avale du bassin versant de l'oued Kramis, les versants qui la constituent présentent des pentes douces mais avec certaine aspérité des reliefs.

Extraction des courbes de niveaux

L'hypsométrie consiste à joindre les points d'égaux altitudes ; dans le cas où elles sont rapprochées la pente est raide et lorsqu'elles sont éloignées, la pente est faible et le terrain a un aspect plat.

Les courbes de niveaux de notre zone d'étude ont été extraites à partir du MNT30 intégré dans le logiciel ArcGIS 10.2 au moyen de l'outil *surface* dans le kit: *Spatial analyst tools*.

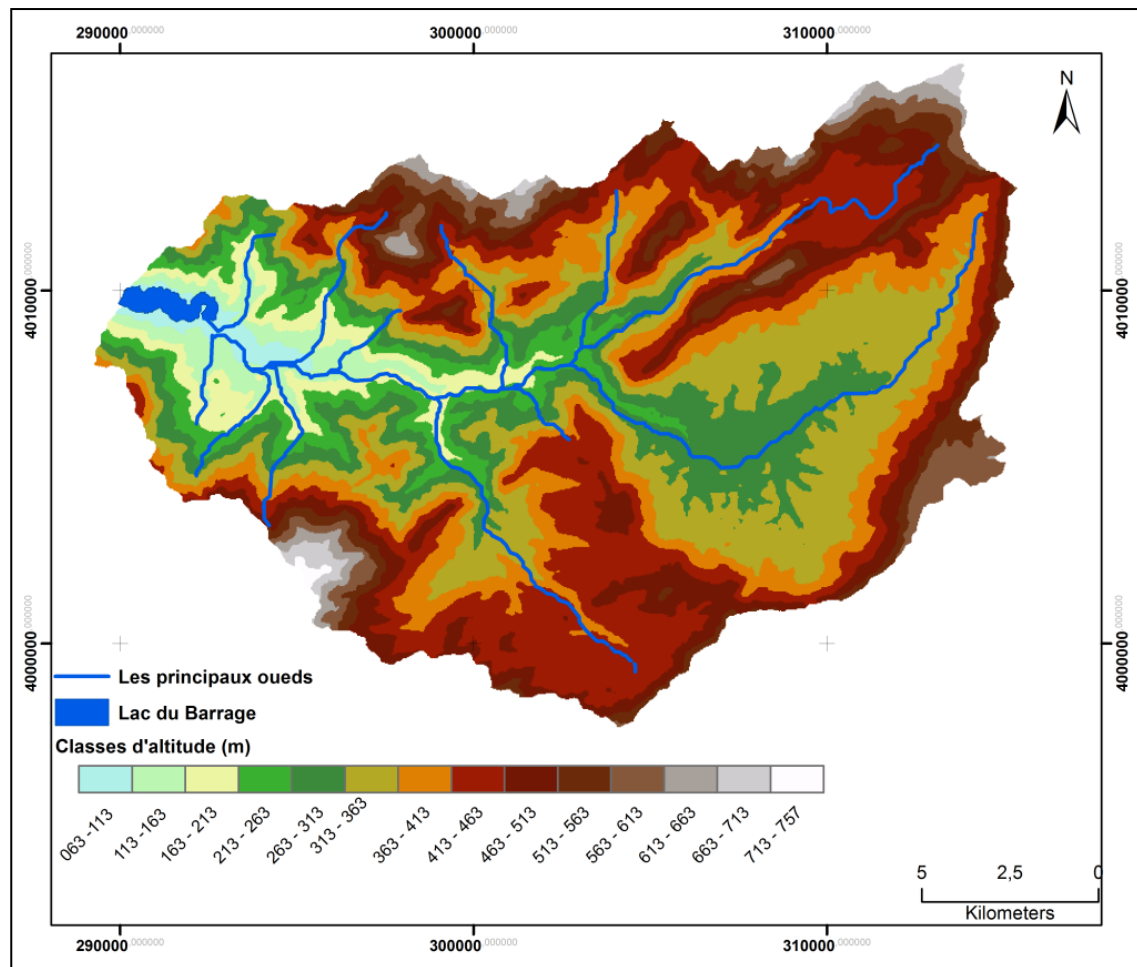


Figure 4: carte hypsométrique du bassin versant de l'Oued Kramis

D'après la figure 04, on déduit que, le secteur Est est caractérisé par des courbes de niveaux bien écartés, tandis que, la partie médiane et celle de l'ouest sont caractérisées par des courbes de niveaux bien serrés ce qui explique que ces régions présentent des pentes raides.

Carte des pentes

La carte des pentes donne la topographie générale de la région d'étude. D'après la classification de Dimitrios et *al* (2013), la grande partie (92.1%) de la zone d'étude est caractérisée par des pentes modérées (entre 5% et 15%) à très modérées ($\leq 5\%$). La majeure partie de ces deux classes des pentes se situent exclusivement dans le secteur Sud-est. Au niveau du barrage et du réseau hydrographique, les pentes deviennent faibles avec un relief plat (figure 05).

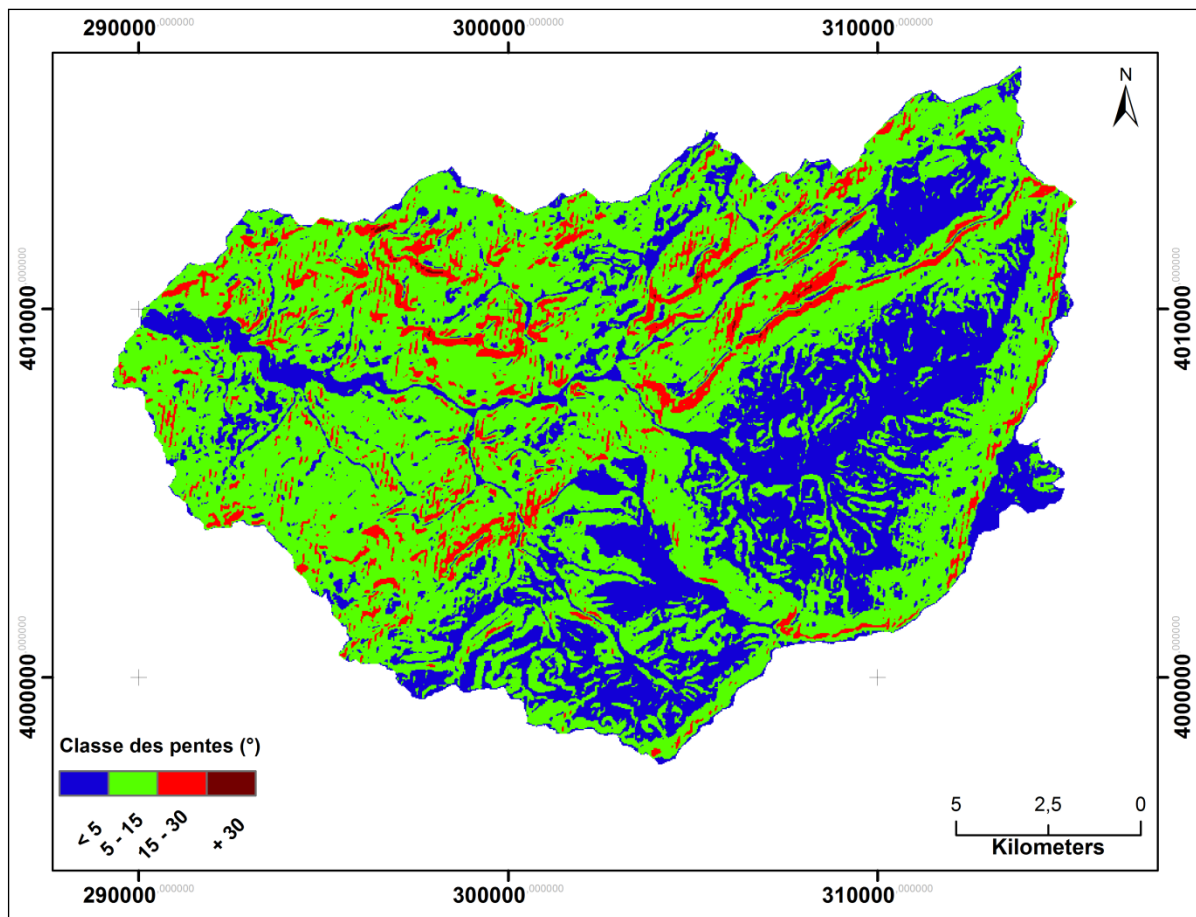


Figure 5: Carte des pentes de la zone d'étude

Tableau 3: Les classes de pente de la zone d'étude

Classe des pentes (%)	Surfaces	
	Km ²	%
< 5	92.5	30.6
5 - 15	185.8	61.5
15-30	23.4	7.8
+ 30	0.2	0.1
Total	302	100

Carte d'exposition des versants

Tout phénomène naturel sur un plan spatial d'une région donnée, varie d'un secteur à un autre. Comme nous l'avons dit, cette variabilité spatiale est liée beaucoup plus au facteur relief. Le relief des marnes tertiaires du Tell oranais est très morcelé. Les profondes entailles en V sont généralement plus raides en exposition Sud qu'en exposition Nord (Gomer, 1994). Cette asymétrie est due à des différences de pédogénèse, de météorisation et d'ablation selon l'exposition (Blum, 1989).

L'influence de l'orientation des versants est déterminée par l'intermédiaire des facteurs tels que la durée d'ensoleillement, l'état hydrique du sol et la direction des vents (notamment ceux qui sont dominants). Huit classes sont considérées (Nord, Nord-est, Est, Sud-est, Sud, Sud-ouest, Ouest et Nord-ouest).

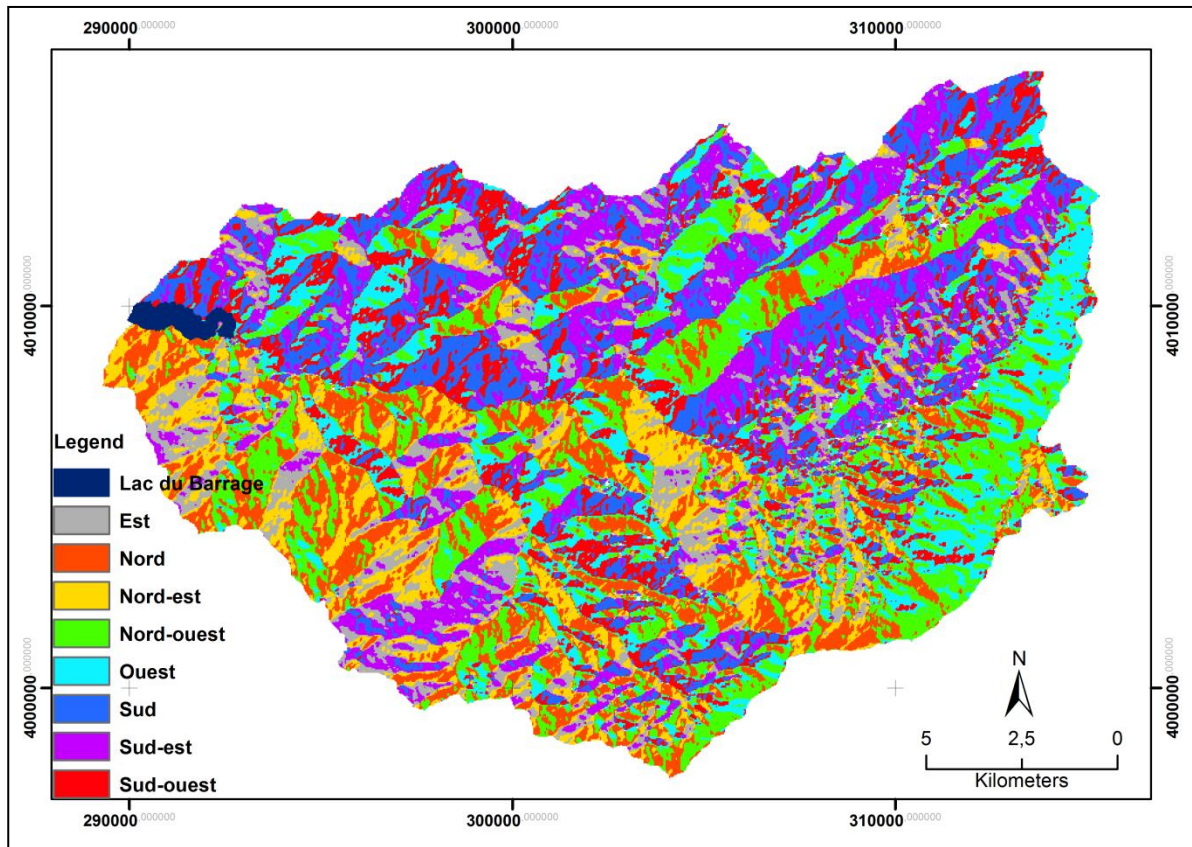


Figure 6 : Carte des expositions des reliefs de la zone d'étude

La carte d'exposition des versants (figure 06) élaborée en intégrant le MNT30 de la zone d'étude dans un environnement SIG (ArcGIS 10.2) traité sous l'outil *surface/aspect* dans le kit : *Spatial analyst tools* permet de déterminer l'orientation des versants avec leurs pourcentages. Ainsi, l'exposition des reliefs est dominée principalement par l'orientation nord-ouest (15.6 % de la surface de la zone d'étude) (tableau 04).

Tableau 4: Surface des orientations des reliefs

Orientations	Surface	
	Km ²	%
Nord	41.6	13.8
Nord-est	30.3	10.0
Est	27.6	9.1
Sud-est	41.7	13.8
Sud	42.2	14.0
Sud-ouest	33.8	11.2
Ouest	37.5	12.4
Nord-ouest	47.2	15.6
Total	302	100

Résultats de la modélisation hydro morphologiques

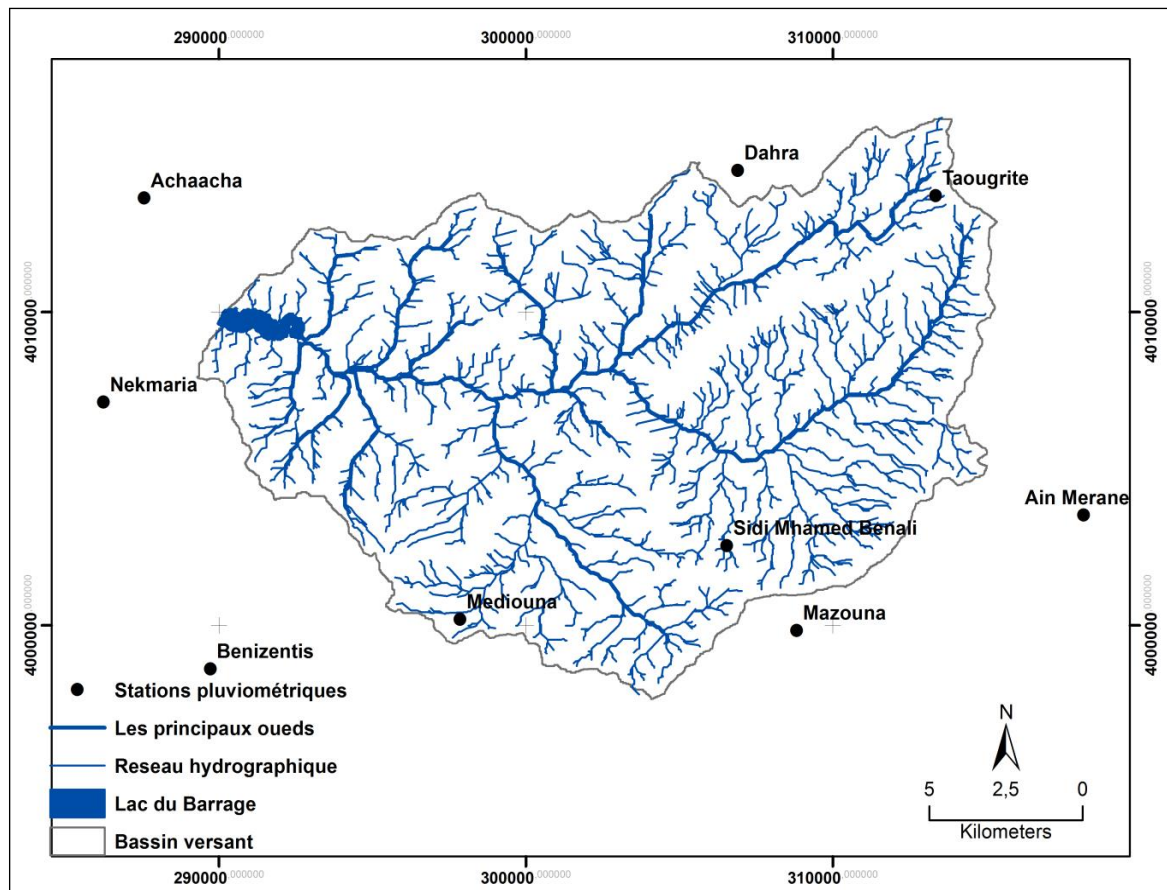


Figure 7: carte du réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Kramis

La carte du réseau hydrographique montre le chevelu hydrographique de la région d'étude permettant l'identification des cours d'eau. A sa lecture, le réseau hydrographique du bassin de l'Oued Kramis draine une superficie de 302 km² comprise depuis les monts de Dahra au Nord et ceux de Taougrite au Nord-est jusqu'au lac du barrage. Les principaux affluents de la rive droite du bassin versant prenant naissance à partir des montagnes de Taougrite, Dahra et Sidi Moussa et

se déversant dans l'oued Kramis. Alors ceux qui sont de la rive gauche du bassin versant prenant naissance à partir des monts de Sidi M'hamed Ben Ali, de Mediouna et de Nekmaria. Ils se déversent dans l'oued Kramis prenant une direction d'écoulement du sud vers le nord.

La lithologie joue un rôle important sur le ruissellement, l'infiltration, l'érosion et le transport solide. Les matériaux géologiques se distinguent en formations meubles (sables, argiles, marnes) ou en formations consolidées (grés, calcaires, dolomies,...) (Toumi, 2013).

Le tableau 05 illustre les différentes classes lithologiques des sols de la zone d'étude.

Tableau 5: Les différentes classes lithologiques de la zone d'étude

La lithologie	Surface	
	Km ²	%
Sol alluvionnaire	26.3	8.7
Marnes brunes	125.5	41.6
Terrain calcaire	39.6	13.1
Sol rouge	14.5	4.8
Sol rouge calcaire	26.8	8.9
Marnes bleue compacte	37.4	12.4
Marnes vertes	20.1	6.7
Marnes bleues armées de grés calcaires	9.8	3.3
Lac d'eau (image satellite 2015)	1.7	0.6
Total	302	100

2.2. Etude climatique

2.1.2 Pluies

Les précipitations sont définies comme : «formes variées sous lesquelles l'eau solide ou liquide contenue dans l'atmosphère se dépose à la surface du globe (pluie, brouillard, neige, grêle, rosée» (Legrain, 2002).

Caractéristiques des stations pluviométriques

Les stations pluviométriques

Les données pluviométriques ont été obtenues à partir du site Web (2016) : <http://tn.freemeteo.com/letemps/historique/historique-quotidien/?gid=2492205&date=2015-05-06&station=13004&language=french&country=algeria> pour les onze stations (Taougrite, Mazouna, Sidi M'hamed Ben Ali, Dahra, Ain Merane, Nekmaria, Achaacha, Khadra, Benizentis, Mediouna et Dadas). Ces stations pluviométriques sont réparties spatialement comme suit : 03 stations

localisées à l'intérieur de la zone d'étude et 08 autres sont situées hors de la zone d'étude. Leurs caractéristiques sont données dans le tableau 06.

Tableau 6: Caractéristiques des stations pluviométriques

n°	Station	Projected Coordinate System: Nord_Sahara_1959_UTM_Zone_31N						
		X (dd)	Y (dd)	Altitude (m)	Localisation	Période de mesure	P (mm)	T (°C)
1	Taougrite	0.92	36.25	530	(+)	22	453.6	18.1
2	Mazouna	0.88	36.13	454	(-)	22	449.7	19.4
3	Sidi M'hamed Ben Ali	0.85	36.15	381	(+)	22	417.5	26.2
4	Dahra	0.85	36.26	489	(-)	22	427.6	17.2
5	Ain Merane	0.98	36.16	497	(-)	22	451.9	20.5
6	Nekmaria	0.62	36.19	308	(-)	22	410.2	19.5
7	Achaacha	0.64	36.25	236	(-)	22	431.8	19.7
8	Khadra	0.58	36.25	151	(-)	22	406.5	18.4
9	Benizentis	0.66	36.11	421	(-)	22	395.7	21.2
10	Mediouna	0.75	36.13	463	(+)	22	386.2	20.9
11	Dadas	0.55	36.23	154	(-)	10	340.0	17.5

(+) : se localise au sein de la zone d'étude

(-) se localise hors zone d'étude

Pour déterminer la pluviométrie interannuelle de la zone d'étude, la méthode des polygones de Thiessen (EPFL, 2003) a été utilisée à l'aide du logiciel ArcGIS 10.2.

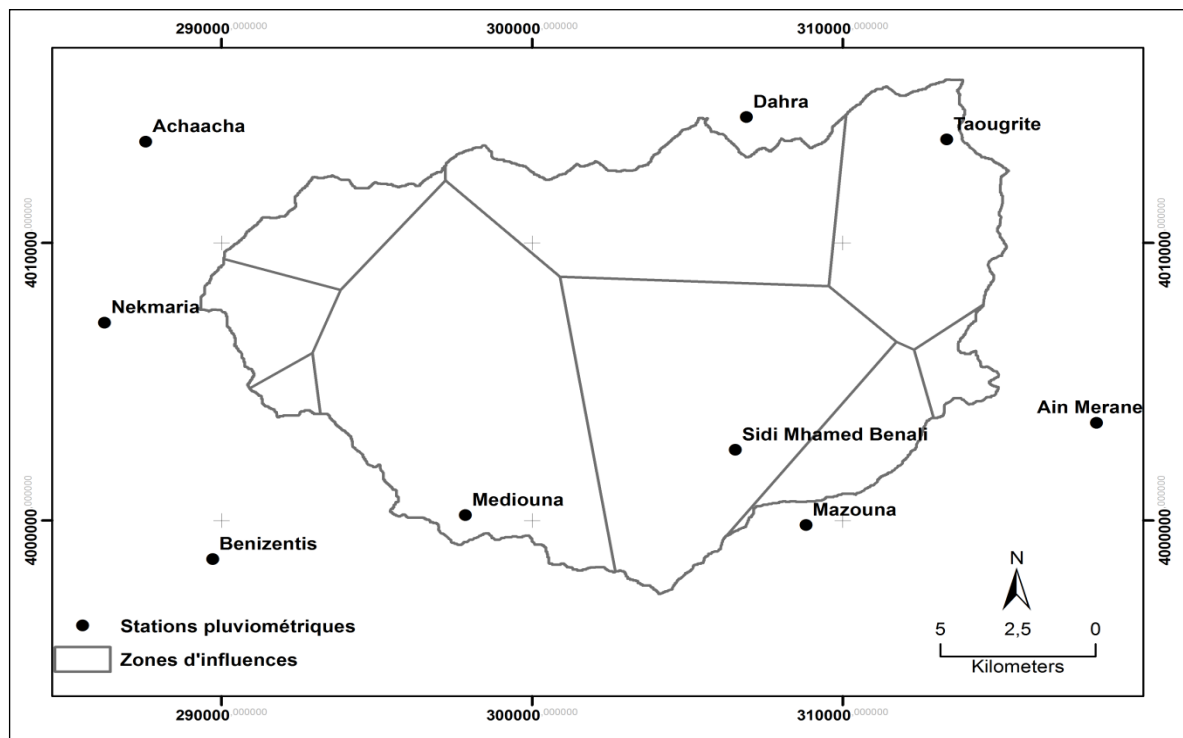


Figure 8: Surfaces d'influence des stations pluviométriques déterminées selon la méthode des polygones de Thiessen

La pluviométrie interannuelle a été calculée selon la formule ci-dessous. Les résultats sont figurés dans le tableau 07 et leur représentation est illustrée par la figure 09.

$$P \text{ moy} = \frac{\sum_{i=1}^n Si Pi}{S}$$

Où :

n : le nombre de stations pluviométriques.

Si : surface d'influence de chaque station pluviométrique (km²).

Pi : pluviométrie moyenne interannuelle de chaque station (mm).

S : surface totale de la zone d'étude (km²).

Tableau 7: Pluviométrie moyenne interannuelle de la zone d'étude (1994/95 - 2015/2016)

Station Pluviométrique	surface		Pi (mm)	Si.Pi	P moyennes (mm)	Ki =Pi/P moyenne
	Km ²	%				
Achaacha	15.2	5.0	431.8	6568	417.8	1.03
Nekmaria	11.4	3.8	410.2	4684		0.98
Mediouna	84.4	28.0	386.2	32607		0.92
Sidi Mhamed Benali	75.3	24.9	417.5	31454		1.00
Mazouna	15.5	5.1	449.7	6970		1.08
Ain Merane	5.2	1.7	451.9	2359		1.08
Taougrite	40.3	13.4	453.6	18295		1.09
Dahra	51.6	17.1	427.6	22068		1.02
Benizentis	3.0	1.0	395.7	1187		0.95
Total	302	100		126194		

La station de référence

Pour analyser les différents facteurs climatiques influençant la dynamique spatiotemporelle du couvert végétal sur le bassin versant de l'oued Kramis à savoir les températures mensuelles (max, min, moyenne et l'écart thermique), ainsi que le cumul pluviométrique mensuel, nous avons choisis celle de Sidi M'hamed Ben Ali comme étant une station de référence de notre région d'étude. Le choix de cette station a été reposé sur les constatations suivantes :

Les précipitations moyennes interannuelles de cette station (417.5 mm/an) sont proches aux précipitations moyennes interannuelles de l'ensemble des stations de la zone d'étude (417.8 mm/an avec un écart de précipitations de 0.3 mm) ainsi que sa localisation au sein de la zone d'étude.

La station de Sidi M'hamed Ben Ali sera prise en considération pour déterminer les différents indices climatiques.

Tableau 8: Données climatiques (2004-2015) de la station de Sidi M'hamed Ben Ali

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Moy.
P (mm)	8	26.3	72.1	40.6	43.4	84	51.8	45.4	31.9	6.2	1.3	6.5	417.5

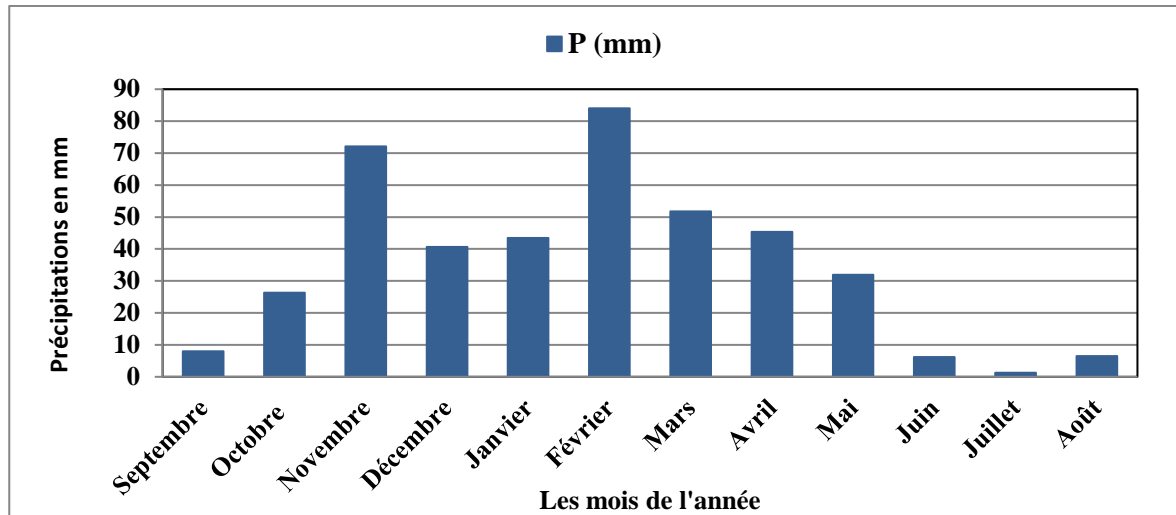


Figure 9 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Sidi M'hamed Ben Ali (1994/95 – 2015/2016)

Les cumules pluviométrique mensuels de la station de Sidi M'hamed Ben Ali ont été estimé. D'après la figure ci-dessus, on déduit que le mois de Février est le mois le plus humide avec un cumul pluviométrique mensuel moyen de 84.0 mm, alors que la valeur minimale du cumul pluviométrique mensuel moyen a été enregistré au cours du mois de Juillet 1.3 mm.

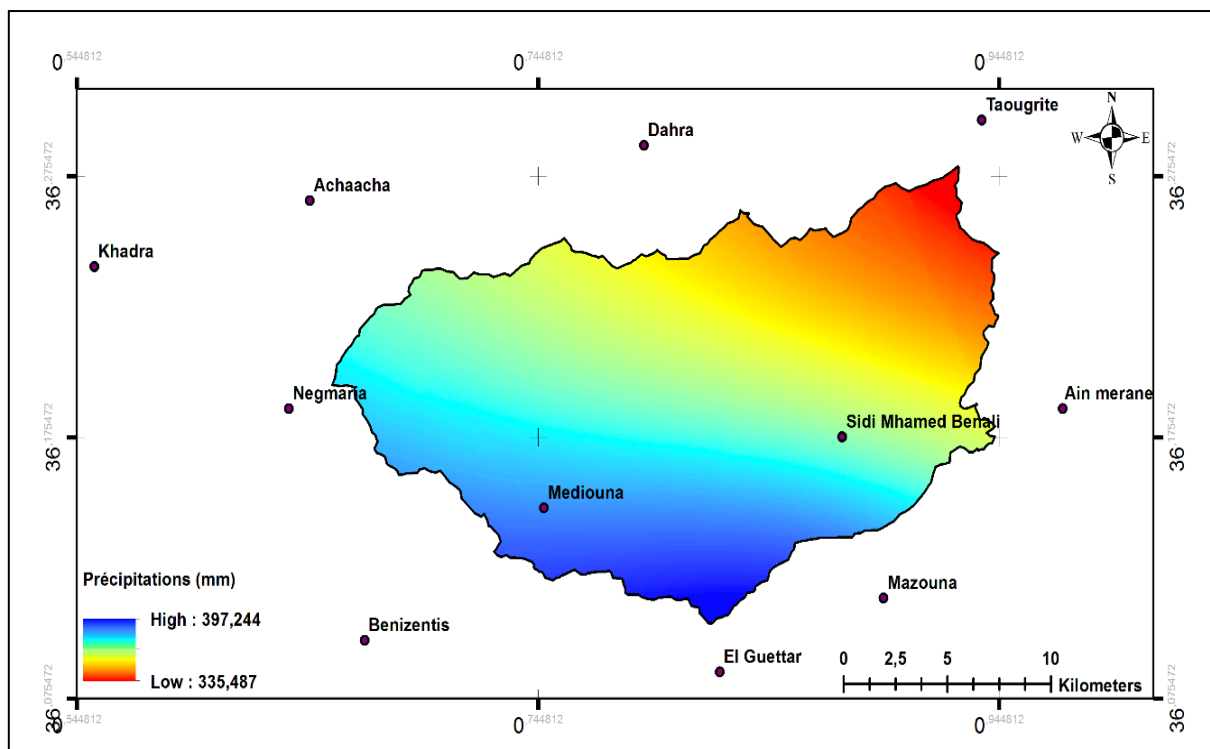


Figure 10: Répartition spatiale des précipitations moyennes annuelles sur la zone d'étude

L'extrapolation des précipitations de neuf stations sur l'ensemble de la zone d'étude a été réalisée au moyen de l'ArcGIS 10.2, en utilisant l'outil *Geostatistical analysis Kriging/Cokriging*. Le résultat obtenu a été figuré dans la carte des précipitations (figure 10). On note que les valeurs maximales de précipitations ont été enregistrées au niveau des stations de Taougrite (453.6 mm/an), Ain Merane (451.9 mm/an) (secteur Est) ainsi que la station de Mazouna au secteur Sud avec une valeur de 449.7 mm/an, alors que celles minimales ont été observées au secteur Nord-Ouest de la zone d'étude comme par exemple les stations de Mediouna et Nekmaria avec des valeurs de 386.2 mm/an et 410.2 mm/an respectivement.

Coefficient d'abattement de la pluie Ki

Cet indice a permis de sélectionner la station pluvieuse de celle qui l'est moins. C'est le rapport entre la pluie moyenne ponctuelle P_i d'une station et la pluie moyenne $P_{moyenne}$ de la zone d'étude (figure 10 et figure 11).

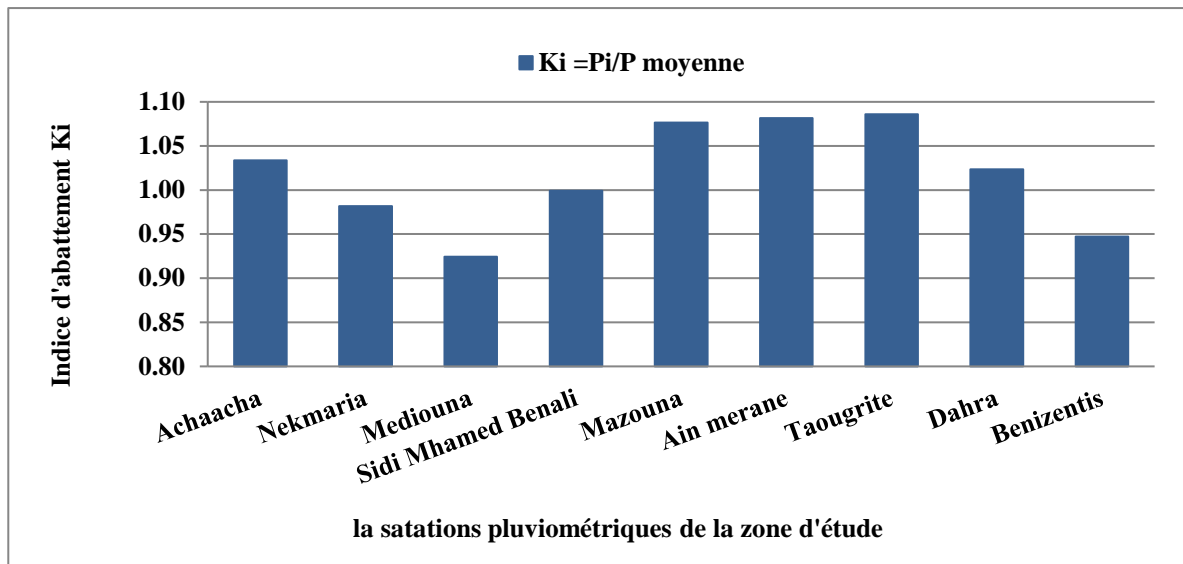


Figure 11: Coefficient d'abattement (Ki) (1994/95 - 2015/2016)

D'après la figure 11, on déduit que les stations les plus pluvieuses sont celles de Taougrite (1.09), Ain Merane et Mazouna (1.08) dans le secteur Sud-est de la zone d'étude.

Indice de Desfontaines modifié (1968)

Cet indice est utilisé à l'échelle mensuelle afin de classer les mois de l'année les plus torrentiels. Il est donné par la formule suivante :

$$ID = b \cdot c$$

Où : b : nombre moyen de jours de pluies du mois ≥ 20 mm/24 heures.

c : % de pluies mensuelles tombées sous forme de pluies journalières ≥ 20 mm.

Les résultats de mesure des débits liquides et solides pendant quatre années successives dans le bassin versant de l'oued Mina, toutes les pluies journalières ≥ 20 mm ont provoqué un ruissellement et un transport solide en suspension mesuré à l'exutoire des petits bassins versants (Kouri, 1993). C'est pourquoi nous avons retenu un seuil de 20 mm de pluie pendant 24 heures pour calculer cet indice.

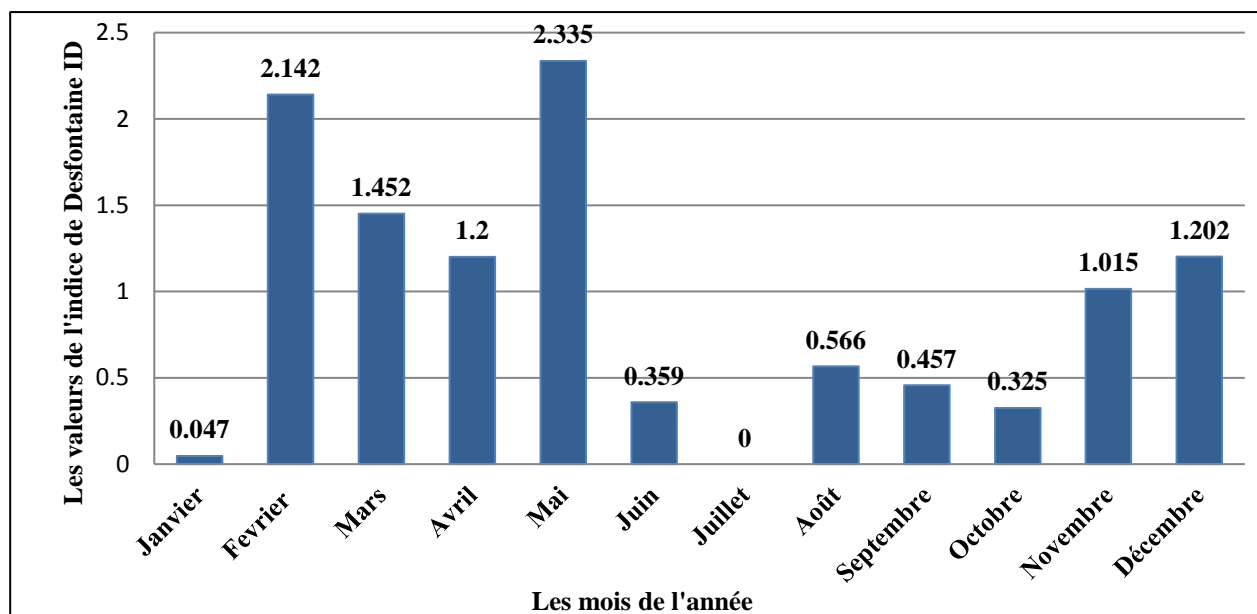


Figure 12 : L'indice de Desfontaines modifié (station de Sidi M'hamed Ben Ali :1994/95-2015/2016)

La valeur de cet indice est élevée à la fin de la saison hivernale (mois de Février) et très élevée à la fin de la saison printanière (mois de Mai).

2.1.3 Températures

Le facteur thermique a une influence capitale sur les comportements des organismes par le contrôle qu'il exerce sur l'ensemble des processus vitaux. La croissance, l'activité végétative et la production sont étroitement dépendantes de la température.

Les espèces végétales sont plus sensibles aux températures minimales de la saison froide et aux températures maximales de la saison chaude et par conséquent à l'amplitude de leurs oscillations.

Les températures agissent directement sur le climat en interaction avec les autres facteurs météorologiques et biogéographiques.

Les températures enregistrées sur une période de 22 ans (1994/95 - 2015/2016) auprès de la station de Sidi M'hamed Ben Ali sont données dans le tableau 09.

Tableau 9: Températures moyennes interannuelles (°C) de la station de Sidi M'hamed Ben Ali (1994/95 - 2015/2016)

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Moy.
Max	39	36.4	28	21.7	21.7	23.6	27.5	33.7	36.4	42.2	44.6	43.6	33.2
Min	24.7	21.9	17	12.5	11.5	12	14	15.6	20	25	27.6	27.7	19.1
Moy	31.9	29.2	22.5	17.1	16.6	17.8	20.8	24.7	28.2	33.6	36.1	35.7	26.2
Apt.* (M-m)	14.3	14.5	11	9.2	10.2	11.6	13.5	18.1	16.4	17.2	17	15.9	14.1

Apt.* : écart entre la valeur maximale et minimale

Source : Station de Sidi M'hamed Ben Ali

Tel que :

M : Température moyenne mensuelle des maxima.

m : Température moyenne mensuelle des minima.

(M+m)/2 : Température moyenne mensuelle des moyennes.

Les températures moyennes mensuelles sont maximales au cours de la période du mois d'Avril à Octobre (saison chaude), et atteint leur maximum pendant le mois du juillet avec une valeur de 36.1°C. Les températures moyennes mensuelles sont minimales au cours de la période du mois de Novembre à Mars (saison froide) et atteint une valeur de 11.5 °C (Janvier).

L'analyse de l'indice des écarts thermiques mensuels (M-m) met en relief des températures assez importantes pendant une période allant de mois d'Avril (18.1 °C) à Octobre (14.5 °C). Cet indice moyen interannuel, appelé également l'indice de continentalité, permet de préciser l'influence maritime ou au contraire continentale d'une région donnée. Debrach (1953) définit quatre types de climats :

- climat insulaire : $M-m < 15^{\circ}\text{C}$.
- climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$.
- climat semi-continentale : $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$.
- climat continental : $M-m > 35^{\circ}\text{C}$.

L'indice de continentalité permet de situer notre zone dans un climat insulaire.

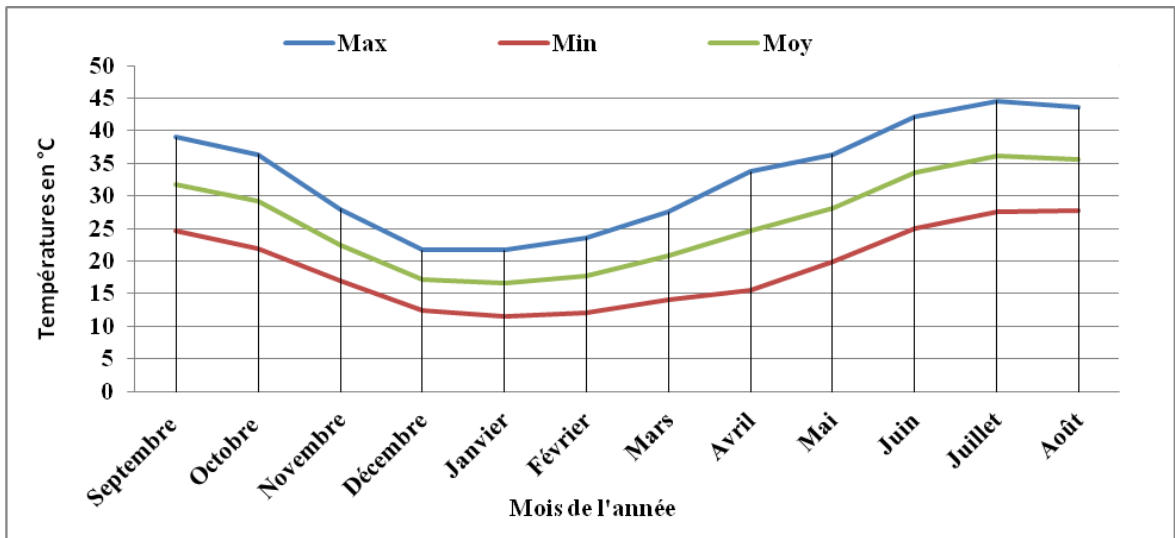


Figure 13: Régime thermique interannuel de la station de Sidi M'hamed Ben Ali (1994/95 - 2015/2016)

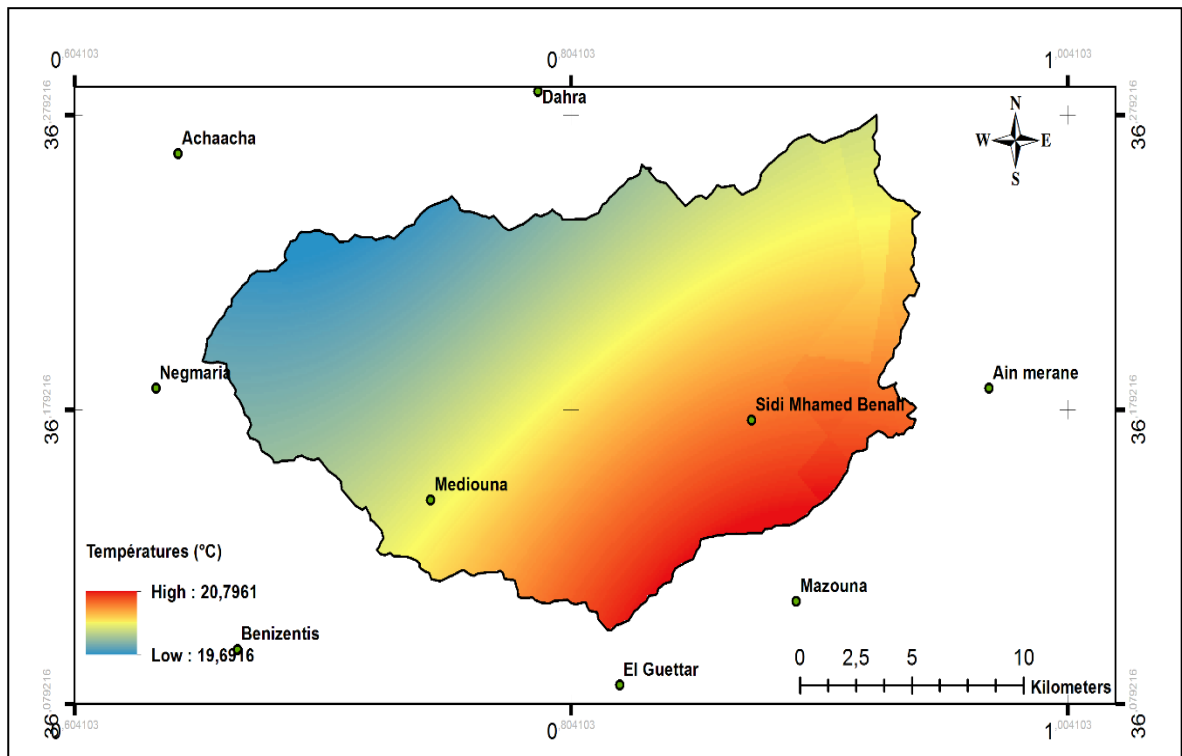


Figure 14 : Répartition spatiale des températures moyennes annuelles sur la zone d'étude

Les températures moyennes mensuelles de chaque station (11 stations, figure14) ont été estimées. D'après la figure14, on remarque que le secteur Sud-Est a enregistré des valeurs relativement élevées par rapport à celui situé au Nord-Ouest de la zone d'étude.

Cette variabilité spatiale des températures peut être liée aux conditions géographiques (l'éloignement à la mer, exposition des reliefs, exposition aux vents, durée d'ensoleillements...etc).

L'extrapolation des températures mensuelles de 11 stations météorologiques sur l'ensemble du bassin versant de l'Oued Kramis a été réalisée au moyen de l'ArcGIS 10.2, en utilisant l'outil *Geostatistical analysis Kriging/Cokriging*. Le résultat obtenu a été figuré dans la carte des températures moyennes annuelles (figure 14).

2.1.4 Synthèse bioclimatique

La synthèse bioclimatique est une étape indispensable à tout projet relatif à l'environnement. Elle s'est faite à partir des travaux d'Emberger (1930, 1955); Bagnouls et Gaussen (1953); Thornthwaite (1946) et Sauvage (1963), pour ne citer que ces auteurs.

Le quotient pluviothermique et les étages bioclimatiques d'Emberger

L'emploi du quotient pluviothermique (Q_2) est spécifique au climat méditerranéen. Il a été utilisé avec succès en Afrique du Nord et en France méditerranéenne. En effet, ce quotient permet d'apprécier l'aridité des régions méditerranéennes. Les valeurs du Q_2 étant d'autant plus basses quand le climat est plus sec. Cet indice est calculé par la formule de Sauvage (1963):

$$Q_2 = 1000. P/(M-m)[(M+m)/2]$$

Où: **P**: précipitations moyennes annuelles (mm).

M: température moyenne des maxima du mois le plus chaud (°K).

m: température moyenne des minima du mois le plus froid (°K).

Cet auteur a mis au point un zonage du bioclimat méditerranéen du plus sec vers le plus humide en combinant les données climatologiques et celles de la végétation. On distingue plus souvent les étages bioclimatiques : saharien, aride, semi-aride, subhumide et humide. Chaque étage comprend une stratification verticale.

Ce coefficient a été modifié par Stewart (1969), la formule obtenue est la suivante :

$$Q_2 = 3,43. P / (M-m)$$

Q₂ : Le quotient pluviométrique d'Emberger ;

P : Pluviométrie annuelle en (mm) ;

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°C) ;

m : Moyennes des minima du mois le plus froid en (°C).

Tableau 10: L'indice bioclimatique d'Emberger,L. (d'après Stewart, 1969)

Station	P (mm)	M °K	m °K	Q ₂
Sidi M'hamed Ben Ali	417.5	317.6	285	44

On se référant au Climagramme pluviométrique d'Emberger, la station de Sidi Mhamed Benali, avec $Q_2=44$ et $m = 11.5$ °C. La valeur de Q_2 portée sur le climagramme en tenant compte de m , classe la station de Sidi M'hamed Ben Ali de la zone d'étude dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver chaud.

L'indice d'aridité climatique de De Martonne (1927)

En se basant sur le régime de précipitations moyennes interannuelles P (mm) et de températures moyennes interannuelles T (°C), l'indice d'aridité est calculé par la formule suivante :

$$I = P / (10 + T)$$

Grille d'interprétation

$7,5 < I < 10$ climat steppique.

$10 < I < 30$ climat semi-aride.

$30 < I < 50$ climat tempéré.

Tableau 11:L'indice de De Martonne

Stations	P (mm)	T (°C)	T+ 10 (°C)	I
Sidi M'hamed Ben Ali	417.5	26.2	36.2	11.5

D'après le tableau 11, la zone d'étude est caractérisée par un climat semi-aride.

Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)

Les monts Ouest du bassin versant de Côtier algérois ont un climat de type méditerranéen semi-aride caractérisé par une sécheresse estivale prononcée. Selon Bagnouls et Gaussen (1953),

une période sèche est définie comme étant celle durant laquelle la moyenne des précipitations (en mm) est inférieure au double de la moyenne des températures (en °C).

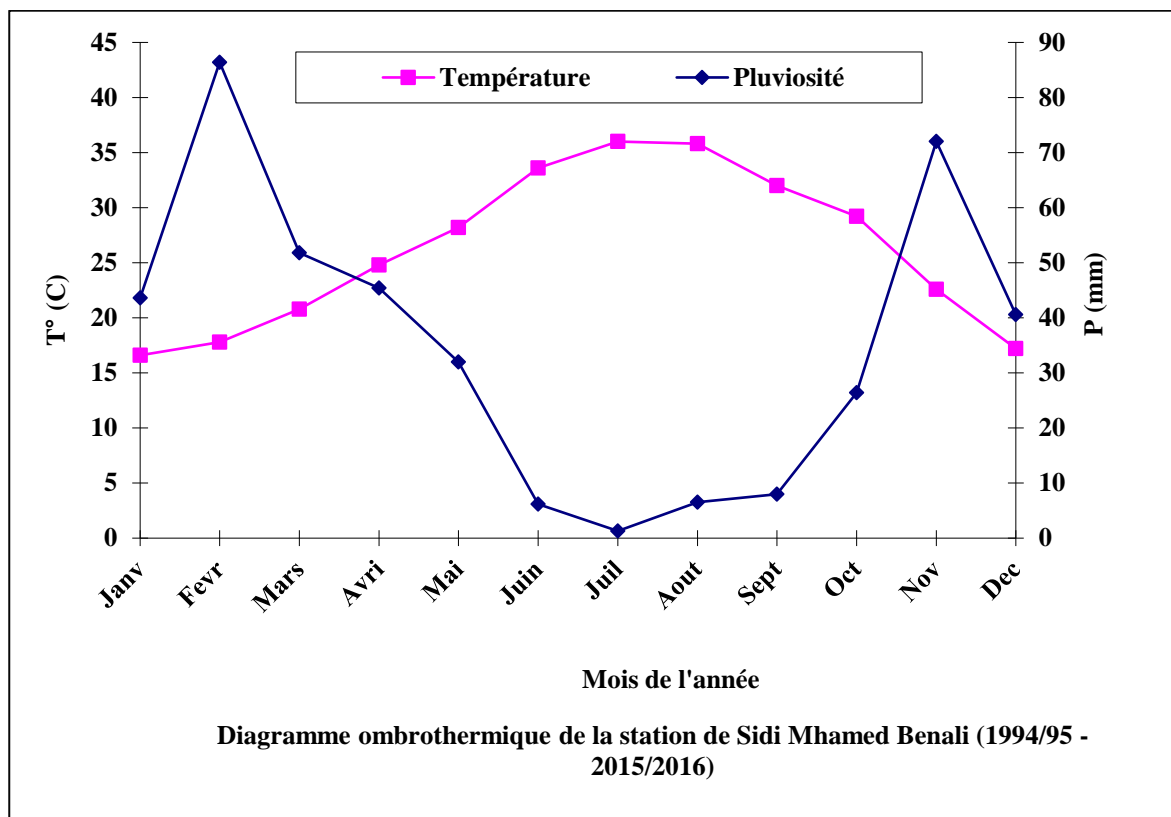


Figure 15: Diagramme Ombrothermique (station de Sidi M'hamed Ben Ali : 1994/95 – 2015/2016)

Le diagramme Ombrothermique montre que, la zone d'étude est caractérisée par une période sèche s'étalant sur sept (7) mois : Avril, Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre et Octobre.

Le climat du bassin versant de l'oued Kramis est de type semi-aride, caractérisé dans sa majeure partie par une saison sèche et une saison humide marquée par des faibles précipitations. Ce climat est influencé à la fois par l'altitude qui varie entre 757 m et 63 m et par son ouverture sur la mer, cette dernière assure aussi bien l'humidification que la modération des températures.

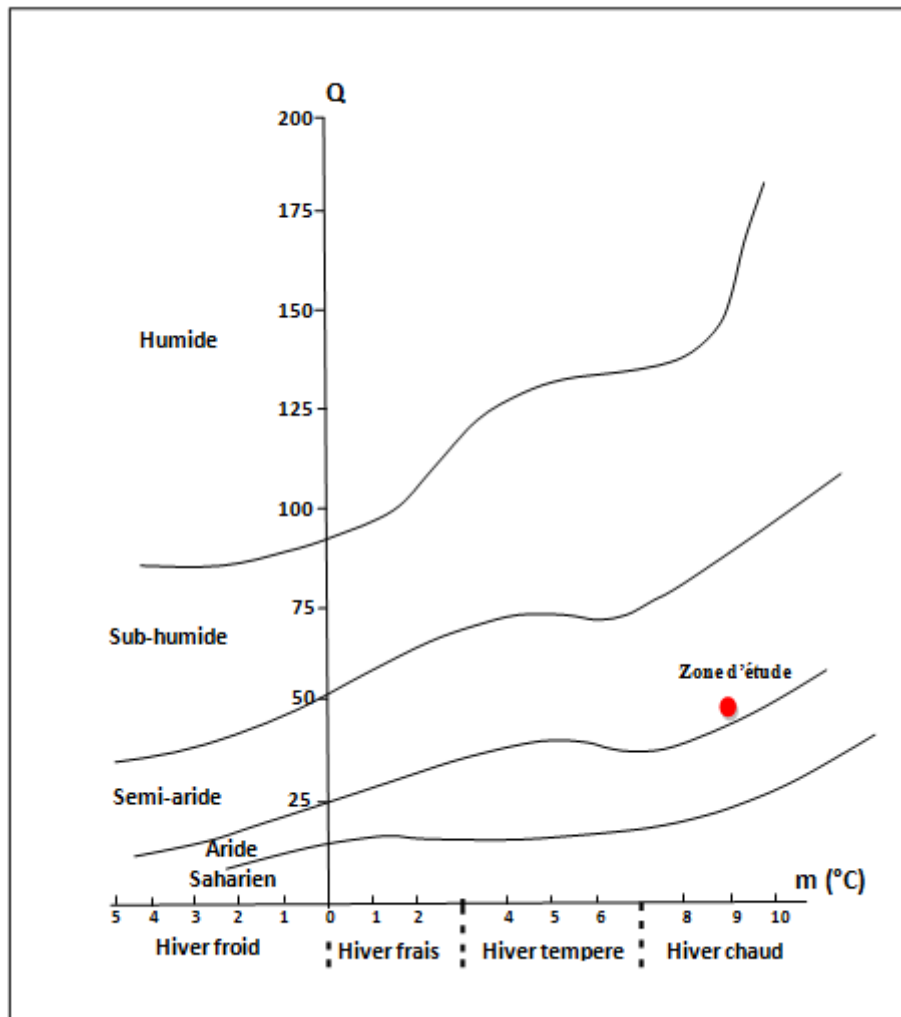


Figure 16: Climagramme d'EMBERGER de la station de Sidi M'hamed Ben Ali

2.2 Conclusion

Les reliefs présentent une légère asymétrie, cette dernière est due à des différences de pédogénèse, de météorisation et d'ablation selon l'exposition. L'hypsométrie avec des tranches d'altitude de 50 m, nous donne une altitude moyenne de 380 mètres.

Le climat est de type semi-aride (417.8 mm/an) dont l'écart thermique atteint parfois 33.1 °C entre Juillet et Janvier et où les pluies sont rares et irrégulières (84 mm/an pendant le mois de Février et 1.3 mm/an durant le mois du Juillet). L'étude de la répartition spatiale des données pluviométriques montre que, les secteurs Est et Sud-est sont les plus arrosés que ceux situés au Nord-ouest.

Chapitre II :

***Aperçu bibliographique sur la
cartographie***

2.1.LA CARTOGRAPHIE

2.1.1.Définition

La cartographie est l'ensemble des études et des opérations, scientifiques et techniques, intervenant dans l'établissement des cartes ou des plans à partir de résultats d'observation directes ou de l'exploitation d'une documentation préexistante (Long, 1974). Selon Cauvin *et al.* (2007) la cartographie est l'ensemble des concepts, des méthodes et des techniques permettant de représenter sur un plan ou son équivalent, une partie de la surface terrestre, avec ses caractéristiques, ses attributs que l'on peut observer ou extraire, et de faire apparaître, de transmettre ou de communiquer de l'information dans un but précis à des individus définis au moyen de cette représentation numérique, graphique, visuelle appelée «carte». Cette dernière étant définie comme une représentation géométrique, conventionnelle d'une partie de la surface terrestre, c'est-à-dire, une représentation en position relatives, de phénomènes concrets ou abstraits, localisables dans l'espace, caractérisés par des attributs spatiaux et non spatiaux. Cette représentation s'effectue sur un support conçue à un moment donné du temps pour un (des) but (s) précis (Cauvin *et al.* 2007).

2.1.2.Types de carte

Il y a deux types des cartes :

2.1.2.1.Carte topographique

Ces cartes sont un outil de référence, montrant les contours d'une sélection de caractéristiques naturelles et artificielles de la terre. Elle agit souvent comme un cadre pour d'autres informations ; on la désigne aussi par l'expression «carte de base» (Long, 1974).

2.1.2.2.Carte thématique

Désigne toute carte non exclusivement topographique représentant sur un fond repère topographique, des phénomènes localisables de toute nature, qualitatifs ou quantitatifs. Ces cartes sont un outil pour communiquer des concepts géographiques tels que la distribution des espèces forestières (Zerroug, 2012).

2.1.2.3. Cartographie de la végétation

La cartographie de la végétation est la représentation graphique des groupements végétaux (Ozenda, 1982). Elle permet une description objective et une étude précise des conditions écologiques du milieu et la répartition des espèces végétales (Ozenda, 1982). Selon cet auteur (1963), la carte de la végétation se propose deux objectifs :

- ✓ l'inventaire et la représentation de la végétation existante, tant naturelle que transformée par l'homme ;
- ✓ l'indication de la végétation possible, c'est-à-dire du sens de l'évolution de cette végétation d'après son dynamisme.

2.1.3.1. Intérêts et utilisations de la cartographie de la végétation

C'est la représentation graphique des groupements végétaux après une étude phytosociologique réalisée. En effet, les relevés phytosociologie ayant des affinités communes sur les plans écologiques et floristiques ont été réunis dans une même strate (Zerouala, 2013).

Une carte de végétation possède indéniablement l'intérêt d'être une mise au point, un inventaire. Elle met en évidence des faits généraux, valables à l'échelle régionale, elle suggère des analogies, des transpositions de méthodes d'exploitation ; Elle est un instrument d'analyse du milieu naturel, c'est un des buts importants qu'il faut poursuivre ; Enfin, au-delà de la représentation de la végétation existante ou de l'interprétation du milieu, la carte peut de toute façon poursuivre un but de prévision, de «prospective», à condition que ce soit d'une manière prudente.

Ces cartes sont utilisées pour les études initiales, les études d'impact y compris celles du changement climatique, l'établissement de mesures conservatoires ou restauratrices, les évaluations environnementales (Frederic *et al.*, 2010). Pour le sylviculteur, elles peuvent être associées à des études de stations pour une gestion forestière durable ou l'établissement d'un PSG (Plan simple de gestion). Ces cartes sont aussi utilisées pour la cartographie des corridors biologiques.

2.1.3.2. Technique de réalisation d'une carte de végétation

La carte exprime plus de choses que ne peut le faire un texte, elle les exprime plus clairement c'est-à-dire d'une manière plus aisément et plus vite perceptible, elle les exprime enfin plus objectivement (Ozenda, 1963).

Pour prévoir réaliser une carte de végétation il faut passer par les étapes suivantes d'après (Ozenda, 1982)

Dépouillement de la documentation existante

Ce fait par l'exploitation des travaux floristiques et écologiques ou phytogéographies existant et le recensement des groupements déjà décrits : la transcription cartographique de ces données elles se prêtent à une telle représentation.

Prospection méthodique du terrain

Les itinéraires à suivre sont d'abord déterminés en fonction de la structure de la région de la densité des groupements déjà connus et à l'aide des indications fournies par les photographies aériennes.

La densité des itinéraires de prospection est évidemment très variable suivant les difficultés propres à chaque secteur. Le travail de terrain comporte une reconnaissance provisoire des groupements puis une exécution des relevés permettant la connaissance précise de ces groupements et de leur dynamique. La prise de notes diverses ne constituant pas de relevés complets mais susceptible d'aider ensuite à effectuer des interpolations.

Exécution du carton de végétation théorique

C'est la phase scientifique essentielle qui permet la comparaison entre les groupements végétaux, pour déterminer la nature et le nombre de séries qu'il faudra distinguer, fixer ce qui est cartographiable à l'échelle choisie, et ce qui ne l'est pas devra être décrit dans la notice.

Exécution de la carte de végétation réelle

Les renseignements fournis par le travail de terrain sont qualitativement exacts, mais quantitativement insuffisants en ce qui concerne les limites et la physionomie.

Ils sont alors complétés à l'aide des photographies aérienne et des images satellitaires, qui fournissent des informations plus exactes et rapides mais leur interprétation demande une grande prudence. L'interprétation des vues aériennes est suivie par des essais ou brouillons de la carte, après la correction et la vérification on passe au dessin de la maquette définitive. Ensuite on fait l'automatisation de la carte.

Exécution de la notice sommaire

Exécution de la notice et des cartons autres que la carte proprement dite, après Dépouillement des données météorologiques, géologiques et pédologique, complétées au besoin par des mesures sur le terrain et après exploitation des statistiques agricoles et forestiers.

Impression

Elle nécessitait à l'origine autant de passage sous les machines qu'il y avait de couleur.

Archivage

Ou publication des documents annexes ou ayant servi à la phase intermédiaire de l'exécution de la carte.

2.2 PRESENTATION DESYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG) ET DE LA TELEDETECTION

Grâce au développement des nouvelles technologies (satellites et mise au point d'ordinateurs puissants) le Système d'Information Géographique (SIG), qui était assimilé au départ au moyen de représenter les données sur une simple carte géographique, devient de plus en plus un outil important d'aide à la prise de décision ; un outil de portée relativement grande et élargie à des domaines annexes à la gestion globale du développement.

L'objectif fondamental du SIG est de fournir une base de prise de décision, dans plusieurs domaines, à partir des données satellitaires.

2.2.1.Le Système d'Information Géographique (S.I.G)

Le S.I.G est un ensemble des données repérées dans l'espace et structurées de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision. Ce SIG permet de gérer une base de connaissance qui pourrait être exploitée pour l'identification des paysages types et

leurs qualifications ainsi que l'étude de leur évolution spatio-temporelle.

Les capacités intrinsèques des SIG est de faciliter l'accès à l'information, de l'analyser et de la synthétiser, de la diffuser et de l'échanger en produisant des documents cartographiques. Le font de ce système, non seulement, un outil d'aide à la décision pour la gestion des milieux naturels, mais aussi un outil de suivi des processus tout au long de ses phases au fil du temps.

Les SIG sont des outils d'analyse spatiale, permettant d'apporter à chacun l'information dont il a besoin pour décider et agir au mieux. C'est un outil de représentation d'une réalité, de compréhension des phénomènes et des conditions dans lesquelles ils se réalisent, de simulation d'alternatives et de leurs effets

C'est aussi un outil de dialogue et de communication entre disciplines par un constant aller-retour entre observation, interprétation, hypothèse et validation. L'utilisation de ce genre de système offre un moyen simple, rapide et efficace à l'utilisateur, pour les études d'aménagement et de prise de décision (Mouton, 2000).

2.2.1.1.Composition d'un SIG

Le SIG est composé, d'une part, de la base de données géographiques, et d'autre part, d'un ensemble d'outils permettant l'utilisation de celle-ci.

La Base de Données Géographique (BDG)

Elle est constituée d'un ensemble numérique de «cartes» et d'information associée. Comme cette base de données décrit des objets à la surface de la terre, elle est composée de deux éléments : une base de données décrivant les objets spatiaux (localisation, forme) et une autre définissant les caractéristiques thématiques (attributs) de ces objets (Zerrouala, 2013).

La saisie numérique

La saisie numérique d'une information à caractère spatial telle quel les documents cartographiques constitue un autre système de base. Celui-ci permet de convertir l'information analogique d'une carte en une information numérique.

La représentation cartographique

Elle permet de sélectionner des éléments de la BDG et de les représenter cartographiquement à l'écran ou à l'imprimante.

2.2.1.2. Le Système de Gestion de Base des Données (SGBD)

Ce terme fait référence à un type de logiciels chargé de gérer des données thématiques mais il soit aussi nécessaire de gérer l'information spatiale. A l'aide d'un SGBD, il est possible d'introduire des informations thématiques, sous la forme de tables ou de statistiques et subséquemment d'en extraire des éléments spécifiques sous les deux mêmes formes. Un SGBD permet l'analyse de ce contenu thématique (Zerrouala, 2013).

L'analyse spatiale

L'analyse spatiale de l'information est une extension des capacités d'interrogation des bases de données traditionnelles, en prenant en compte la localisation des observations.

L'analyse statistique

Des outils de statistique descriptive de données spatiales ont été développées pour prendre en compte le caractère spatial des données et aussi parce que ce type de données pose des problèmes particuliers d'application des procédures classiques.

Le traitement d'image satellitaire

Le traitement d'image de télédétection permet de transformer le contenu originel d'une image en une information au contenu thématique exploitable à l'aide de procédures de classification. Le traitement d'image permet de transformer le contenu originel d'une image de télédétection en une information au contenu thématique exploitable à l'aide de procédures de classification (Zerrouala, 2013).

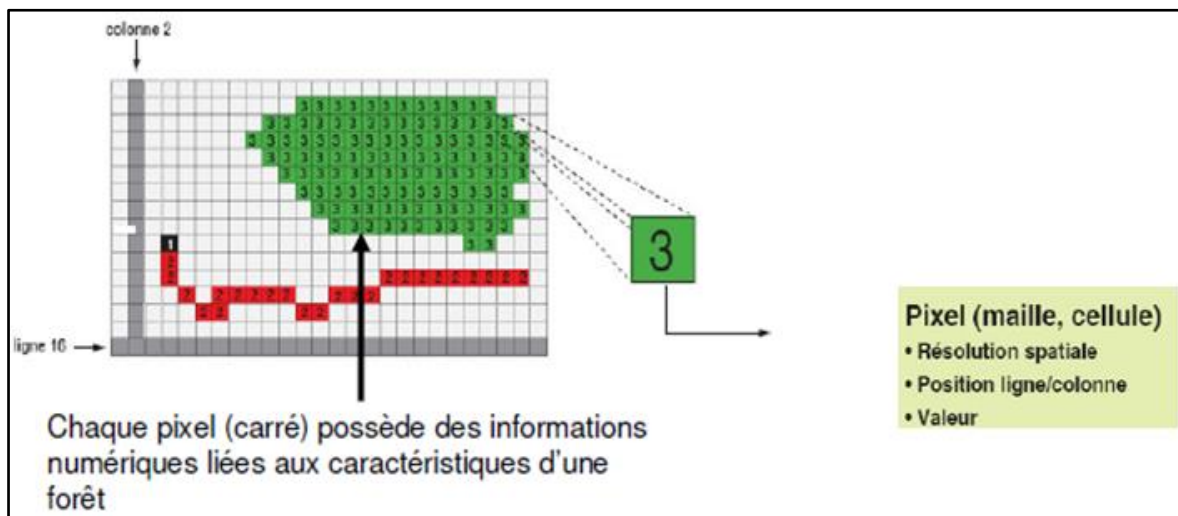
2.2.1.3. Les données liées aux SIG

Les données raster

La structure des données raster est une abstraction du monde réel où les données spatiales sont divisées de manière régulière en ligne et en colonne, à chaque valeur ligne / colonne (pixel) est associées une ou plusieurs valeurs décrivant les caractéristiques de

l'espace, La discontinuée du modèle de données raster lui qualifie pour certains types d'opérations spatiales telles que la superposition, le calcul de superficie, ou la modélisation de simulation (Skidmore, 2002).

La réalité est décomposée en une grille régulière et rectangulaire, organisée en lignes et en colonnes, chaque maille (= pixel) de cette grille ayant une intensité de gris ou une couleur. La juxtaposition des points recrée l'apparence visuelle du plan et de chaque information. Une forêt sera "représentée" par un ensemble de points d'intensité identiques.



Source : (CHELIOUT, 2016)

Figure 17: Mode de représentation raster.

Les données vectorielles

En mode vectoriel, la géométrie des objets géographiques est décrite à l'aide de trois primitives géométriques : le point, la ligne et la surface. Chaque objet spatial est doté d'un identifiant qui permet de le relier à une table attributaire (Djihel, 2015).

Les points sont couramment utilisés pour représenter les enregistrements individuels, bien que les polygones sont utilisés pour représenter les distributions d'espèces la végétation et les unités environnementales (Skidmore, 2002).

Les points

Ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits pour être représentés par des lignes ou des surfaces qui n'ont pas de surface réelle comme les points cotés.

Les lignes

Les lignes représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : rue ou rivières) ou des objets linéaires qui ont une longueur mais pas de surface comme les courbes de niveau.

Les polygones

Ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des pays, des parcelles, des types de sols.

2.2.2.La Télédétection

Celle-ci se définit comme la science (art) d'obtenir des informations sur un objet, une surface ou un phénomène par l'analyse des données obtenues sans contact apparent avec l'objet observé.

Cette discipline scientifique regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes.

La télédétection suppose l'acquisition d'informations à distance, sans contact direct avec l'objet détecté (Bonn & Rochon, 1992).

Les techniques de SIG et de télédétection peuvent être intégrées. Cette interconnexion est actuellement facilitée par les systèmes informatiques modernes et les logiciels de plus en plus conviviaux.

2.2.3.Classification de l'occupation du sol

Plusieurs auteurs ont utilisées la cartographie et les indices des structures spatiales pour l'étude de la détection des changements d'occupation du sol. Plusieurs types de classification existent pour une étude de la détection des changements. Les méthodes de classifications les plus communs peuvent être séparés en deux grandes catégories :

- ✓ Les méthodes de classifications supervisées
- ✓ Les méthodes de classifications non supervisée
- ✓ Les méthodes de classifications orientée-objet

2.2.3.1. La méthode de classification supervisée

Réaliser une classification supervisée d'une image satellite sous-entend que vous possédez une très bonne connaissance de l'occupation du sol réelle de la zone de l'image à l'époque où l'image a été prise. Cette connaissance peut venir de plusieurs sources : une enquête de terrain ou une photo-interprétation de l'image à condition d'être suffisamment sûr de votre jugement. Comme il n'y a pas eu d'enquête de terrain, vous aurez recours à la 2ème méthode qui est la classification non supervisée.

À partir de votre connaissance de la région étudiée et de l'examen de la composition colorée de la zone à classer, définissez à l'égale de la légende de la carte identifiez également combien de signatures spectrales différentes correspondent à chaque taxon de la légende.

En effet, une occupation du sol telle que la culture peut présenter différentes signatures spectrales au moment de l'enregistrement de l'image, selon l'espèce cultivée et son stade végétatif.

L'objectif de la classification supervisée ou dirigée consiste à rattacher tous les pixels de l'image à une classe d'occupation du sol identifiée a priori. Ainsi, suppose-t-on que les statistiques calculées sur des échantillons sélectionnés a priori sont représentatives des classes et suffisantes pour effectuer la discrimination des pixels.

La démarche de classification comporte ainsi trois étapes fondamentales :

- ✓ établissement de classes de signatures ou classes spectrales,
- ✓ classification des pixels en fonction des classes de signatures,
- ✓ vérification de la classification (fiabilité par rapport aux classes thématiques envisagées).

C'est la manière d'établir les classes de signatures (1ère étape) qui détermine les deux grandes approches en classification numérique.

2.2.3.2. La méthode de classification non supervisée

Les méthodes de classification non supervisée sont des outils de fouille de données qui visent à identifier des groupes d'objets similaires par rapport aux valeurs qu'ils prennent sur les différentes variables. Les méthodes dites "conceptuelles" adjoignent à la partition une

"interprétation" des classes en fonction des valeurs des variables présentes dans chacune des classes. Nous proposons un algorithme fondé sur ce principe. Il produit un couple de partitions liées, appelé bi-partition, constitué d'une partition des objets et d'une partition des modalités de variables. Le tableau de données est ainsi structuré du point de vue des objets et des variables. L'ajustement d'une partition à l'autre permet de déterminer automatiquement le nombre de classes des partitions. Nous proposons d'évaluer le lien entre ces deux partitions à l'aide d'une mesure d'association adaptée à la structure recherchée. Nous optimisons cette fonction objective avec un algorithme de recherche locale. Des applications sur des *benchmarks* montrent que les résultats sont cohérents avec ceux obtenus par d'autres méthodes et que la partition de l'ensemble des modalités constitue un outil précieux pour l'interprétation. Afin de justifier les choix ayant conduit à l'élaboration de cette méthode, nous proposons une méthodologie de comparaison d'algorithmes de classification basée sur l'évaluation d'une distance entre deux partitions. (Céline., 2002)

La classification non supervisée procède de la façon contraire. Les classes spectrales sont formées en premier basées sur l'information numérique des données seulement. Ces classes sont ensuite associées par un analyste à des classes d'informations utiles (possibles) des programmes appelés algorithmes de classifications sont utilisés pour déterminer les groupes statistiques naturels et les structures des données. Habituellement, l'analyste spécifie certains paramètres relatifs à la distance entre les classes et la variance à l'intérieur même d'une classe. Le résultat final de ce processus de classification itératif peut créer des classes que l'analyste voudra combiner ou des classes qui devraient être séparées de nouveau. Chacune de ces étapes nécessite une nouvelle application de l'algorithme. L'intervention humaine n'est donc pas totalement exempte de classification non supervisée. Cependant cette méthode ne commence pas avec un ensemble prédéterminé de classes comme pour la classification supervisée. (Midekor & Wellens 2010)

Lors de l'utilisation d'une méthode de classification supervisée l'analyste identifie des échantillons assez homogènes de l'image qui sont représentatifs de différents types de surfaces (classes d'information). Ces échantillons forment un ensemble de données-tests. La sélection de ces données tests basée sur les connaissances de l'analyste, sa familiarité avec les régions géographiques et les types de surface présente dans l'image. L'analyste supervise donc la classification d'un ensemble spécifique de classes.

Les informations numériques pour chacune des bandes pour chaque pixel de ces ensembles sont utilisées pour que l'ordinateur puisse définir les classes et ensuite reconnaître

des régions aux propriétés similaires à chaque classe. L'ordinateur utilise un programme spécial au algorithme à fin de déterminer la signature numérique de chacune des classes. Plusieurs algorithmes différents sont possibles. Une fois que l'ordinateur a établi la signature spectrale de chaque classe à la classe avec laquelle il a le plus d'affinités. Une classification supervisée commence donc par l'identification des classes d'information qui sont ensuite utilisées pour définir les classes spectrales qui les représentent. (Midekor & wellens 2010)

D'une approche comparative entre la méthode de classification non supervisée et celle basée sur le concept orienté objet, Desclée et al. (2008) a d'abord utilisé la classification non supervisée avant d'appliquer la classification orienté-objet pour une étude de suivi du changement des forêts tropicales. Ils ont constaté que la classification non supervisée a donné des bons résultats pour cette étude de changements.

Ces méthodes sont simples et fournissent des informations sur

la nature des changements, ce qui est important dans le cas présent cependant, cette méthode est critiquée parce qu'elle crée des erreurs d'omission. C'est-à-dire qu'elle a tendance à sous-estimer les changements, pour résoudre ce problème, nous proposons donc d'ajouter une autre méthode, la méthode orienté-objet, puisqu'elle permet d'isoler les pixels pour lesquels il n'y a pas eu de changements et de classifier seulement les pixels correspondant à un changement (Jensen, 2004 ; Desclée, 2007 ; Barima, 2009).

2.2.3.3. La méthode de classifications orientée- objet

Dans une approche objet, la classification requiert une étape préliminaire qui est celle de la segmentation de l'image.

La segmentation d'une image a pour but la création de segments images d'une homogénéité maximale (Pekkarién, 2002). Le principe consiste, en fait, en une agrégation progressive des pixels selon les critères d'adjacence et de similarité d'un paramètre de couleur et/ou de forme déterminé par l'utilisateur. La procédure de la croissance de région mise en œuvre par le logiciel ENVI 5.1 utilise une approche ascendante qui part d'un pixel objet ou germe pour aboutir à la naissance de région.

De proche en proche les pixels sont agrégés en plusieurs étapes séquentielles (successives) selon des critères d'homogénéité définis par l'analyste. Ces critères permettent de déterminer quels sont les attributs d'hétérogénéité relatifs aux objets images qu'il faudrait minimiser lors de la segmentation.

L'algorithme de segmentation implanté dans le logiciel ENVI 5.1 (Definiens, 2001) permet la combinaison de critères d'hétérogénéité fondés sur la radiométrie et la forme des objets et qu'il est possible d'ajuster au moyen d'indices. Le résultat issu d'une telle procédure est une segmentation hiérarchique de l'image comportant plusieurs niveaux d'échelle (multi-résolution segmentation), chacun des niveaux étant issu d'une segmentation réalisée à un niveau inférieur.

Il est alors possible de représenter simultanément l'information contenue dans l'image en plusieurs couches constituées d'objets et correspondant chacune à une échelle donnée (Hofmann, 2001).

Cette procédure permet de produire des entités homogènes adaptées à la classification envisagée. Le processus de segmentation peut être paramétré par la définition des bandes spectrales à utiliser, par le poids attribué à chacune des bandes chargées dans le projet et par le choix des critères d'homogénéité et du paramètre d'échelle.

Chapitre III :

Matériel et Méthodes

3. MATERIEL ET METHODES

3.1 3.1. Données utilisées

3.1.1 Images satellites utilisées

Outre, les sources des données qui ont été mentionnées dans le chapitre I (étude physiographique et climatique de la zone d'étude), nous avons utilisé une série des images issues de deux générations du satellite landsat: Landsat 4-5 *Thematic Mapper* (TM) et celles de Landsat 8 *Operational Land Imager* (OLI) et *Thermal Infrared Sensor* (TIRS).

Les caractéristiques de ces séries sont figurées dans les tableaux suivants :

Tableau 12: Caractéristiques spectrales et spatiales des images traitées du capteur Landsat 4-5 *Thematic Mapper* (TM)

Couverture spectrale (µm)		Résolution spatiale
Visible au proche infrarouge	Band1- blue (0.45 - 0.52)	30 mètres
	Band2- green (0.52 - 0.60)	
	Band3- red (0.63 - 0.69)	
	Band4- Near infrared (0.77 - 0.90)	
Short-wave Infrared	Band5 (1.55 – 1.75)	
Thermal Infrared	Band6 (10.40 – 12.50)	
Short-wave Infrared	Band7 (2.09 – 3.35)	
Panchromatic (Landsat 7 only)	Band8 (0.52 - 0.90)	

Tableau 13: Caractéristiques spectrales et spatiales des images traitées du capteur Landsat 8 *Operational Land Imager* (OLI) et *Thermal Infrared Sensor* (TIRS)

Couverture spectrale (µm)		Résolution spatiale
Visible au proche infrarouge	Band1- coastal aerosol (0.43 - 0.45)	30 mètres
	Band2- blue (0.45 - 0.51)	
	Band3- green (0.53 - 0.59)	
	Band4- red (0.64 - 0.67)	
	Band5- Near infrared (0.88 - 0.85)	
SWIR1 et 2	Band6-Short wave Infrared (1.57 - 1.65)	15 mètres
	Band7-Short wave infrared (2.11 - 2.29)	
Panchromatic	Band8 (0.50 – 0.63)	15 mètres
Cirrus	Band9 (1.36 – 1.33)	30 mètres
TIRS1 et 2	Band10 (10.60 – 11.19)	
		Band11 (11.5 -12.51)

3.1.2 ENVI_{ZOOM} 5.1

ENVI (*Environment for Visualizing Images*) est un logiciel professionnel de la société « EXELIS » (<http://www.exelisvis.com/ProductsServices/ENVI/ENVI.aspx>) permettant la visualisation, le traitement, l'analyse, et la présentation de nombreux types d'images numériques, dont les images satellites. En particulier, Envi permet de travailler sur différents types de données (multi spectrale, hyper spectrale, radar), d'intégrer des données de type matriciel (image) et vectoriel et est compatible avec des données de type SIG. Il permet entre autres de contraster les images, de les corriger géométriquement, de les classifier, de réaliser des analyses à l'aide de données d'élévations, etc. ENVI utilise le langage de programmation IDL (Interactive Data Language) (Denis, 2016).

3.2 Méthodologique adoptée

3.2.1 Classification Orientée Object sous ENVI_{ZOOM} 5.1

Les images de haute et très haute résolution spatiale ont été de plus en plus utilisées pour la classification des couvertures terrestres, mais la variation spectrale élevée au sein de la même classe, la confusion spectrale entre les différentes couvertures terrestres, et le problème de l'ombre rendant les classifications par pixel de moins en moins performants. L'approche de classification orientée objet (COO) est conçu pour traiter le problème de l'hétérogénéité de l'environnement, elle ne traite plus le pixel de manière isolée mais des groupes de pixels (objets) dans leur contexte.

Deux étapes sont impliquées dans une COO :

La **segmentation** d'image et la **classification**. La segmentation des images fusionne les pixels en objets. Puis des données spectrales, spatiales et contextuelles sur ces objets sont recueillies afin d'orienter la classification.

3.2.1.1 Principe et démarche

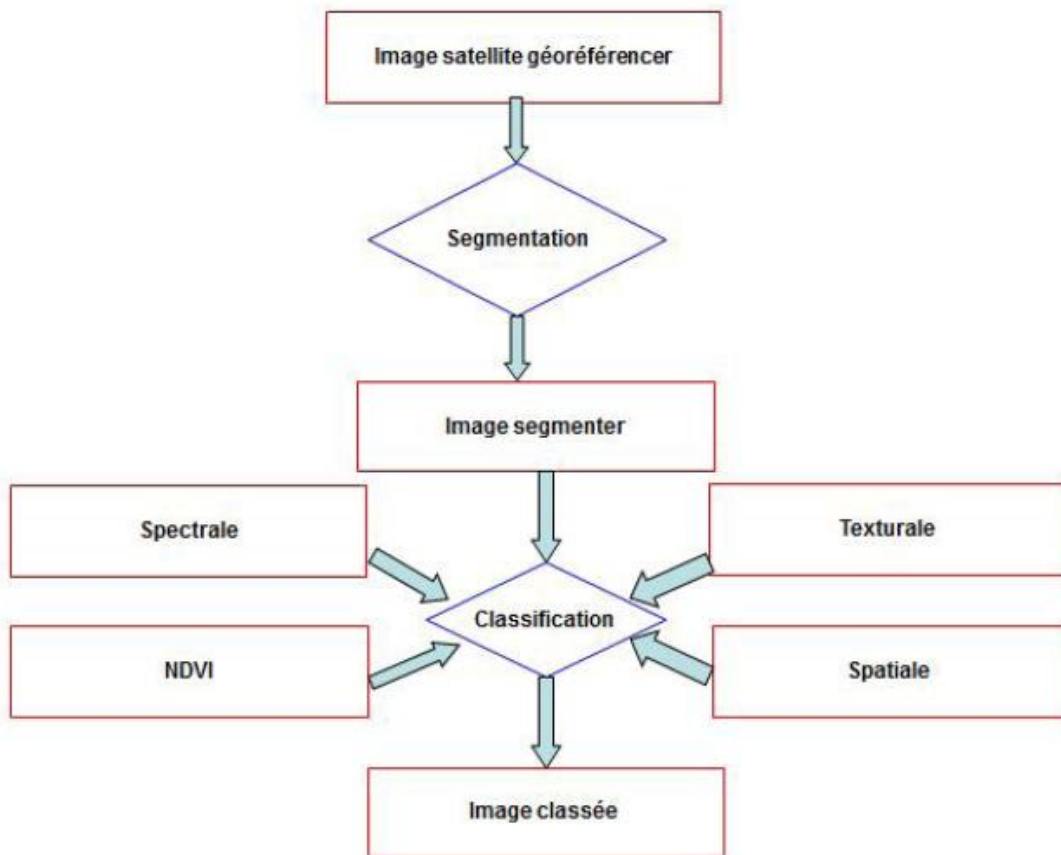


Figure 18: Principe de la classification orientée objet

Lancez ENVI ZOM à partir du menu File puis Launch ENVI ZOM

- Ouvrir l'image à partir du menu ENVIZOOM : File puis *Open*;
- Dans la boîte *Data Manager*, sélectionnez une composition colorée puis cliquez sur *Load Data*;

- Dans *Toolbox* cliquez sur *Feature Extraction*;

- Sélectionnez l'image puis validez par Ok.

Etape 1 : Segmentation

La segmentation d'une image a pour but la création de segments images d'une homogénéité maximale (Pekkarinen, 2002). Le principe consiste, en fait, en une agrégation progressive des pixels selon les critères d'adjacence et de similarité d'un paramètre de couleur et/ou de forme déterminé par l'utilisateur (Corbane, 2004).

Le but de la segmentation est de décomposer l'image en un ensemble de régions, chacune d'entre elles étant homogène au sens d'attributs préalablement définis tels que la luminosité, la

texture et la couleur ... etc. Ces régions correspondent idéalement à des objets du monde réel. ENVI utilise un algorithme de segmentation rapide et ne nécessite qu'un seul paramètre d'entrée qu'est le niveau d'échelle (*Scale Level: SL*).

Le choix d'une valeur appropriée pour le SL est considéré comme l'étape la plus importante dans l'approche orientée objet. La valeur du niveau d'échelle (SL) contrôle la taille relative des objets de l'image satellite et elle a un impact direct sur la précision de la classification. En générale, un grand SL génère moins de régions et un petit SL provoque plusieurs régions. Plus cette échelle est grande, plus des objets seront de grande taille.

Etape 2 : Merge

Regroupement des régions adjacentes similaires pour affiner la segmentation et de réduire les effets de sur segmentation.

Etape 3: Détermination des attributs

Dans notre cas nous avons choisi tous les attributs font l'objet de cette classification : spatial, spectral et textural.

Etape 4 : Création des ROIs et classification

Sélectionnez manuellement les échantillons d'apprentissage parmi les segments issus de l'étape de segmentation.

- Choix des attributs pour la classification, à partir de l'onglet *Attributes*
- Choix de l'algorithme de classification, à partir de l'onglet *Algorithm*. Dans notre cas *Kplus poche voisin* a été choisi.
- Cliquez sur le bouton *Next* pour lancez la classification.

Etape 5 : Exporter les résultats

3.2.1.2 La zone d'étude et les classes d'occupation du sol

En Afrique du nord, le comblement des retenues par les sédiments est un problème majeur pour les barrages. La relation avec l'évolution de l'occupation des sols et le changement climatique est mal connue dans ces régions.

Le bassin versant de l'oued Kramis qui fait partie de Tell oranais, région nord-ouest de l'Algérie, l'un de ces région connaissant un risque érosif relativement élevé (Belkalem., 2017 ;

Benhachem., 2017), a été choisi comme zone d'étude. Outre, ce problème environnemental crucial, le bassin versant connaît ces dernières décennies une croissance démographique rurale importante. Ceci correspond à sa position géographique et sa vocation agricole. Dans ce contexte, une base de données de l'occupation du sol pour une gestion efficace de ce milieu rural devient indispensable.

La démarche suivie pour la classification comporte plusieurs étapes initialisées par une définition des classes d'occupation du sol que l'on souhaite rechercher dans l'extrait de l'image traitée.

Le choix des classes s'est fait, suite aux sorties réalisées sur le site de la zone d'étude. Lors de ces sorties nous avons utilisé un GPS portable, une sortie de papier des images satellitaires et des cartes topographiques.

La mise en correspondance des données relevées sur le terrain et d'une composition colorée dans le visible et le proche infrarouge réalisée sur l'extrait de l'image landsat8_OLI acquise le 05/05/2014 est une étape indispensable.

En effet, on distingue trois catégories correspondant à l'utilisation des terres dans notre région : (i) le tissu artificialisé et rocheux, (ii) terres à utilisation agricole et (iii) terrains naturels et boisés (figure 19). La distinction entre les classes de ces catégories est assez délicate en particulier celles de la première catégorie. Les dix classes d'occupation du sol sont hiérarchisées selon le diagramme suivant :

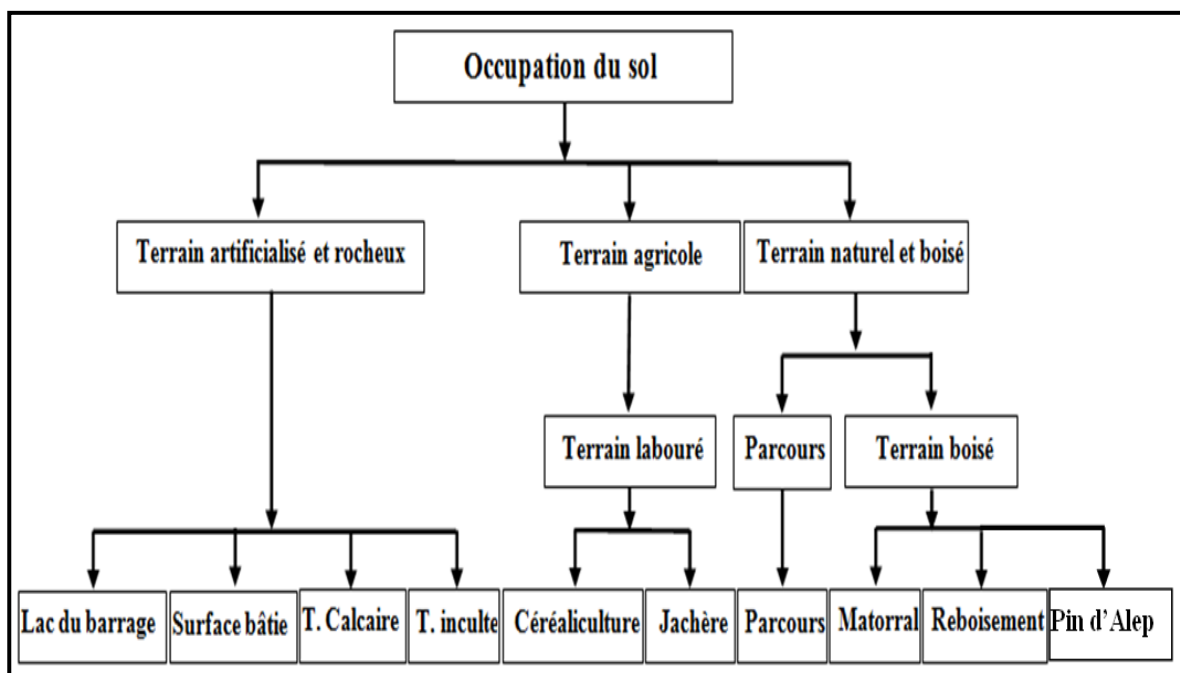


Figure 19: schéma hiérarchique de différentes occupations des sols

Le choix des sites d'entraînement

La classification supervisée consiste à diviser l'espace spectral en différentes classes par le recours à des sites d'entraînement. Etant donné que la classification objet moyennant l'algorithme du plus proche voisin permet la sélection d'objets échantillons (*sample objects*) issus de la segmentation préalable de l'image, pour chacune des classes d'occupation du sol, nous avons procédé au choix des sites d'entraînement sur les images segmentées. Ceux-ci ont été validés par rapport à une carte réalisée à l'aide de l'image Google earth pro ainsi que par rapport aux sorties sur terrain.

Les données satellites ont été préparées pour l'utilisation en suivant les étapes décrites dans le modèle méthodologique ci-dessous :

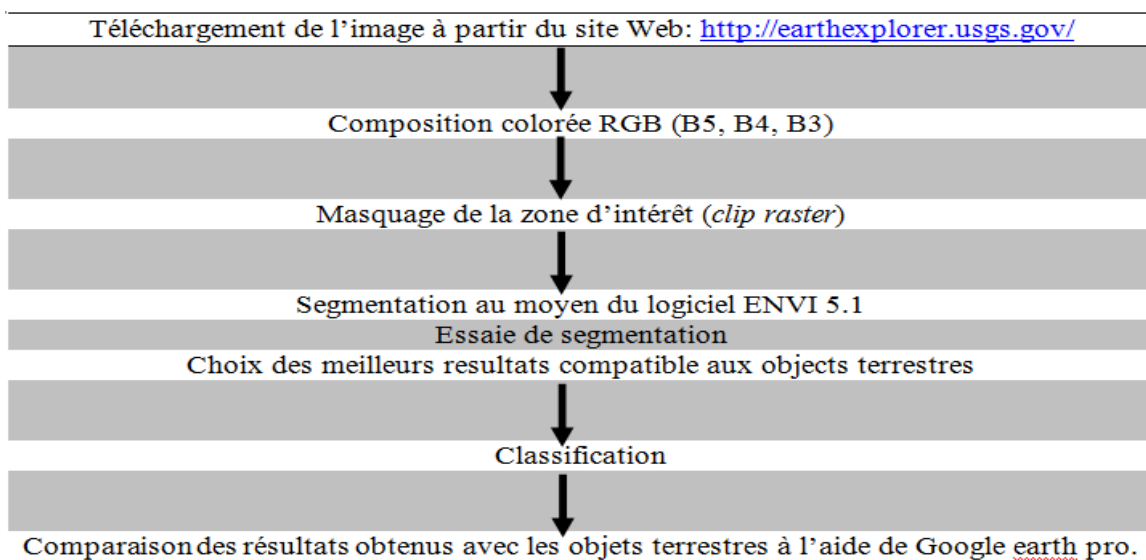


Figure 20: Diagramme méthodologique

L'interprétation de résultat de la carte de l'occupation du sol a été faite sur la base de la connaissance du terrain complétée par l'image de Google earth pro.

Cette interprétation a abouti à un schéma de répartition des classes (Figure 20) adapté à la hiérarchie de segmentation au moyen du logiciel ENVI 5.1.

Nous avons travaillé sur le plan d'entraînement dans un but d'améliorer les conditions de choix des objets optimaux (*optimal features*), une série de 100 essais de segmentation a été établi sur l'aire d'entraînement. Par la suite, nous avons procédé à l'étude des corrélations entre les objets issus de ce processus et les objets réales de terrain, en notant la compatibilité par des coefficients : 1, 2, 3 et 4 entre les variables *Scal level (SL)* et *Merge level (ML)* de la segmentation

avec celle de chaque classe d'occupation du sol. Les deux variables *Scal Level* (SL) et *Merge level* (ML) sur l'aire d'entraînement du logiciel ENVI 5.1 varient sur une fourchette comprise entre 10% et 100% avec un pas de 10 points ce qui donne 10 niveaux pour chaque variable (figure 21). Par conséquent, le nombre de combinaisons possibles sera simplement 100 essais.

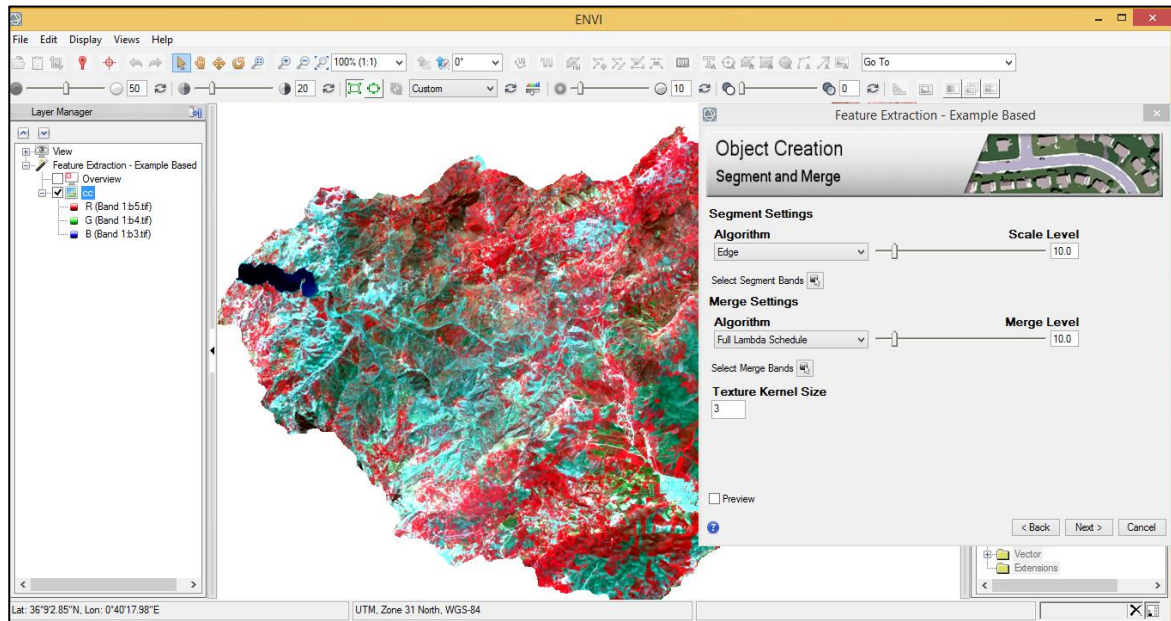


Figure 21: Manipulateur des variables *Scal level* (SL) et *Merge level* (ML) sur l'ENVI 5.1
Extraction de l'évolution spatiotemporels de lac de barrage au moyen de la classification orientée objet montrant l'effet de l'aléa érosif dans le bassin versant de l'oued Kramis

Pour l'extraction de l'évolution spatiotemporelle de lac de barrage du bassin versant de l'oued Kramis, nous avons utilisé une série des images pluriannuelles selon leur disponibilité sur le site Web auparavant cité. La saison d'été durant la période qui s'étale entre 2006 et 2016 a été choisie, durant laquelle nous cherchons d'avoir une couverture nuageuse nulle. La scène multi-spectrale de *Path_197/Row_035* a été utilisée. La classification orienté-objet au moyen de l'ENVI 5.1 sous l'outil *Feature Extraction/Example Based Feature* a été choisie.

Chapitre IV :

Résultats et Discussion

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 Résultat de la segmentation

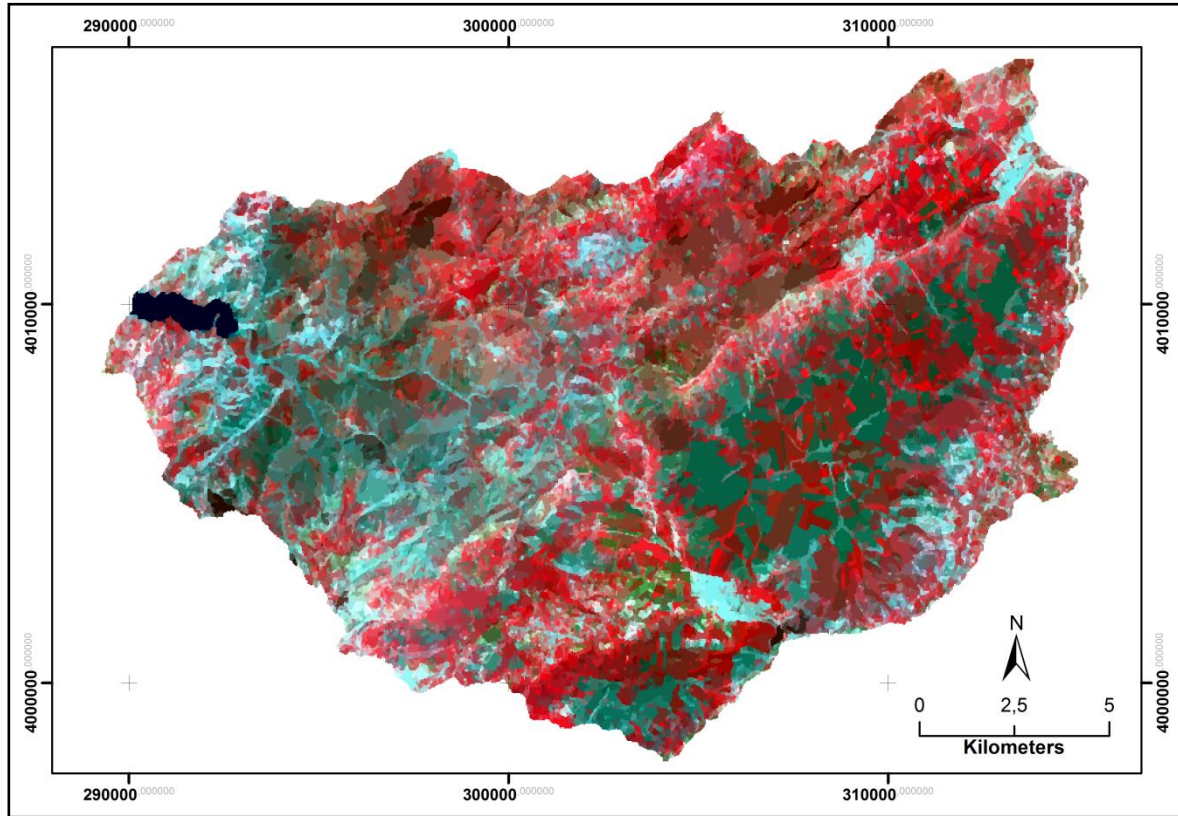


Figure 22: Résultats de segmentation

4.1.1 Choix du pourcentage de niveau *Scal level* et *Merge level*

Le choix de meilleur pourcentage qui varie entre 10 et 100% pour les deux niveaux *Scal level* (*SL*) et *Merge level* (*ML*) sur l'aire d'entraînement du NDVI 5.1 repose sur la corrélation entre les objets du terrain interprétés visuellement et ceux issus extraits automatiquement de la technique de segmentation noté à chaque essai par des coefficients de 1 à 4. Ces dernières représentent un symbole qualitatif descriptif subdivisé en quatre constations, selon la répartition suivante :

- ☞ Object non compatible à l'objet terrestre noté par le chiffre 1.
- ☞ Object moyennement compatible à l'objet terrestre noté par le chiffre 2.
- ☞ Object compatible à l'objet terrestre noté par le chiffre 3.
- ☞ Object fortement compatible à l'objet terrestre noté par le chiffre 4.

Pour les dix classes du terrain interprétées, des recherches de la forte compatibilité selon les coefficients cités au-dessus ont été faites pour les niveaux 10 de *Scal level (SL)*, en variant chaque fois les niveaux de *Merge Level (ML)* qui sont à leur tour variés entre 10% et 100% c'est-à-dire 10 niveaux pour ce dernier.

Tableau 14: Résultat global de la segmentation au seuil de forte compatibilité

ID	Occupation du sol	Niveau de Scal level 60%				Scal level 70%					
		Niveaux de Merge level %				Niveaux de Merge level %					
		60	70	80	90	40	50	60	70	80	90
1	Lac d'eau	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	Terrain inculte	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
3	Parcours	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3
4	Reboisement	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3
5	Forêt	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
6	Cérealiculture	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
7	Jachere	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
8	Matorral	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3
9	Surface baties	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3
10	Terrain calcaire	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3
	Légende										
	Compatible 3										
	Fortement compatible 4										

D'après le tableau ci-dessus, on remarque que la forte compatibilité regroupe les dix classes d'occupation du sol en six catégories :

(I) La classe du lac d'eau a une forte compatibilité lorsque le niveau de *Scal level* atteint une valeur de 60% avec ses niveaux de *Merge level* variant entre 60% et 90%. Cette observation a été enregistrée même pour la valeur de 70% de *Scal level* avec ses niveaux de *Merge level* qui varient entre 40% et 90%.

(II) Cette constatation a été enregistrée même pour la classe du terrain inculte sur l'aire d'entraînement jusqu'aux deux niveaux 80% et 90% de *Merge level* qui correspondent au niveau du *Scal level* 70%.

(III) Les classes du parcours et du reboisement de la région d'étude ont la même allure en ce qui concerne la forte compatibilité. En effet, le niveau de *Scal level* au seuil de 60% a une forte compatibilité lorsque ses niveaux de *Merge level* atteignent une fourchette allant de 70% à 90%.

Tandis que le niveau de *Scal level* au seuil de 70% atteint sa forte compatibilité lorsque les niveaux de *Merge level* varient sur une fourchette de 40% à 70%.

(IV) En ce qui concerne les classes forêt, céréaliculture et jachère de la région d'étude, leur forte compatibilité a été enregistrée au seuil de 60% et 70% du niveau de *Scal level* avec les niveaux de *Merge level* allant de 60% à 90% et de 40% à 80% respectivement.

(V) Pour les deux classes d'occupation du sol ; matorral et surfaces bâties, leur forte compatibilité a été enregistrée lorsque le niveau de *Scal level* atteint un seuil de 60% et 70% et que ses niveaux de *Merge level* varient sur une fourchette allant de 70% à 90% et de 60% à 80% respectivement.

(VI) Pour la classe du terrain calcaire de la zone d'étude, la forte compatibilité a été observée au seuil de 60% et de 70% du *Scal level* avec les niveaux de *Merge level* sur une fourchette allant de 70% à 90% et de 60% à 70% respectivement.

Comme observation globale, les valeurs du forêt compatibilité des objets terrestres avec ceux résultants de l'utilisation de ces deux variables *Scal level* et *Merge level* pour toutes les classes de l'occupation du sol de notre région d'étude sont enregistré simultanément dans les seuils de 60% et 70% du niveau de *Scal level* avec les niveaux de *Merge level* allant de 70% à 90% et 60% à 70% respectivement.

4.1.2 Résultats de l'analyse statistique du Khi-deux (χ^2)

Tableau 15: Résultat du tableau croisé *Merge Level* * Compatibilité * *Scal Level*

Tableau croisé <i>Merge Level</i> * Compatibilité * <i>Scal Level</i>								
Scal Level			Compatibilité				Total	
			Non Compatible	Moyennement Compatible	Compatible	Fortement Compatible		
60	Merge Level	80	Effectif	0	0	0	10	10
			% compris dans Merge Level	,0%	,0%	,0%	100,0%	100 %
	90	Effectif	0	0	0	10	10	
		% compris dans Merge Level	,0%	,0%	,0%	100,0%	100 %	
70	Merge Level	60	Effectif	0	0	0	10	10
			% compris dans Merge Level	,0%	,0%	,0%	100,0%	100 %

Les résultats mentionnés dans le tableau 14, montrent que l'utilisation du *Scal level* (*SL*) de 60% et de 70% avec un niveau de *Merge level* (*ML*) de 80% ou de 90% et celui de 60% avec un

niveau de *Merge level (ML)* de 60% respectivement donne une forte compatibilité pour les 10 classes de l'occupation du sol de la zone d'étude.

Tableau 16: Tests du Khi-deux

	Valeur	ddl	Signification asymptotique (bilatérale)
Khi-deux de Pearson	83,972 ^a	12	,000
Rapport de vraisemblance	107,332	12	,000
Association linéaire par linéaire	40,464	1	,000
Nombre d'observations valides	350		

Du tableau 16 et après l'analyse statistique par l'utilisation du logiciel *PASW statistics* version 18, et le calcul du teste de Khi-deux (χ^2), on remarque qu'il existe une différence très significative entre les différents niveaux de *Scal level (SL)* et *Merge level (ML)* utilisés ($\chi^2 = 83.972$, $ddl= 12$ et $P < 0.001$) (tableau 15).

4.1.3 Résultats de la classification orientée objet

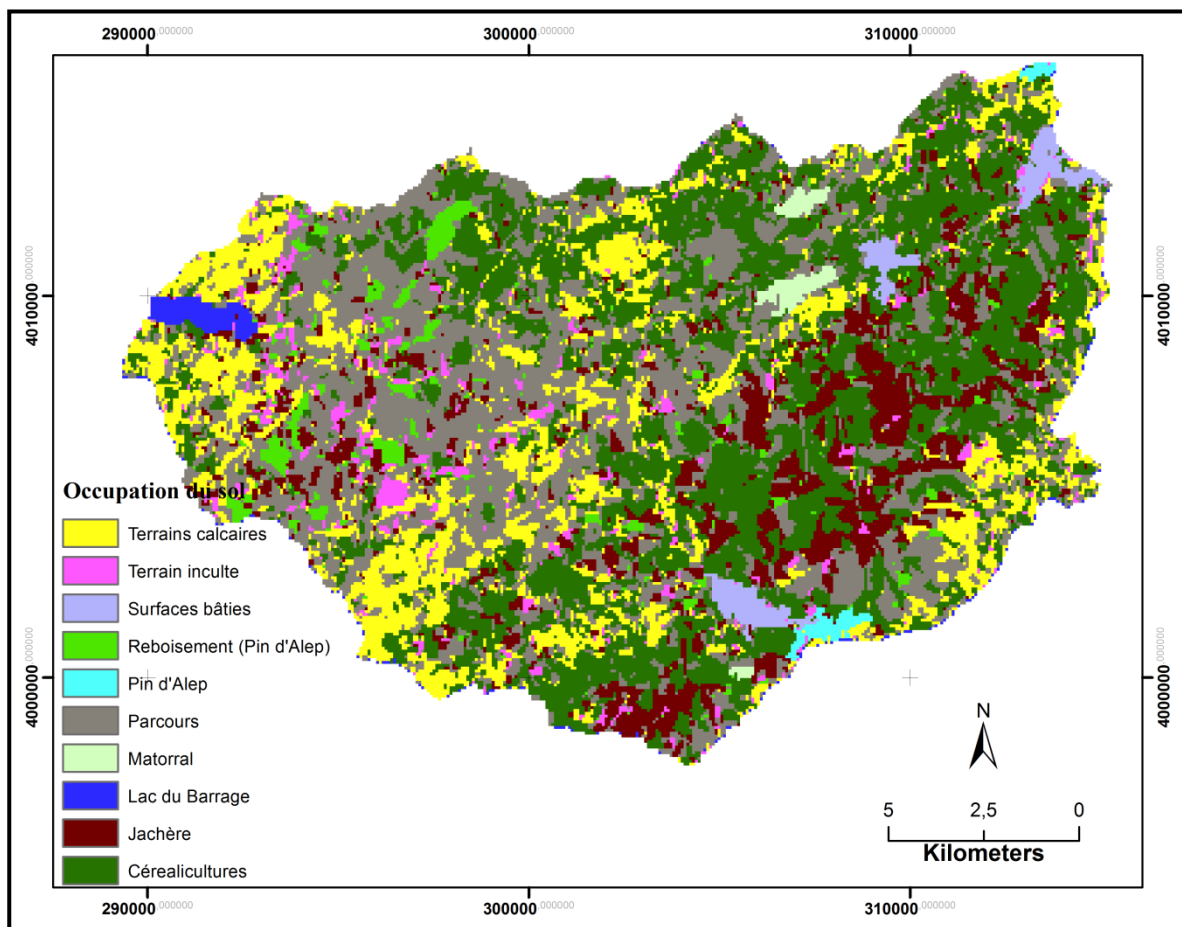


Figure 23: Résultats de l'occupation du sol après la classification orienté objet

Tableau 17: Classes d'occupation du sol en surface

Classes d'occupation du sol	Surface	
	Km ²	%
Terrain inculte	8,2	2,7
Lac du Barrage	2,9	0,9
Surfaces bâties	4,7	1,6
Terrains calcaires	47,6	15,7
Céréales	99,9	33,1
Pin d'Alep	1,3	0,4
Jachère	34,6	11,5
Parcours	92,9	30,8
Reboisement (Pin d'Alep)	7,7	2,5
Matorral	2,0	0,7
Total	302	100

D'après le résultat final de la classification orienté objet illustré dans la figure 23, nous pouvons constater que, les tests de segmentation effectués sur l'extrait de l'image Landsat8_OLI ont été très bénéfiques, permettant une meilleure compréhension du processus de la segmentation pour des fins cartographiques. Nous pouvons également confirmer que le processus de la segmentation pour la classification orientée objet via l'outil ENVI 5.1, nécessite une précision distinctive délicate entre les objets terrestres à cartographier.

Nos résultats en concordance avec ceux trouvés chez d'autres investigateurs intéressés par la méthode de la classification orienté objet. Vue l'importance de ces résultats dans le domaine de la cartographie de différentes utilisations des terres, cette technique a été utilisée un peu partout dans le monde (Sparfel.2010 ; Pham. 2013; Jia et al. 2013; Kassouk et al., 2014 ; Liu et Zhang, 2017). Ces auteurs utilisent des imageries ayant aussi une haute résolution mais avec d'autres logiciels comme par exemple *eCognition*.

4.2 QUELQUES ANOMALIES DE L'OCCUPATION DU SOL RESULTANTES DE LA METHODE DE SEGMENTATION

Notre méthode a permis d'extraire les dix classes de l'occupation du sol de la zone d'étude avec une exactitude importante. Le niveau d'exactitude le plus élevé est obtenu pour la classe « lac d'eau » et le plus faible pour la classe « arbres isolés ».

La catégorie des plans d'eau atteint un niveau d'exactitude très élevé, ce qui est dû à la réponse spectrale très basse de l'eau et qui est très distincte des autres classes. Ce fait est confirmé

par d'autres travaux de traitement de l'image par l'approche d'objet (Flanders *et al.*, 2003; Lang *et al.*, 2006; Platt et Rapoza, 2008).

Dans la catégorie de végétation, nous avons obtenu des résultats conformes ou bien hautement compatibles, sauf pour la classe «arbres isolés». La faible exactitude de cette classe s'explique par le fait qu'il est difficile d'identifier les arbres dispersés, même visuellement. Dans ce contexte, Laliberte *et al.* (2004) a confirmé aussi la difficulté d'identifier les arbustes de petite taille dans leur classification.

Plusieurs études récentes ont suggéré que les données du LiDAR pourraient être utiles pour identifier les arbres dispersés en milieu urbain (par exemple Sung 2012; Zhou et Troy 2008).

Sinon, nos résultats obtenus semblent encourageants et intéressants et peuvent servir de références pour guider les cartographes et les aménagistes dans des régions similaires à notre région d'intérêt et avec les mêmes conditions d'acquisition du satellite Landsat8_OLI qu'on a l'utilisé dans cette étude.

4.3 EVALUATION SPATIOTEMPORELLE DE LA CUVETTE DU BASSIN VERSANT DE L'OUED KRAMIS PAR LA METHODE ORIENTE OBJET

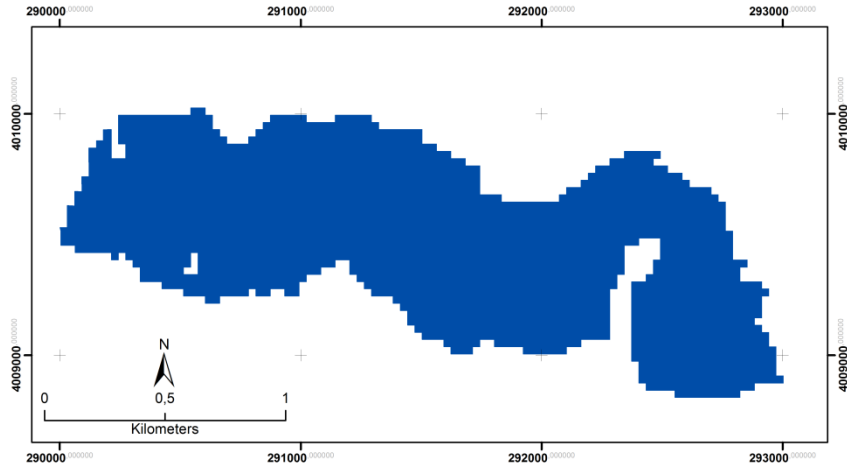
Le barrage de l'oued Kramis qui a été mise en service en 2004 et dont la capacité est de 45 Millions m³ est menacé par l'envasement de par son emplacement. Il se situe à l'extrême ouest du grand bassin versant côtier algérois. Selon des mesures bathymétriques effectuées en 2014 au niveau du lac de barrage, cet ouvrage hydraulique est soumis à un taux d'envasement très avancé avec un volume annuel de sédiments atteint 400 000 m³.

En 2017, et suite d'une crue importante enregistrée amenant à un déversement au niveau de la digue du barrage, une expertise française de réhabilitation de réaménagement au niveau de cette dernière a été effectuée.

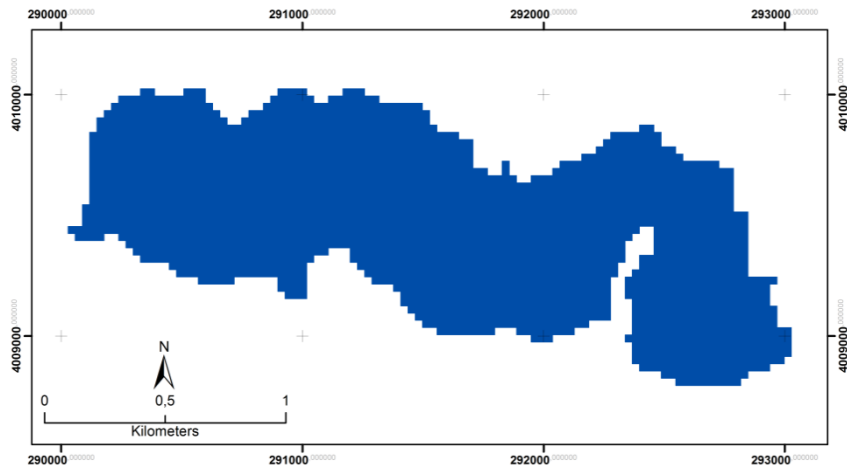
Face à cette situation désastreuse, et vu son intérêt socioéconomique qui le joue dans une région à vocation agricole, le barrage du bassin versant de l'oued Kramis a eu une nouvelle révision au niveau son infrastructure par l'Etat Algérien et son partenaire Italien (ANBT, 2017).

Pour ces raisons, et dans le but d'étudier l'évolution spatiotemporelle de la surface de sa cuvette au moyen de la classification orienté objet nous avons utilisé une série des images multi spectrales (2006, 2007, 2009, 2010, 2011, 2013, 2015 et 2016) selon la disponibilité de ces images sur le site web : <http://earthexplorer.usgs.gov>, ainsi que leur netteté lors de sa prise par le satellite

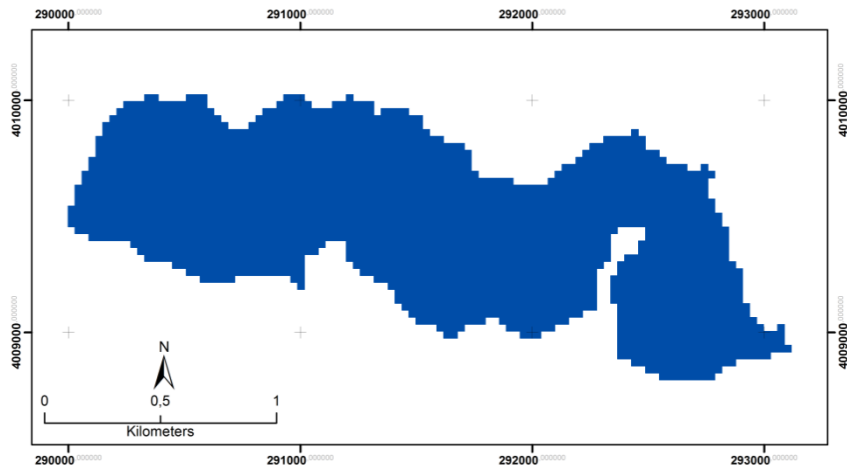
(*Could cover*). Les deux saisons de l'année ; l'été et l'automne ont été choisies pour télécharger ces images à l'exception de l'image acquise en 2010 qui a été téléchargée pour le mois de Janvier.



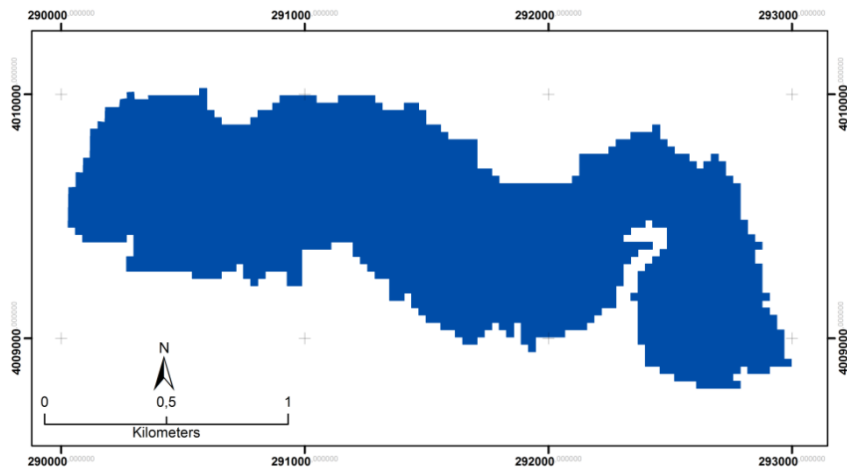
ID:LT05_L1TP_197035_20061022_20161118_01_T1
Acquisition Date:22-OCT-06



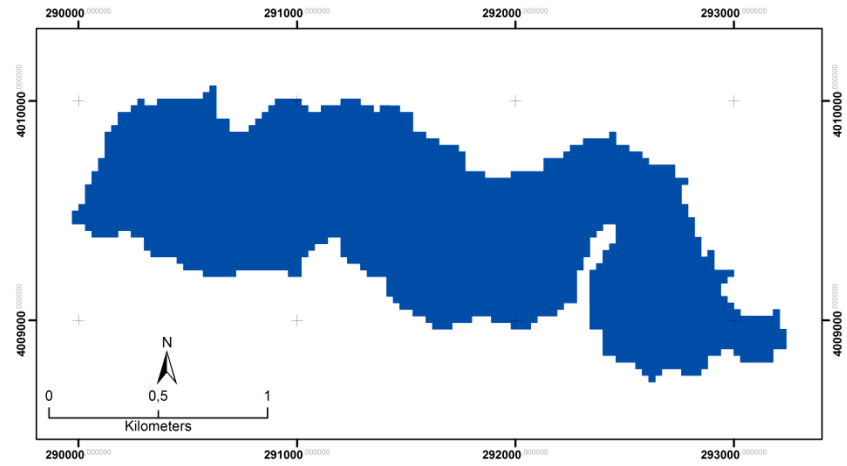
ID:LT05_L1TP_197035_20070705_20161112_01_T1
Acquisition Date:05-JUL-07



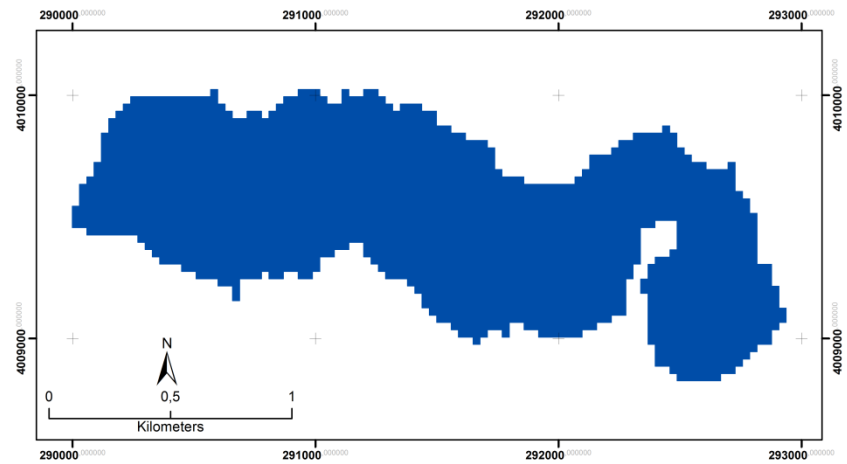
ID:LT05_L1TP_197035_20091014_20161024_01_T1
Acquisition Date:14-OCT-09



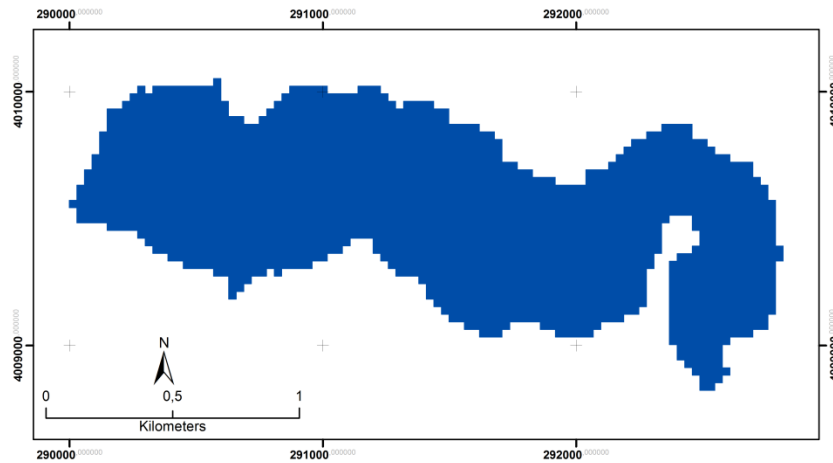
ID:LT05_L1TP_197035_20100118_20161017_01_T1
Acquisition Date:18-JAN-10



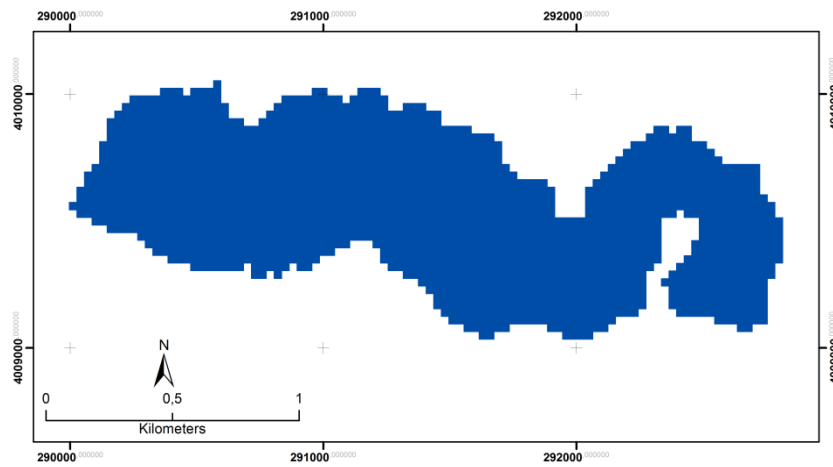
ID:LT05_L1TP_197035_20111020_20161005_01_T1
Acquisition Date:20-OCT-11



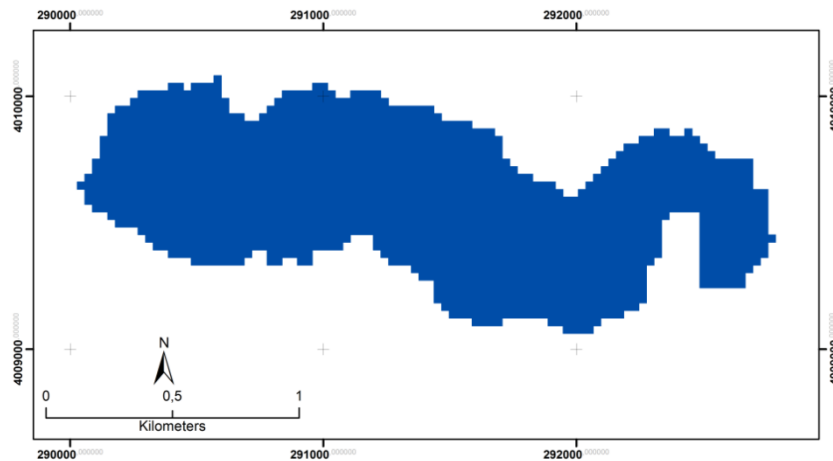
ID:LC08_L1TP_197035_20131025_20170429_01_T1
Acquisition Date:25-OCT-13



ID:LC08_L1TP_197035_20141028_20170418_01_T1
Acquisition Date:28-OCT-14



ID:LC08_L1TP_197035_20151031_20170402_01_T1
Acquisition Date:31-OCT-15



ID:LC08_L1TP_197035_20160814_20170322_01_T1
Acquisition Date:14-AUG-16

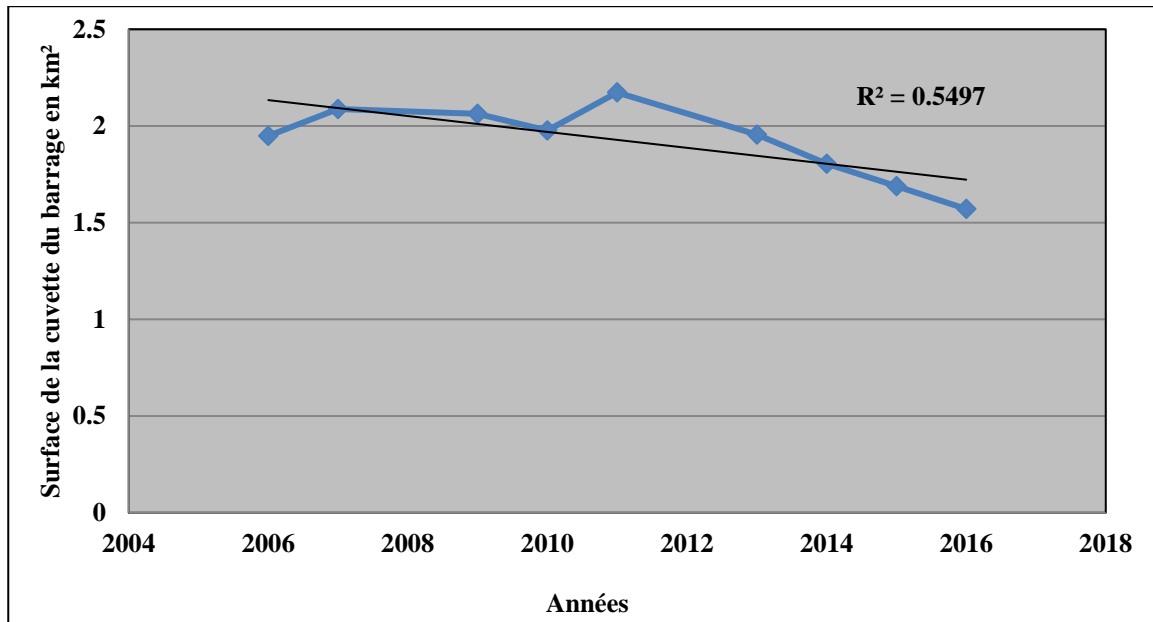


Figure 24: (a, b, c, d, e, f, g, h ,i) et 23 . Evolution spatiotemporelle de l'évolution de la cuvette de barrage du bassin versant de l'oued Kramis

D'après la figure 24 (a, b ,g) on constate que, la surface de la cuvette de barrage du bassin versant de l'oued kramis présente une diminution en eau au fil du temps. Cependant, cette diminution a connu une constance, mais cette constance n'atténue pas la tendance générale de la courbe de tendance de volume d'eau, qui est une évolution relativement proportionnelle au fil des années. La diminution du lac d'eau du barrage présente une corrélation significative avec l'évolution temporelle de cette cuvette/lac ($R^2 = 0.55$).

Conclusion générale

Conclusion générale

L'arrivée des images de très haute résolution spatiale et l'évolution croissante des outils spatiaux offrent une nouvelle source de l'information terrestre. Dans cette étude, nous avons effectué une procédure de l'extraction des objets de l'occupation du sol à partir d'une image Lnadat8_OLI par une approche orientée objet. Malgré la faible résolution spectrale de l'image, cette approche donne les résultats encourageants pour toutes les classes d'intérêts à l'exception de quelques classes des objets isolées dans la zone étude. Nous sommes arrivés à des meilleures valeurs pour les paramètres de segmentation, qui n'avaient jamais été testés de manière empirique et systématique. Les valeurs proposées correspondent aux caractéristiques de couleur et de forme des objets dans le bassin versant de l'oued Kramis. Elles pourraient être des suggestions initiales pour des tests de segmentations dans les futurs travaux de l'extraction de différents objets de l'occupation du sol à partir d'une image à THRS.

Pour chaque classe, nous avons aussi établi une stratégie de tests sur l'aire d'entraînement (*Scal level et Merge level*) dans le logiciel ENVI 5.1 pour pouvoir obtenir des résultats compatibles avec ceux du terrain. Cette technique offre une solution efficace et fiable pour les applications de l'approche orientée objet dans des régions similaires à notre région d'intérêt.

Les résultats obtenus dans cette étude permettent de conclure que la télédétection à haute résolution spatiale est très utile et fiable pour l'extraction de différentes classes de l'utilisation du sol et inventaires des bases de données à faible coût et dans des délais rapides.

Références bibliographiques

La liste des références bibliographiques

- BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953** – Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Toulouse 88(3-4) : 49-56.
- CAUVIN C., ESCOBAR F., et SERRADJ A., 2007**- Cartographie thématique 1, une nouvelle démarche. Ed. hermes Science. Vols. 1–1). Paris. 284p.
- DJIHEL.M. A.,2015** – Etude et cartographie des formations végétales forestières dans la partie Sud du Mont Chenoua (Wilaya de Tipaza). Mem. Ing. ENSA, EL-Harrach, Alger.
- EMBERGER L., 1955** - Economie forestière Nord-africaine T : 4. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie, Ed. Larose, 453p.
- LONG G., 1974**- Diagnostic phyto-écologique et aménagement de territoire, Principes généraux et méthodes (Vols. 1–4). PARIS :Ed. MASSON & CIE. 252p.
- OZENDA P, 1963**- Principes et objectifs d'une cartographie de la végétation des Alpes à moyenne échelle, Document pour la carte de la végétation des Alpes, Grenoble, n°1.
- OZENDA P., 1982**- Les végétaux dans la biosphère .Ed .Doin .Paris, 431 p.
- OZENDA P., 1986**- LA CARTOGRAPHIE ECOLOGIQUE ET SES APPLICATIONS. Ed. MASSON. Paris. 155p.
- SKIDMORE A, 2002**- Environmental Modelling with GIS and Remote Sensing, F'irst published 2002 by Taylor & Francis 11 New FctterLanc, London EC4P 4EE, 55-173p
- ZERROUG K., 2012**- Elaboration d'un système d'information géographique (flore) dans la Wilaya de Sétif. Mem. Mag. Université Ferhat Abbas, Sétif.114p+Annexes.
- ZEROUALA A. A. E., 2013**-Cartographie de la végétation de quelques forêts de la commune de Menaceur (W.de Tipaza). Mem. Ing. ENSA, EL-Harrach, Alger. 106p.
- CHELIOUT M., 2016**- Etude de l'évolution de l'occupation du sol de la commune de Sidi Semiane (Wilaya de Tipaza) au moyen de la télédétection et de la cartographie numérique
- CELINE R., 2002**- Contribution à la classification non supervisée : proposition d'une méthode de bi-partitionnement par Sous la direction de Nicolas Nicoloyannis. Lyon France
- MIDEKOR A. & WELLENS J., 2010**- Livre ENVI et ses classifications initiation à ENVI 23, 30 Novembre au 1 Décembre 2010 P. 31-32-33.

ANBT (Agence Nationale des Barrages et Transferts) (2017) http://www.soudoud-dzair.com/index.php?action=esmap_vect&table=chahidgis_barrage&id=12. Accessed

13 Mar 2017

FLANDERS D., HALL-BEYER M., PEREVERZOFF J., 2003, Preliminary evaluation of eCognition object-based software for cut block delineation and feature extraction, *Canadian Journal of Remote Sensing* 29(4):441–452.

JIA J., YANGA N., ZHANGB C., YUEB A., ZHU J.Y.D. (2013). Object-oriented feature selection of high spatial resolution images using an improved Relief algorithm. *Mathematical and Computer Modelling* 58 (2013) 619–626. doi:10.1016/j.mcm.2011.10.045.

KASSOUK Z., THOURET J.C., GUPTA A., SOLIKHIN A., LIEW S.C. (2014) Object-oriented classification of a high-spatial resolution SPOT5 image for mapping geology and landforms of active volcanoes: Semeru case study, Indonesia. *Geomorphology*. doi: 10.1016/j.geomorph.2014.04.022

LALIBERTE A. S., RANGO A., HAVSTAD K. M., PARIS J. F., BECK R. F., MCNEELY R., GONZALEZ A. L., 2004, Object-oriented image analysis for mapping shrub encroachment from 1937 to 2003 in southern New Mexico, *Remote Sensing of Environment* 93:198-210.

LANG S., JEKEL T., HOLBLING D., SCHOPFER E., PRINZ T., KLOYBER E., BLASCHKE T., 2006, Where the grass is greener - mapping of urban green structures according to relative importance in the eyes of the citizens, *First Workshop of the EARSeL – Special Interest Group on Urban Remote Sensing*, Berlin.

LIU Y., ZHENG F.B., (2017). Object-oriented and multi-scale target classification and recognition based on hierarchical ensemble learning. *Computers and Electrical Engineering* 1–17. dx.doi.org/10.1016/j.compeleceng.2016.12.026

PHAM T.T.H., HE, D.C., (2013). Classification orientée objet d'une image quickbird de la ville de Hanoi (Vietnam): étude empirique des paramètres de segmentation. *Téledétection, éditions sciatiques gb*, 11(2), pp.287-305.

PLATT R. V., RAPOZA L., 2008. An evaluation of an object-oriented paradigm for land use/land cover classification, *Professional Geographer* 60:87-100

SPARFEL L., GOURMELON F., LE BERRE I., (2010). Approche orientée-objet de l'occupation des sols en zone côtière. *Téledétection, Editions des Archives Contemporaines*, 8 (4), pp.237-256.

SUNG C. Y., 2012.Evaluating the efficacy of a local tree protection policy using LiDAR remote sensing data, *Landscape and Urban Planning* 104(1):19-25.

ZHOU W., TROY A., 2008. An object-oriented approach for analysing and characterizing urban landscape at the parcel level, *International Journal of Remote Sensing* 11(10):3119-3135.

Denis, A., 2016. Travaux Pratiques de Télédétection Spatiale. Site web : <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/143553>.

PEKKARINEN A., (2002). A method for the segmentation of very high spatial resolution images of forested landscapes, *International Journal of Remote sensing*, vol. 23, no. 14, pp. 2817 - 2836.

CORBANE C., BAGHDADI N., HOSFORD S., SOMMA J., ET CHEVREL S., 2004. Application d'une méthode de classification orientée objet pour la cartographie de l'occupation du sol: résultats sur ASTER et Landsat ETM. *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection (RFPT)*, no. 175, pp. 13-26.

BENHACHEM I., 2017. Approche cartographique des aménagements antiérosifs cas : du bassin versant de l'Oued Kramis (Algérie).

BELKALEM A., 2017. Evaluation les risques d'érosion cas bassin versant de l'oued kramis région de Mostaganem (Algérie)

Résumé

L'élaboration des cartes d'occupation du sol, basée sur les techniques de classification des images satellitaires a connu depuis la fin des années quatre-vingt, un progrès très important. Plusieurs méthodes qui prennent en considération les dimensions spectrales, texturales et contextuelles ont été développées. Le présent travail tente à travers l'étude de la classification orientée objet, expérimentée sur un extrait d'image Landsat8_OLI acquise le 05/05/2014 de la région du bassin versant de l'oued Kramis, région ouest de l'Algérie, d'évaluer l'apport de ladite approche dans la classification de l'occupation du sol. Les tests de segmentation effectués durant l'expérimentation sur cet extrait, ont été très bénéfiques. Cette expérience a confirmé aussi que la manipulation des paramètres de *Scal level* et *Merge level* de l'image durant le processus de la segmentation, nécessite plusieurs combinaisons entre ces deux variables, ainsi que d'autres attributs contextuelles issues de la vérité terrain et d'autres multi-sources, pour affiner les résultats de la segmentation. Le nombre de classes interprétés pour la classification orientée-objet sur notre zone de travail a été égal à 10 classes. Les résultats obtenus par la méthode statistique du Khi-deux, montrent que l'utilisation du *Scal level* (SL) de 60% et de 70% avec un niveau de *Merge level* (ML) de 80% ou de 90% et celui de 60% avec un niveau de *Merge level* (ML) de 60% respectivement donne une forte compatibilité pour les 10 classes de l'occupation du sol de la zone d'intérêt.

Mot clés : Classification orientée-objet, ENVI 5.1, Landsat8_OLI, oued Kramis, Algérie.

Absract

Since the late eighties, the development of land-use maps, based on techniques for classifying satellite imagery, has been a very important step forward. Several methods that take into account the spectral, textural and contextual dimensions have been developed. This work attempts through the study of the object-oriented classification, experimented on an extract of image Landsat8_OLI acquired on 05/05/2014 of the region of the watershed of the Oued Kramis, western region of Algeria, d To evaluate the contribution of this approach to the classification of land use. The segmentation tests carried out during the experiment on this extract were very beneficial. This experiment also confirmed that the manipulation of the Scal level and Merge level parameters of the image during the segmentation process requires several combinations between these two variables as well as other contextual attributes arising from the ground truth, other multi-sources, to refine the results of the segmentation. The num

ber of classes interpreted for the object-oriented classification on our working area was equal to 10 classes. The results obtained by the chi-square statistical method show that the use of the Scal level (SL) of 60% and 70% with a level of Merge level (ML) of 80% or 90% and that of 60 % With a Merge Level (ML) of 60% respectively gives high compatibility for the 10 land-use classes of the area of interest.

Keywords : Object-oriented classification, ENVI 5.1, Landsat8_OLI, oued Kramis, Algeria.

ملخص

وضع خرائط الغطاء الأرضي استنادا إلى تقنيات تصنيف صور الأقمار الصناعية شهدت منذ أواخر الثمانينات، تقدما هاما جدا. العديد من الطرق التي تأخذ في الاعتبار أبعاد الطيفية، وضعت التكوينية والسياقية. يحاول هذا العمل من خلال دراسة تصنيف وجوه المنحى، من ذوي الخبرة على صورة استحوذت يوم 05/05/2014 مستخرجة من Landsat8_OLI من منطقة مستجمعات المياه من وادي كراميس، المنطقة الغربية من الجزائر، تقييم مساهمة هذا النهج في تصنيف استخدام الأراضي. كما أثبتت فحوص المنجزة أجريت خلال التجربة على هذا مقتطف مفيد جدا. وأكدت هذه التجربة أيضا أن التلاعب المعلمات مستوى SCAL ومستوى الصورة دمج أثناء عملية تجزئة، يتطلب عدة مجموعات بين هذين المتغيرين، وغيرها من الصفات السياقية من الحقيقة على الأرض و مصادر: متعددة أخرى، لتضيق نتائج تجزئة. وكان عدد من فئات لتصنيف وجوه المنحى تفسير من منطقة عملنا يساوي 10 فصول. النتائج التي حصل عليها طريقة إحصائية لتشي مربع، وتبين أن استخدام مستوى SCAI (SL) من 60% و 70% مع مستوى من مستوى دمج (ML) 80% أو 90% و 60% مع مستوى من مستوى دمج 60 (ML) على التوالي يعطي التوافق القوي لـ 10 فئات استخدام الأراضي في المنطقة من الفائدة.

الكلمات المفتاحية: تصنيف وجوه المنحى، ENVI 5.1، Landsat8_OLI، واد كراميس ، الجزائر.