



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Écologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Intitulé

Évaluation du couvert forestier : Approche télédétection et SIG

Présenté par : Mehdaoui Zoulikha
Chekhaba Radja

Soutenu le : 13/10/2020

Devant le jury:

Président :	M ^{me} Fellah Fahima	MCA	Univ. de Bordj Bou Arreridj
Encadrant:	M ^{me} Belloula Salima	MAA	Univ. de Bordj Bou Arreridj
Examineur :	M ^{me} Melouani Naziha	MAA	Univ. de Bordj Bou Arreridj

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Au terme de cette étude, je remercie avant tout Dieu le Tout Puissant, de m'avoir donné la chance et le courage de m'avoir guidé pour l'accomplissement de ce travail.

Je porte tout ma gratitude à M^{me} FELLAH Fahima pour avoir accepté de présider le jury.

Mes remerciements vont à M^{me} BELLOULA Salima, pour avoir accepté de diriger ce travail tout au long de sa réalisation.

Je la salue également pour ses précieux conseils, remarques et corrections qui ont permis l'élaboration de ce manuscrit

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à M^{me} MELOUANI Naziha pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je remercie également, avec une même intensité, toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Didicace

Je dédie ce mémoire :

À mon cher père et mon éducateur

À mon adorable mère source de compassion et de tendresse

À mes chères sœurs: Assma, Chayma, Khawla, et mon cher frère

Zakaria

A mon fiancé Brahim et sa famille

À mes cher amis : Zoulikha, Sara, Bouthayna

À chers enfants : Wassim, Miral, Mayssam.

À tous mes Amis et à toute personne qui m'a aidé de près ou de loin

Pour terminer ce travail

Radja



Didicace

Je dédie ce mémoire :

À mes très chers parents au monde

Qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donnée

Un magnifique modèle du beur et de persévérance.

*J'espère qu'ils trouvent dans ce travail toute ma reconnaissance et
tout mon amour.*

À grand-mère Merzaka et grand-père Brahim

À mes frère Mehamed et saïfe.

Mes soueurs Soumya, Khamssa et Linda

À mes cher amis : Radja, Sara, Bouthayna

À chers enfants : Ayoub, Tassnim, Mouadh, Loukman, Hamoudi.

*Et à tous ceux qui j'aime et qui m'aiment et à tous qui ont
contribué de Près ou de loïn*

Zoulikha



Table des matières

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des figures

Introduction	1
Chapitre I : Bilan de connaissance sur la dynamique du couvert végétal	
I.1. Dynamique du couvert végétale.....	3
I.1.1. Évolution	3
I.1.2. Dégradation	3
I.2. Patrimoine forestier en Algérie	4
I.2.1. Contexte national	4
I.2.2. Diversité au sein et entre les espèces végétales.....	4
I.2.2.1. Richesse floristique en Algérie	4
I.2.3. Ressources sylvogénétiques (structure et composition).....	5
I.2.3.1. Caractéristiques générales	5
I.2.3.2. Superficie forestière et répartition.....	5
I.2.3.3. Localisation et répartition	5
I.2.4. Rôle des forêts Algériennes.....	6
I.2.4.1. Fonction de production	6
I.2.4.2. Fonction de protection.....	7
I.2.4.3. Fonction sociale	7
I.2.5. Facteurs de dégradation du couvert végétal en Algérie	7
I.2.5.1. Pression anthropique, aggravée par la croissance démographique	7
I.2.5.2. Application de techniques inappropriées	8
I.2.5.3. Braconnage et l'extermination de la faune sauvage.....	8
I.2.5.4. Attaques parasitaires liées à la dégradation	8
Chapitre II : Système d'informations géographique et télédétection	
II.1. Système d'information géographique.....	9
II.1.1. Définition.....	9
II.1.2. Données géographiques	9
II.1.2.1. Système de coordonnées	9
II.1.2.2. Projection de la carte.....	9
II.1.2.3. Mode raster	10

II.1.2.4. Mode vecteur	10
II.1.2.5. Modèle numérique de terrain (MNT)	10
II.1.2.6. DEM (Digital Élévation Model)	10
II.1.3. Composantes d'un SIG	11
II.1.4. Rôles de SIG	11
II.1.5. Domaines d'application de SIG	11
II.1.6. Intérêts des SIG en foresterie	12
2. Télédétection	13
II.2.1.1 Définition	13
II.2.1.2. Principe	13
II.2.1.3. Détection passive et active	14
II.2.1.4. Signature spectrale	14
II.2.1.5. Applications de la télédétection en foresterie	15
II.2.2. Images satellitaires	15
II.2.2.1. Données satellites	15
II.2.3. Classification	16
II.2.3.1. Technique de classification	16
II.2.3.1.1. Classification supervisée	16
II.2.3.1.2. Classification non supervisée	16
II.2.4. Indices spectraux	16
II.2.4.1. Principe	17
II.2.4.2. Indices de végétation par différence normalisée (NDVI)	17
Chapitre III : Application et évaluation du couvert forestier	
III.1. Matériels utilisés	19
III.1.1. Image satellites	19
III.1.2. Erdas Imagine 9.2	19
III.1.3. QGIS 2.18.2	19
III.2. Méthode de travail	20
III.2.1. Sous QGIS 2.18.2	20
III.2.2. Sous Erdas Imagine 9.2	22
III.2.2.1. Différents étapes réaliser sous Erdas Imagine	23
Conclusion	24
Références bibliographiques	
Résumé	

Liste des figures

Figure 01 : Carte du couvert végétal de l’Afrique du Nord.....	6
Figure 02 : Processus de télédétection.....	14
Figure 03 : Dérivées du modèle numérique de terrain.....	20
Figure 04 : Génération de la pente de la commune Ait Yahia Wilaya de Tizi Ouzou (Rezak, 2017).....	21
Figure 05 : Génération de la carte d’exposition.....	21
Figure 06 : Exemple d’une Carte d’altitude	22
Figure 07 : Méthode de travail.....	23
Figure 08 : Carte de la détection de changement en forêt de Cèdre (Aurès, Algérie) dans le période1995/2003.....	23
Figure 09 : Carte de l’évaluation de changement.....	24

Liste des abréviations

CCT : Centre Canadien de Télédétection

DEM : Digital Élévation Model

DFCI : Défense des Forêts Contre l'Incendie

DG: Direction Générale des Forêts

ESRI: Environmental Systems Research Institute

ETM+: Enhanced Thematic Mapper Plus

GPS: Global Positioning System

IR : Infra-Rouge

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

MNT : Modèle Numérique de Terrain

MSS : Multi Spectral Scanner

NASA: National Aeronautics and Space Administration

NDVI: Normalized difference vegetation index

PIR : Canal Proche Infra-rouge

QGIS : Quantum geographic Information System

RBH: Return Beam Vidicon

SIG : Système d'Information Géographique

SPOT: Système Pour l'Observation de la Terre

TM: Thematic Mapper

Introduction

Introduction

Les études sur le changement de l'occupation et l'utilisation du sol sont d'une grande importance car elles permettent de connaître les tendances actuelles dans les processus de déforestation, dégradation, désertification et perte de la biodiversité. Il existe des facteurs naturels qui favorisent les variations de la couverture végétale. Néanmoins, pendant les dernières décennies, l'activité humaine est principal déclencheur de la transformation des écosystèmes (Elhalim, 2015).

Le terme forêt désigne un territoire occupant une superficie d'au moins 50 ares (Bois et Boqueteaux) avec des arbres capables d'atteindre une hauteur supérieure à cinq mètres à maturité in situ, un couvert arboré de plus de 10% est une largeur d'un moins 20 mètres (IFN., 2009 *in* Dodane, 2009).

En Algérie, les formations forestières (forêt et maquis) couvrent une superficie de 4,7 millions d'hectares, soit moins de 2% de la superficie du pays. Elles sont très inégalement réparties sur l'ensemble de ce territoire, concentrée surtout dans la partie septentrionale du pays et limitée au sud par les monts de l'Atlas saharien (Laala et Alatou, 2016).

La forêt algérienne subit une énorme dégradation qui se traduit surtout par une évolution régressive continue et par une perte substantielle de sa richesse. Selon le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'environnement (2016), plus de 1.030.000 hectares des superficies forestières ont été détruites entre 1995 et 1997, soit une perte annuelle de 24.523 ha/an. La référence a cités plusieurs facteurs qui contribuent à cette déforestation (les incendies, le surpâturage, la pression forte des populations limitrophes des forêts, les défrichements, les coupes illicites, les attaques des insectes et les insuffisances institutionnelles), La forêt est donc remplacée sous l'action combinée ou non de ces facteurs par des broussailles et des reboisements qui présentent des signes de dégradation plus ou moins récents (Laala et Alatou, 2016).

La télédétection et SIG peuvent être des outils très complémentaires avec les méthodes conventionnelles utilisées dans la prévention et la gestion des catastrophes (Belhadj-aissa *et al.* 2003). Ces technologies sont d'autant plus utiles lorsqu'on dispose une connaissance détaillée du risque, la fréquence attendue, le caractère, et l'intensité des événements dans une région. Les images satellitaires donnent une vue globale et fournissent des informations très utiles sur l'environnement, pour une grande gamme d'échelles, de continents entiers aux détails de quelques mètres (Belhadj-aissa *et al.* 2003). La télédétection peut suivre l'événement pendant le temps de la catastrophe. La place du satellite le rend idéal pour l'organisation et la gestion opérationnelle de l'événement (Belhadj-aissa *et al.* 2003). La télédétection peut contribuer à l'estimation des dégâts

et après cela, elle peut être utilisée pour dresser une carte de la nouvelle situation et mettre à jour la base de données (Belhadj-aissa *et al.* 2003).

En raison des problèmes que subit le couvert végétal, que ce soit du fait de la nature ou de l'action humaine, de son importance et de sa difficulté de l'évaluer par des méthodes traditionnelles, la question a nécessité l'utilisation du systèmes d'information géographiques (SIG) et de dispositifs de télédétection (Télédétection), ce qui permet d'étudier l'évolution du couvert forestier avec le temps.

L'objectif de notre travail est de connaître et d'identifier les façons dont SIG et Télédétection contribuent à l'évaluation de l'état de la végétation. Cette étude s'est concentrée sur les deux programmes QGIS et Erdas Imagine et leur rôle dans l'évaluation du couvert forestier, qu'il soit en progression ou régression.

Notre document est réparti comme suit : commençant par introduction ; Chapitre I présente des connaissances sur La dynamique du couvert végétal. Le deuxième chapitre parlant sur généralités concernant le système d'information géographique et télédétection. Le troisième chapitre présent des exemples de cartes produites à partir des deux logiciels Qgis et Erdas Imagine.

**Chapitre I : Bilan de
connaissance sur la
dynamique du couvert
végétal**

Chapitre I : Bilan de connaissance sur la dynamique du couvert végétal

I.1. Dynamique du couvert végétale

On entend par « dynamisme de la végétation » les modifications et transformation survenues ou pouvant encore se manifester au sens de la végétation, transformation soit naturelles, soit dues à l'homme, tant dans le sens progressif (évolution) que dans les sens régressif (dégradation) (guinochet, 1995 *in* Saidi 1984).

I.1.1. Évolution

L'évolution progressive de la végétation a lieu chaque fois que la cause dégradante disparaît. Lorsque l'action humaine est absente ou moindre, la tendance évolutive des communautés végétales s'explique par une meilleure exploitation des ressources tropique de l'environnement (Ammar Khoudja, 1986).

Il y a deux types d'évolution du tapis végétale : cyclique et l'évolution progressive ou régressive ou l'évolution linéaire (Gounot, 1969 *in* Ammar Khoudja, 1986). L'évolution linéaire pendant son dynamisme peut ou non passer par les mêmes stades dans les deux sens (Lemee, 1978 *in* Ammar Khoudja, 1986).

I.1.2. Dégradation

La dégradation de quelque façon qu'elle se soit produite, passe par différentes stades, qui peuvent varier selon l'intensité de la dégradation, la localité géographique où elle se produit (donc avec des aspects floristique différents et le substrat) (Dajoz, 1971 *in* Saidi, 1984).

En effet, il a été démontré que chaque écosystème est caractérisé par un seuil de dégradation à partir duquel, même en cas de disparition de la perturbation, le retour à un état antérieur ne peut être que très lent (Ferchichi, 1999).

Dans le cas de la steppe Algérienne, selon Tarhouni *et al* (2007), quand ce seuil est atteint, le retour vers un écosystème productif nécessite une très forte intervention humaine qui s'appuie sur la réactivation du fonctionnement hydrique du sol, la reconstitution du stock de graines du sol, réintroduction d'espèces pastorales et aussi la collaboration des agropasteurs.

Selon Gaussen (1952), du point de vue théorique, à n'importe quel stade de dégradation, si la cause qui a provoqué celle-ci vient de disparaître, il peut se produire une reprise évolutive de la végétation vers le stade précédent. D'après le même auteur, la différence entre dégradation et l'évolution progressive consiste surtout dans le fait que, tandis que la première a lieu à brève échéance, la seconde est lente (Gaussen, 1952). Par conséquent, sur le plan pratique, cette évolution peut être presque imperceptible (Saidi, 1984).

La fragilité des écosystèmes méditerranéens et la surexploitation de leurs ressources, rendent ces milieux plus vulnérables. En Algérie, ces écosystèmes connaissent depuis

longtemps une dégradation excessive du couvert végétal. Cette dégradation est le résultat conjugué des facteurs naturels et d'actions anthropiques (Abdelbaki, 2012).

I.2. Patrimoine forestier en Algérie

I.2.1. Contexte national

L'Algérie est l'un des plus grands pays d'Afrique avec une superficie de 2 381 741 km² sur les 30 millions de km² du continent africain, près de 200 000 000 hectares sont occupés par le Sahara qui couvre les 5/6 de la superficie du pays. Le pays s'étend entre les altitudes 18 ° et 38 ° Nord et entre les longitudes 9 ° Ouest et 12 ° Est (MATE, 2001 in Mihi, 2012).

On peut inscrire le territoire dans un hexagone irrégulier dont les principales dimensions seraient :

- 1900 km du Nord au Sud,
- 1800 km de l'Ouest à l'Est,
- 2100km du Nord-Est au Sud-Ouest,
- 1200 km de côtes sur la méditerranée (MATE, 2001 in Mihi, 2012).

L'Algérie est divisée en 48 wilayas et 1541 communes. En 1975, la population était de 16 millions de personnes. En 1994, elle avoisinait 27 millions. Le taux annuel d'accroissement, pour la période 1995-1990, était de 2,9 % A l'heure actuelle, ce taux connaît un fléchissement notable que se situe à moins de 2 % (MATE., 2001).

I.2.2. Diversité au sein et entre les espèces végétales

Selon IRNA (2006) De par sa situation géographique, l'Algérie chevauche entre deux empires floraux : L'Holarctis et le paleotropis . Cette position lui confère une flore très diversifiée par des espèces appartenant à différents éléments géographiques. Sur les 3139 espèces (5402 taxons en comptant les sous espèces, les variétés et les formes) décrites par Quézel et Santa (1962), in INRA., (2006), dans la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (Zeraia ,1983 in IRNA., 2006), dénombre 289 espèces assez rares, 647 rares, 640 très rares, 35 rarissimes et 168 endémiques (IRNA, 2006 in Mihi, 2012).

I.2.2.1. Richesse floristique en Algérie

Selon INRA, (2006), Il y a 2840 espèces en Algérie du nord décrites par Quézel, (1964), 3300 espèces en Algérie et Tunisie décrites par Quézel, et Bounagua, (1975). 3150 espèces en Algérie et 2700 espèces en région Méditerranéenne, décrites par Quézel et Medail, (1995). 3139 espèces en Algérie et 33 espèces naturalisées, cultivées ou de présences douteuses, décrites par Quézel et Santa, (1962-1963). Et 5402 Genres, espèces, sub-espèces, variétés, sub-variétés avec 87 hydrides.

I.2.3. Ressources sylvogénétiques (structure et composition)

I.2.3.1. Caractéristiques générales

Le caractère méditerranéen de la forêt Algérienne n'est pas à démontrer vu sa situation géographique et la physionomie que celle-ci présente. Cet ensemble d'arbres est en lutte perpétuelle contre l'homme, le feu, les troupeaux, une adaptation est ainsi effectuée dans la mesure où l'arbre devenant frugal s'enracine. Cet état d'équilibre incertain et conditionné par les influences du milieu physique et humain (Louni, 1994). Forêt de lumière, thermophile dans son ensemble, elle enferme un sous-bois puissant et envahissant et ainsi s'établit une concurrence entre les deux strates. Une résistance biologique et écologique s'installe au sein des essences principales, ce qui donne une certaine pérennité.

La sylvie Algérienne est formée essentiellement de trois types de formations végétales : la forêt, le maquis et la broussaille (Louni, 1994).

I.2.3.2. Superficie forestière et répartition

La forêt Algérienne est essentiellement de type méditerranéen, il y a deux siècles elle couvrait 5 millions d'hectares selon des anciennes publications. Aujourd'hui, elle ne couvre que 3,9 millions d'hectares dont 2 millions sont constituées des forêts dégradées (maquis et garrigues). De 1830 à 1955, la forêt Algérienne a perdu 1,815 millions d'hectares est de 1955 à 1997, elle en perdu 1,215 ha (Boudy, 1955 ; MATE, 2003).

Il y a environ 1 329 400 ha du Forêts naturelles, 1 844 400 ha du Maquis, 2 800 ha du Pelouses et 1 494 800 du reboisement (Kazi Aoual et Rachedi, 2010)

I.2.3.3. Localisation et répartition

I.2.3.3.1. Répartition géographique

Selon Ouelmouhoub (2005) la forêt Algérienne de type méditerranéen est localisée entièrement sur la partie septentrionale du pays et limitée au Sud par les monts de l'Atlas Saharien. Elle est inégalement répartie suivant les différentes régions écologiques, ce qui leur confère des taux de boisements très variables. En effet, ces taux décroissent d'Est en Ouest et du Nord au Sud plus particulièrement (Figure 01).

La forêt Algérienne est constituée par une variété d'essences appartenant à la flore méditerranéenne, leur développement est lié essentiellement au climat. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le faciès forestier change du Nord au Sud du pays, on peut distinguer deux principales zones bien différentes :

-Le littoral et surtout les chaîne côtiers de l'Est du pays comme : la Grand Kabylie, Bejaïa, Jijel, Collo, El Milia, El Kala. Ces régions sont bien arrosées, elles comportent les forêts les plus denses et les plus belles. C'est l'aire de répartition de deux essences principales, à savoir : le chaîne liège et le chêne zeen (Ouelmouhoub ,2005).

-Les hautes plaines continentales, plus sèches représentées par les régions steppiques situées entre les chaînes côtières et l'Atlas Saharien. Ces zones contiennent dans leurs parties accidentées de grands massifs de pin d'Alep et de chêne vert (Aurès, Djelfa et Saïda) (Ouelmouhoub ,2005).

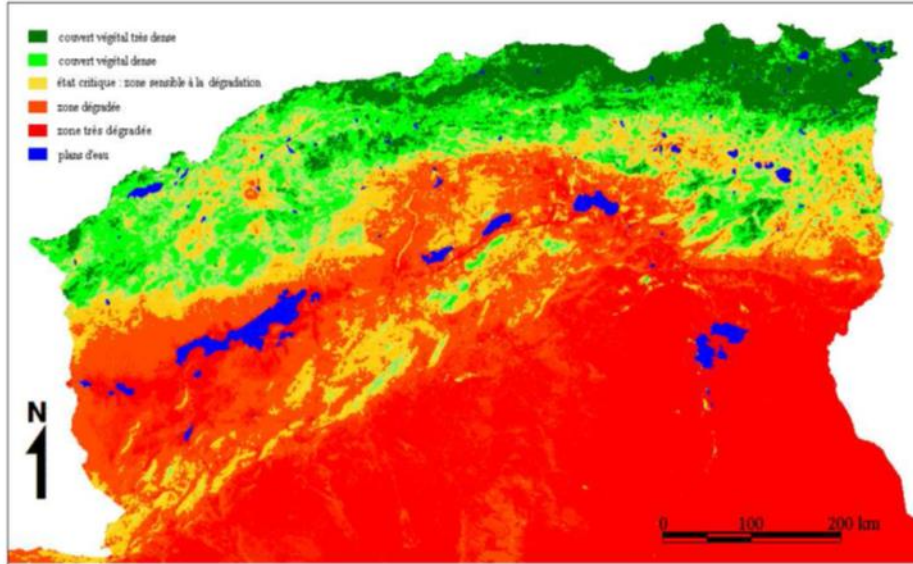


Figure 01 : Carte du couvert végétal de l'Afrique du Nord (Benslimane *et al.* 2008 *in* Meddour, 2010).

I.2.3.3.2. Répartition par essence

Selon Ouelmouhoub (2005), elle est concentrée surtout dans l'Algérie du Nord, la forêt est très inégalement répartie sur l'ensemble de cette partie du territoire.

De façon générale, les principales essences couvrent 1 491 000 ha, elles se répartissent en deux principaux groupes à savoir :

-Forêts d'intérêt économique constituées par : les résineux (Pin d'Alep, Pin maritime et Cèdre) et les feuillus (Chêne liège, Chêne zeen et afarès, Eucalyptus).

-Forêts de protection composées de chêne vert, Thuya et Genévriers.

I.2.4. Rôle des forêts Algériennes

Outre la fonction scientifique, la forêt Algérienne prend à la fonction de production, protection et sociale. Les forêts pour conservation et d'utilité sociale ont quasiment été classées ou réalisées dans les années 1980. Depuis, leur superficie n'a pas significativement évoluée et de ce fait été considérée constante (Louni, 1994 *in* Mihi, 2012).

I.2.4.1. Fonction de production

La production forestière Algérienne est faible. Les subéraies prennent part à une production par le liège beaucoup plus importante avec les autres formations forestières pour le bois (Louni, 1994).

I.2.4.2. Fonction de protection

Il est a priori évident qu'en région montagneuse la forêt remplit des rôles de protection considérables. Le couvert des arbres crée un microclimat favorable, qui augmente l'humidité ambiante et atténue les écarts de températures par rapport aux espaces découverts. Il protège également la surface de l'action brutale de la pluie lors des violentes averses. Les racines vont puiser dans les couches profondes du sol des éléments minéraux qui sont ramenés en surface par l'intermédiaire de la décomposition des litières. Ils améliorent le fonctionnement du cycle de l'eau : meilleure infiltration des pluies dans le sol, donc moins de ruissellement, moins d'érosion, des crues moins violentes dans les bassins versants ; au contraire accroissement progressif de la capacité de réserve en eau du sol (De Montgolfier, 1986).

I.2.4.3. Fonction sociale

Selon Becker *et al.* (1981) cet aspect, et toutes ses conséquences sont largement développés plus loin. Constatons seulement, dès maintenant, que les forêts sont devenues de véritables pôles d'attraction pour des citoyens toujours plus nombreux. De façon plus ou moins heureuse, ils y renouent le contact avec une nature pratiquement disparue de leur univers quotidien, contact qui semble bien constituer un élément essentiel pour la santé physique et psychique de l'espèce humaine.

I.2.5. Facteurs de dégradation du couvert végétal en Algérie

Les facteurs les plus importants qui ont conduit à la dégradation des forêts en Algérie sont :

I.2.5.1. Pression anthropique, aggravée par la croissance démographique

Dès que l'homme sut maîtriser le feu, puis pratiquer l'élevage et l'agriculture, il devient alors sédentaire et commença de modifier la végétation (Saidi, 1984).

I.2.5.1.1. Incendies

Abdelguerfi et Ramdane (2003) notent que « l'homme est le facteur le plus imprévisible, la majeure partie des incendies lui sont imputée ».

I.2.5.1.2. Surpâturage

Le surpâturage est généralement considéré comme une cause essentielle de la dégradation des écosystèmes naturels (Cherifi et Bouzidi, 2008, *in* abdelbaki, 2012)

I.2.5.1.3. Coupes des bois

Abdelguerfi et Ramdane (2003) confirment que l'état actuel de la dégradation des peuplements forestiers en Algérie montre que la végétation ligneuse a été surexploitée, suite à la hausse des prix du bois, les coupes illicites de bois de chauffage, de bois d'œuvre pour la construction et de bois d'ébénisterie sont en augmentation.

I.2.5.1.4. Défrichements

D'après Arfa Azzedine (2008), les populations montagnardes, privée de surfaces agricoles et marginalisées procèdent à des labours à la lisière des forêts. Ces pratiques, outre qu'elles ont un effet désastreux sur les sols, provoquent des antagonismes permanents entre les riverains et l'administration forestière guidée par un souci de protection des forêts.

I.2.5.2. Application de techniques inappropriées**I.2.5.2.1. Sylviculture**

L'application des coupes rases, des techniques des forêts éclaircies et du traitement du taillis simple et de la futaie régulière engendrent une perturbation profonde des écosystèmes forestiers (Abdelbaki, 2012).

I.2.5.3. Braconnage et l'extermination de la faune sauvage

Le non-respect de la réglementation et de législation forestière : écimage des arbres, le ramassage des menus-produits ...etc (Abdelbaki, 2012).

I.2.5.4. Attaques parasitaires liées à la dégradation

D'après Arfa Azzedine (2008), le dépérissement des forêts par l'attaque de parasites, touche essentiellement la pineraie à pin d'Alep mais aussi d'autres essences telles que le cèdre, le chêne et le thuya.

Chapitre II : Système d'informations géographique et télédétection

Chapitre II : Système d'informations géographique et télédétection

II.1. Système d'information géographique

II.1.1. Définition

Un SIG est un système d'information (SI) dont l'objectif est de décrire un territoire de façon à améliorer sa connaissance et à permettre la description et l'analyse des phénomènes naturels ou humaines qui s'y produisent (Berry et miellet, 1999 *in* Mihi, 2012).

Un SIG est un système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçu pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale, afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion (Anonyme, 2002 *in* Mihi, 2012).

Conception de SIG d'après Gillot, 2009, reflète dans : logiciel, les acteurs, le territoire, les données géographique et les matériels.

II.1.2. Données géographiques

II.1.2.1. Système de coordonnées

Structure de référence fixe superposée sur la surface d'une zone et permettant d'y désigner la position d'un point. Système de référence constitué d'un ensemble de points, lignes et/ou surfaces et d'un ensemble de règles permettant de définir les positions de points dans l'espace en deux ou trois dimensions. Le système de coordonnées cartésiennes et le système de coordonnées géographiques utilisé sur la surface de la terre sont des exemples courants de systèmes de coordonnées (ESRI., 2004).

II.1.2.2. Projection de la carte

Une projection de carte figure un objet tridimensionnel, tel que le globe de la terre, dans un format bidimensionnel. La projection de la carte est tout simplement le composant le plus intrigant du système de coordonnées mettant en référence parce qu'il offre un niveau élevé de flexibilité (Galatia, 2006). Donc la procédure mathématique qui permet le passage de l'ellipsoïde au plan se nomme : système de projection ou projection.

II.1.2.2.1. Échelle

L'échelle d'une carte est le rapport constant existant entre les longueurs sur la carte et les longueurs correspondantes mesurées sur le terrain, l'échelle s'exprime normalement par une fraction telle que 1/50 000 ; ce qui signifie que 1m sur la carte représente 50 000 mm, soit 50 m sur le terrain (Ougrine, 2003).

II.1.2.3. Mode raster

L'un des types de données géo-spatiales est qualifié de donnée raster / matricielle, ou plus communément un (raster). Les formes les plus facilement reconnaissables de donnée raster sont les images satellites numériques ou les photos aériennes. Les ombrages de pentes ou les modèles numériques de terrain sont également représentée en raster. Tout type de données cartographiques peut être représenté comme une donnée raster, mais il y a des limitations. Un raster est une grille régulière qui se compose de cellules .ou, dans le cas de l'imagerie, de pixels, il y a un nombre déterminé de lignes et de colonnes, chaque cellule a une valeur numérique et une certaine taille géographique (Athan, 2010).

II.1.2.4. Mode vecteur

Pour représenter les objets à la surface du globe, les SIG utilisent trois objets géométriques qui sont le point, la ligne et la surface (IAAT., 2003).

Point (représenter à grande échelle des arbres, des bornes d'incendie, des collecteurs d'ordures,...il représente une capitale régionale).

Ligne (représente les réseaux de communication, d'énergie, hydrographiques, d'assainissement, etc...)

Surface (présente la surface d'une commune ou des entités ayant une existence géographique comme une forêt, un lac, une zone bâtie, ...)

II.1.2.4.1. Notion de couche

Les données géographiques sont souvent organisées en couches thématiques à l'intérieur des SIG, à partir de plusieurs couches de bases, dont les informations sont regroupées selon une thématique choisie, on pourra générer une carte suivant un mode particulier de combinaison de ces couches. On obtient alors une couche résultante (Regagba, 1999 *in* Tadjeddine, 2001).

II.1.2.5. Modèle numérique de terrain (MNT)

Un modèle numérique de terrain est une représentation numérique simplifiée de la surface d'un territoire, en coordonnées altimétriques (le plus souvent exprimées en mètres au niveau de la mer) et planimétriques, calées dans un repère géographique (Ramos, 2003).

II.1.2.6. DEM (Digital Élévation Model)

Le DEM c'est une représentation digital de reliefs terrestre de différente altitude, et l'un de sorties essentiels de système d'information géographique(SIG), qui donne une chance de représentation digital tridimensionnel pour la région d'étude qui concerne les altitudes par l'utilisation des variations (x, y, z) dont (x ,y) représente les coordonnées horizontales, tandis

que (z) représente la coordonnées verticale (l'altitude) en addition d'autre simplification peut procéder par l'ordinateur (Serrutum et Grossely , 1997).

II.1.3. Composantes d'un SIG

Selon Thierno (2008) le SIG exige 5 composantes clés pour fonctionner en ensemble :

II.1.3.1. Matériel : un ordinateur- imprimante, souris...

II.1.3.2. Logiciel : il doit permettre de travailler sur des informations géographiques, intégrer un système de gestion de base de données, permettre de faire des analyses et de visualiser l'information avec une interface graphique (agréable) pour l'utilisateur.

II.1.3.3. Données : Géographique et tabulaires.

II.1.3.4. Utilisateurs : Professionnels, gestionnaires, aménagiste... etc.

II.1.3.5. Méthodes : variables suivant le type d'organisation. (le savoir-faire)

II.1.4. Rôles de SIG

Selon Aschok (2008) Les rôles de SIG sont :

- **Abstraction** : Modélisation de la base de données en définissant les projets, leurs attributs et leurs relations.
- **Acquisition** : Alimentation du SIG en données, il faut d'une part définir la forme des objets géographiques et d'autre part leurs attributs et relations.
- **Archivage** : Transfert des données de l'espace de travail vers l'espace d'archivage (disque dur).
- **Analyse** : Réponse aux questions posées.
- **Affichage** : Production des cartes de façon automatique.

II.1.5. Domaines d'application de SIG

Le développement des systèmes d'information géographique (SIG) a débuté vers 1980, en relation directe avec les performances de l'informatique, il s'accélère actuellement et une très forte croissance est à prévoir au cours de cette décennie (Barbant, 1993).

Le SIG touche pratiquement la plupart des domaines et résolvant des problématique de plus en plus complexes. Ainsi on entend parler de SIG en :

- **Urbanisme** : Gestion des plans d'occupation du sol, voirie, réseaux d'assainissement.
- **Gestion de territoires** : l'utilisation qu'en font les gestionnaires va de l'emploi simple de la base de données du territoire à la réalisation d'analyse plus sophistiquées (Chételat, 2005).
- **Étude économiques et socio-économiques** : population, emploi, logement, production et services.

- Géomarketing : Localisation des clients, analyse du site, présence de consommateurs potentiels d'un produit ou d'un service dans une région, suivi d'expédition de parquets visualisés sur des cartes.
- Tourisme : Gestion des infrastructures, itinéraires touristiques.
- Télécoms : Implantation d'antennes pour les téléphones mobiles.
- Réseaux de communication : Électricité, eau, routes, fleuves, réseaux, souterrains.
- Réseau de transport : planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires, la fourniture d'itinéraires sur internet, les assistants à la conduite automobile.
- Protection civile : Gestion et prévention de catastrophes.
- Hydrologie : Fleuves, oueds, nappes, barrages et stations.
- Forêt : il permet aux gestionnaires d'avoir une approche globale et synthétique des problèmes liés à la dégradation du milieu par la modélisation topographique et thématique (pression humaine) et de proposer des solutions d'aménagements (Benguerai et Benabdeli, 2009 *in* ; Laffly, 1997).
- Science de la terre : Géologique, géodésie, pédologie, géotechnique.
- Biologie : Étude du déplacement des populations animales (Oudjet et Rabia, 2008).

II.1.6. Intérêts des SIG en foresterie

D'après ESRI (2009), les services de foresterie se servent d'un SIG comme composant clé permettant de gérer les ressources de gros bois d'œuvre et de maintenir une gestion durable des forêts. Ces organismes tirent parti des fonctionnalités SIG pour des applications très diverses : estimation des sols, analyse du marché de gros bois d'œuvre, planification des itinéraires des récoltes et visualisation du paysage rural.

Selon Dykstra (1996), les objectifs des SIG en foresterie se regroupent en deux catégories:

- Extraction d'informations détaillées sur la forêt par télédétection aéroportée ou satellitaire (Occupation du sol, images Radar, MNT, ...)
- Développement de méthodes d'intégration d'information multi sources dans les systèmes d'aides à la prise de décision pour le développement durable de forêts.

En matière de gestion forestière, le système d'information géographique constitue de nos jours des instruments de premier choix dans les domaines d'intervention suivants :

- L'étude d'impact des constructions ; Poste de vigie, maison forestière, point d'eau, banquettes, etc.
- La gestion des réseaux de communication qui s'est avérée d'une grande importance dans les interventions relevant de la lutte contre les incendies et l'exploitation du bois.

- La gestion des équipements et des personnels.
- Constitution d'un fond du plan cadastral forestier national.
- Inventaire, gestion des ressources forestières et sylviculture.
- Suivi du processus de désertification.
- Suivi de l'état sanitaire des forêts.
- DFCI (Défense des Forêts contre les incendies).

2. Télédétection

II.2.1.1 Définition

Selon Bariou (1978) définit la Télédétection comme étant l'ensemble des méthodes de mesures d'information à distance par l'intermédiaire du rayonnement électromagnétique émis, réfléchi ou diffracté par les objets observés.

La Télédétection est définie comme l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci (Girard et Girard, 1989).

II.2.1.2. Principe

Dans la plupart des cas, la télédétection implique une interaction entre l'énergie incidente et les cibles. Le processus de télédétection au moyen de systèmes imageurs comporte les sept étapes présentées ci-dessous. Notons cependant que la télédétection peut également impliquer l'énergie émise (infrarouge) ou utiliser des capteurs non-imageurs (sismique, gravimétrie...) (Kluser, 2000).

Les processus de la télédétection sont les suivants (Figure 2) (d'après CCT, 2008).

- Source d'énergie ou d'illumination (A).
- Rayonnement et atmosphère (B). Durant son parcours entre la source d'énergie et la cible, et entre la cible et le capteur, le rayonnement interagit avec l'atmosphère.
- Interaction avec la cible (C).
- Enregistrement de l'énergie par le capteur (D). Une fois l'énergie diffusée ou émise par la cible, elle doit être captée par un capteur qui n'est pas en contact avec la cible pour être enfin enregistrée.
- Transmission, réception et traitement (E). L'énergie enregistrée par le système d'acquisition est transmise, souvent par des moyens électroniques, à une station de réception où l'information est transformée en images (numériques ou photographique).
- Interprétation et analyse (F). Une interprétation visuelle et/ou numérique de l'image traitée est ensuite nécessaire pour extraire l'information que l'on désire obtenir sur la cible.
- Application (G). La dernière étape du processus consiste à utiliser l'information extraite de l'image pour mieux comprendre la cible.

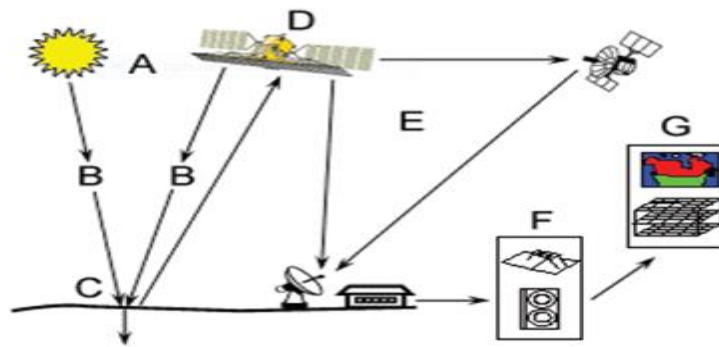


Figure 02: processus de télédétection (d'après CCT, 2008).

II.2.1.3. Détection passive et active

Le soleil est une source d'énergie ou de rayonnement pratique pour la télédétection. L'énergie du soleil est soit réfléchi (la portion visible) ou absorbée et retransmise (infrarouge thermique) par la cible. Les dispositifs de télédétection qui mesurent l'énergie disponible naturellement sont des capteurs passifs. Le capteur passif peut seulement percevoir l'énergie réfléchi lorsque le soleil illumine la terre. Il n'y a donc pas d'énergie solaire réfléchi le soir, tandis que l'énergie dégagée naturellement (l'infrarouge thermique) peut être perçue le jour ou la nuit.

Un capteur actif produit sa propre énergie pour illuminer la cible : il dégage un rayonnement électromagnétique qui est dirigé vers la cible. Le rayonnement réfléchi par la cible est alors perçu et mesuré par le capteur. Le capteur actif a l'avantage de pouvoir prendre des mesures à n'importe quel moment de la journée ou de la saison (CCT, 2008).

II.2.1.4. Signature spectrale

Chaque matériel présent sur terre absorbe, transmet ou reflète une certaine quantité de radiations solaires. Cette quantité varie suivant la longueur d'onde. Cette importante propriété rend possible l'identification de différentes substances ou classes (GIRARD & GIRARD, 1999).

II.2.1.4.1. Végétation

La chlorophylle absorbe fortement le rayonnement aux longueurs d'onde du rouge et du bleu, mais réfléchit le vert. Les feuilles, qui contiennent un maximum de chlorophylle en été, sont donc plus vertes pendant cette saison. La structure interne des feuilles en bonne santé agit comme un excellent réflecteur diffus pour les longueurs d'onde de l'infrarouge.

Les scientifiques utilisent d'ailleurs l'infrarouge pour déterminer l'état de santé de la végétation (CCT, 2008).

II.2.1.4.2. Eau

L'eau a des propriétés optiques très différentes selon qu'elle est à l'état liquide ou solide, la signature spectrale de l'eau est caractérisée par celle des molécules (eau pure) et par celle des

constituants dissous ou en suspension comme les algues, particules ou matière organique, Une partie du rayonnement solaire qui atteint la surface de l'eau est réfléchi de manière spéculaire et une autre partie est réfractée et pénètre donc dans la masse d'eau, Cette partie réfractée est ensuite partiellement absorbée et diffusée (Bonn et Rochon, 1992).

II.2.1.4.3. Sol

Le sol est un milieu hétérogène complexe, il comprend une phase solide incluent des éléments minéraux et organiques, une phase liquide et une phase gazeuse (Bonn et Rochon, 1992).

Les méthodes de télédétection visant à identifier les types de sols s'appuient sur les caractéristiques spectrales du rayonnement réfléchi par les sols. Selon Shockley *et al.* (1962) cité par (Bonn et Rochon, 1992), une mesure de la réflectance à 1.4, 1.75, 1.94, 2.25, 4, 4.5 μm devrait permettre une identification de la plupart des types de sols. Cependant, selon Condit (1970) cité par (Bonn et Rochon, 1992), les longueurs d'onde les plus appropriées sont 0.45, 0.54, 0.64, 0.74, 0.86 μm .

La réflexion est fonction de l'état de rugosité de la surface, de l'humidité, de la teneur des constituants chimiques (matière organique et minéraux) une forte teneur en matière organique fait diminuer notablement la valeur de la réflexion (Girard & Girard, 1999).

II.2.1.5. Applications de la télédétection en foresterie

D'après le Centre Canadien de la Télédétection, (2008), Les applications de la télédétection sont comme suit :

- La cartographie et La surveillance de la diminution des ressources forestières.
- La collecte d'informations sur les récoltes forestières.
- Les types de forêts et l'identification des espèces.
- La surveillance de la qualité et la santé des forêts.
- Surveillance de la diversité des forêts de la terre.
- L'identification des dommages subit par les forêts.

II.2.2. Images satellitaires

II.2.2.1. Données satellites

Jusqu'à ce jour les images satellites utilisée dans les études à l'échelle d'un massif forestier, proviennent presque exclusivement des satellites SPOT et LANDSAT (Pain-Orcet *et al.* 1998).

Ces capteurs fonctionnent dans les domaines (visible-infrarouge) ou domaine (optique), avec des récepteurs sensibles aux rayonnements électromagnétiques de longueurs d'onde allant de 0,4 à 2,4 microns (Pain-Orcet *et al.* 1998)

Dès 1972, avec le lancement spatial du satellite Landsat MSS (Multi-Spectral Scanner) (Scanvic, 1994).

Les Landsat 4 et 5, lancés respectivement en 1982 et 1984, toujours en opération actuellement, abritent aussi l'instrument TM (Thematic Mapper) (Pain-orcet *et al.* 1998) Landsat 6, lancé le 5 Octobre 1993, s'est écrasé en mer lors du lancement. Landsat 7 a été lancé avec succès le 15 avril 1999 et fournit jusqu'à ce jour des données (Ogrine, 2003).

II.2.3. Classification

La classification est un processus de reconnaissance des formes. En télédétection, elle consiste à effectuer la correspondance entre une scène de l'image matérialisée généralement par leurs valeurs radiométrique et des classes connues a priori ou non par l'utilisateur. La correspondance est réalisée par des fonctions discriminantes sous forme de règles de décision ou des distances géométriques (Ducrot, 2005).

II.2.3.1. Technique de classification

Pour classifier des images de télédétection, plusieurs approches sont disponibles (Lassieur, 2006) :

- Celles, supervisées, ou non-supervisée, basées sur le pixel peuvent être réalisées avec de nombreux logiciels d'analyse d'images comme *Erdas IMAGINE* et *ENVI*.
- Celles, basée sur l'objet qui peut être réalisée avec le *logiciel écognition* de la firme *Definiens*.

II.2.3.1.1. Classification supervisée

La classification a pour but de reconnaître automatiquement les signatures spectrales des objets du sol (ex : la couverture végétale) en établissant préalablement des classes où s'identifie chacun de ces objets contenus dans la scène analysée (Carrier, 1996).

II.2.3.1.2. Classification non supervisée

Les approches automatiques sont des techniques relativement primitives, dans la mesure où elles s'effectuent sans aucune connaissance a priori ni sur le nombre des classes ni sur la structure de ces classes (Smara, 1998 *in* Khedam, 2008).

II.2.4. Indices spectraux

Chaque bande d'une image donne une information particulière. Dans la bande verte la végétation a une moindre réflectance et apparaît sombre. Dans le proche infrarouge la végétation est réfléchi elle donne des informations sur la structure de différentes espèces végétales. En connaissant les caractéristiques de chaque bande, il est aussi possible de les combiner en différents indices pour obtenir plus d'information. De plus, en utilisant des indices

normalisés, il est possible de transférer les connaissances issues de ces indices, vers d'autres images, et éventuellement vers d'autres capteurs (Elhalim, 2015).

II.2.4.1. Principe

Le calcul des indices s'appuie essentiellement sur les écarts de réflectance constatés dans les différentes bandes spectrales, ainsi que sur la variabilité des réflectances au sein d'une même bande spectrale, qui traduisent des surfaces de nature différente. Par conséquent, on utilise principalement les différences des propriétés optiques de la végétation dans le rouge et le proche infrarouge. Les réflectances dans le proche infrarouge augmentent avec la présence de la végétation (forte réflexion par le parenchyme lacuneux), tandis que celles dans le rouge diminuent (pic d'absorption de la chlorophylle) (abdelbaki, 2012).

II.2.4.2. Indices de végétation par différence normalisée ou indice de Tucker (NDVI)

L'indice de végétation est un outil utilisé dans les domaines environnementaux et pour l'agriculture en particulier, car il fournit des informations sur la verdure et l'état de la végétation (Elhalim, 2015). La formule de calcul de NDVI est :

$$NDVI = (\text{proche IR-rouge}) / (\text{proche IR} + \text{rouge})$$

La normalisation par la somme des deux bandes permet de réduire les effets d'éclairement. Le NDVI conserve une valeur constante quelle que soit l'éclairement global, contrairement à la simple différence entre la bande PIR et Rouge (indice de végétation simple), qui est très sensible aux variations d'éclairement. Cet indice normalisé est sensible à la vigueur et à la quantité de la végétation (Elhalim, 2015).

Les valeurs du NDVI sont comprises entre -1et +1, les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme la neige, l'eau ou les nuages pour lesquelles la réflectances dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge. Pour les sols nus, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, le NDVI présente des valeurs proches de 0 (Elhalim, 2015).

Les informations végétales quant à elles, ont des valeurs de NDVI positives, généralement comprises entre 0,1 et 0,7. Les valeurs les plus élevées correspondant aux couverts les plus denses (Elhalim, 2015).

Une végétation en bonne santé absorbe la plupart de la lumière visible qui l'intercepte et réfléchi une partie importante de la lumière PIR. Une végétation en mauvaise santé ou clairsemée réfléchi plus de lumière visible et moins de PIR (Elhalim, 2015).

La puissance de cet indice réside dans sa capacité de distinguer même entre les espèces végétales, car il est directement lié à l'activité photosynthétique des plantes et donc à la capacité

d'absorption énergétique du couvert végétal. Il agit comme indicateur de la biomasse chlorophyllienne des plantes (Elhalim, 2015).

Chapitre III : Application et évaluation du couvert forestier

Chapitre III : Application et évaluation du couvert forestier

Ce chapitre est sacré pour donner une idée sur le matériel et les méthodes effectuées pour connaître comment évaluer le couvert forestier à l'aide de la proche de la télédétection (Erdas Imagine) et système d'information géographique (Qgis). Par la présentation des exemples des cartes déjà faites.

III.1. Matériels utilisés

III.1.1. Image satellites Le choix du type de satellite dépend de plusieurs critères. Dans un pays en voie de développement, la contrainte majeure est d'ordre budgétaire, et le rapport qualité/prix est un facteur important à prendre en compte pour l'achat des images satellitaires ; Il existe plusieurs sites de télécharger des images satellites gratuites provenant du satellite LANDSAT. Le plus utilisé est :

1- *Earth explore*: <http://earthexplorer.usgs.gov/>

2- *USGS Glovis*: <http://glovis.usgs.gov/>

Sept Satellites Landsat ont été lancés depuis juillet 1972. Depuis, la caméra est évoluée de RBV (Return Beam Vidicon) et MSS (Multi spectral Scanner) de 1972 à l'ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) de 1999. La résolution spatiale est passée de 80 m à 30 m (ou 15m en mode panchromatique) et les domaines spectraux explorés concernent le visible, le proche infrarouge et le moyen ainsi que l'infrarouge thermique. Le radiomètre ETM+ permet ainsi d'offrir des images couvrant un champ d'observation de 185 km * 185 km, avec une résolution spatiale de 30m en mode multi-spectral (Benkrid, 2008 *in* abdelbaki, 2012).

III.1.2. Erdas Imagine 9.2 : Erdas Imagine est un des principaux logiciels dans le traitement de données géo spatiales. Aucun autre produit dans le monde n'est autant utilisé par la communauté géospatiale qu'Erdas imagine. Depuis un niveau débutant jusqu' à un niveau d'exigence professionnel, Erdas imagine est une solution adapté pour l'éducation, les scientifiques, les SIG, les industries à haute capacité de production (géosystèmes France, 2009, *in* Mihi, 2012).

III.1.3. QGIS 2.18.2 : QGIS est un logiciel de systèmes d'informations Géographiques (SIG). Libre d'accès et gratuit, il représente un des logiciels cartographiques les plus performants du moment et constitue un choix intéressant pour nombre d'utilisateurs impliqués dans la gestion des ressources naturelles. Apparue dans les années 80, la cartographie informatisée permet d'acquérir et de manipuler des données à caractère géographique. Il est lancé en 2002.

Un autre avantage du logiciel est sa compatibilité avec différentes plateformes (Windows, Mac OSX ou encore Linux) www.qgis.org – www.osgeo.org.

III.2. Méthode de travail

III.2.1. Sous QGIS 2.18.2

La cartographie de masse forestière est l'une des étapes les plus importantes pour aider à évaluer le couvert forestier et à connaître son orientation de développement. Dans le cadre du programme QGIS, cette étape nécessite un ensemble d'étapes de base, comme suit: scannésation, numérisation de la carte topographique, jusqu'au modèle numérique de terrain (Hadjadj, 2011).

À l'aide du Modèle Numérique de Terrain (MNT), il est possible de réaliser des analyses de visibilité, l'analyse des pentes, la visualisation en 3D, l'analyse d'orientation des surfaces, la détermination des bassins versant et le réseau hydrographique du milieu étudié. Ainsi, plusieurs cartes de dérivation constituant des outils d'aide à l'analyse peuvent être créées (Hadjadj, 2011).

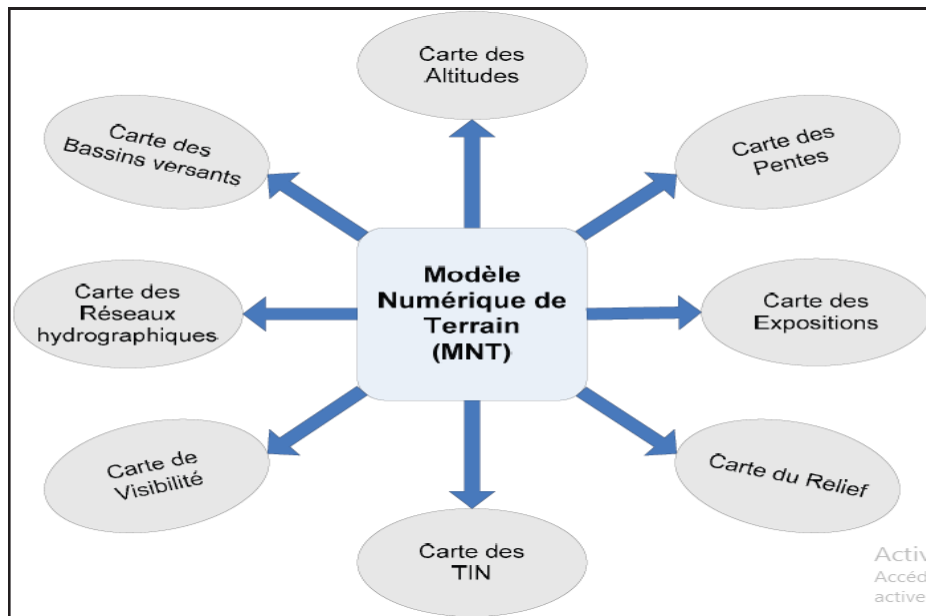


Figure 03 : les dérivées du modèle numérique de terrain (Hadjadj, 2011).

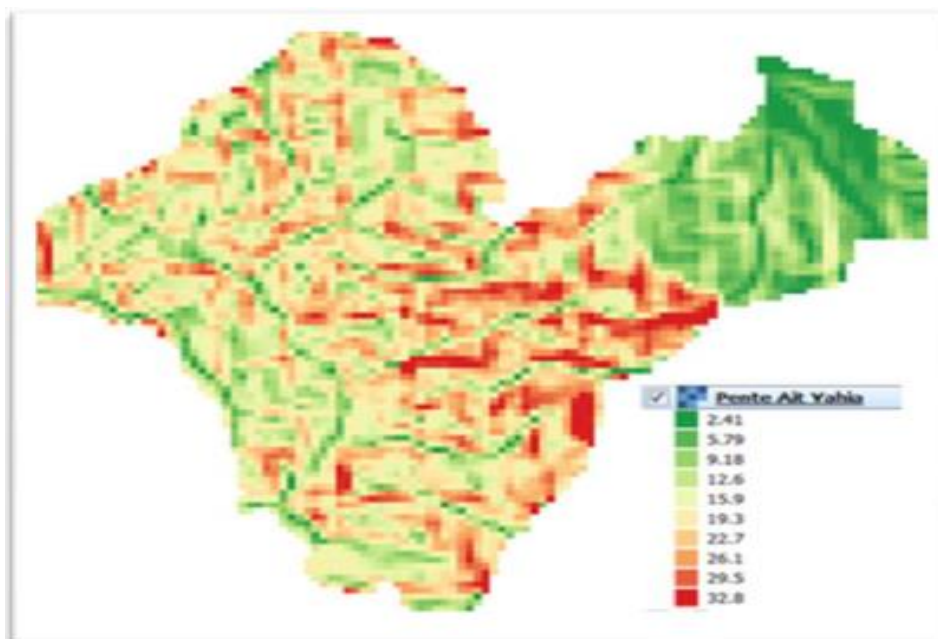


Figure 04 : Génération de la pente de la commune Ait Yahia
Wilaya de Tizi Ouzou (Rezak, 2017).

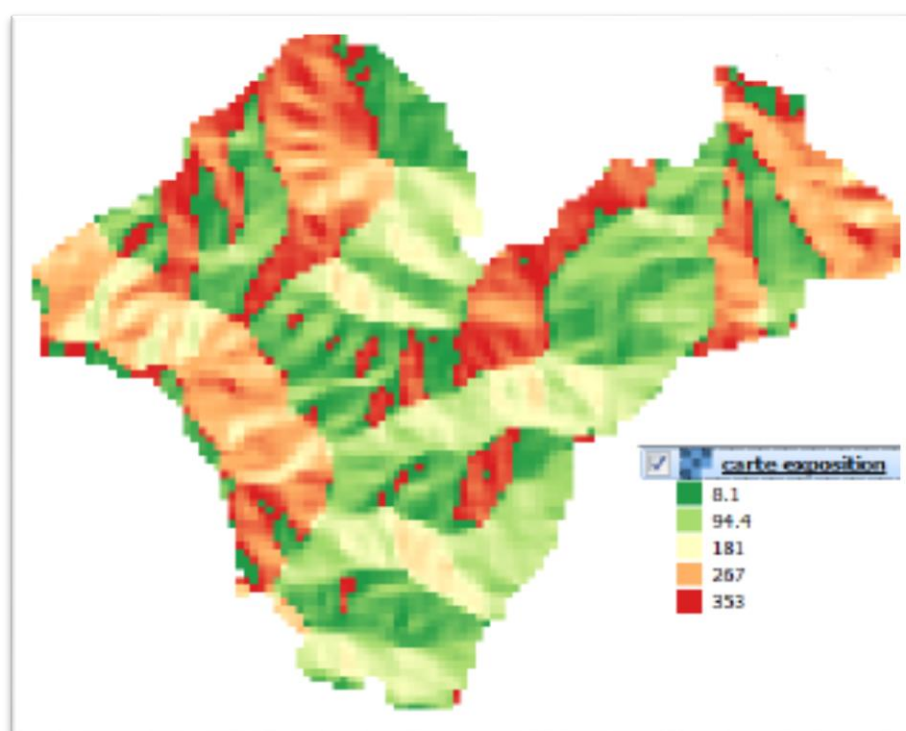


Figure 05 : Génération de la carte d'exposition
Wilaya de Tizi Ouzou (Rezak, 2017).

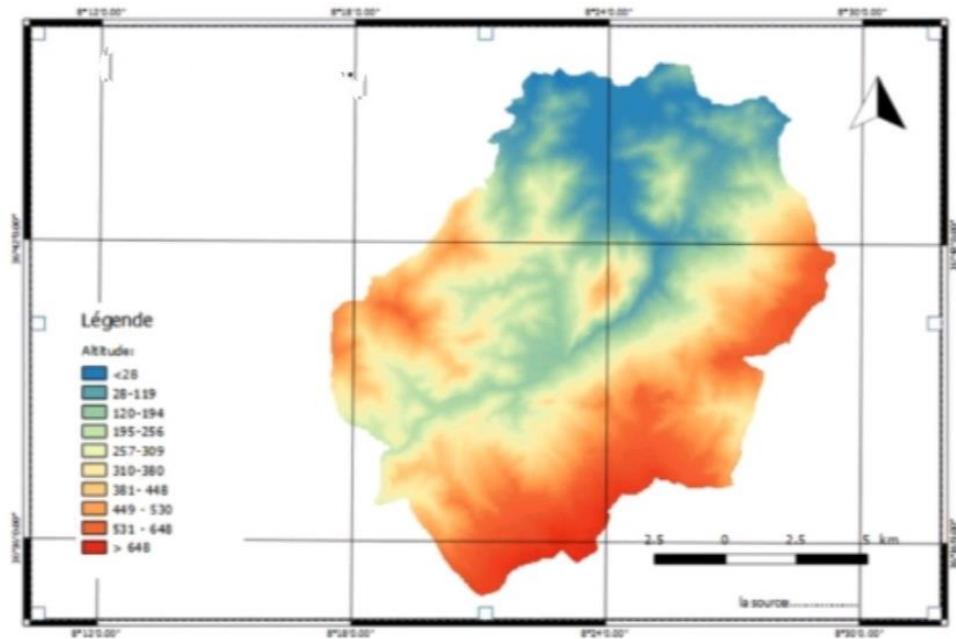


Figure 06 : Carte d'altitude

La carte des pentes (Figure 4) nous permet d'effectuer l'analyse et la planification du réseau routier et l'ouverture des pistes en milieu forestier, d'améliorer la planification forestière avec la détermination des zones inaccessibles et d'évaluer l'accessibilité des ressources forestières.

La carte d'exposition (Figure 5) permettez-nous de visualiser les expositions de zone d'étude.

La carte d'altitude (Figure 6) : les altitudes de la surface terrestre permettent la détermination les formes des reliefs.

III.2.2. Sous Erdas Imagine 9.2

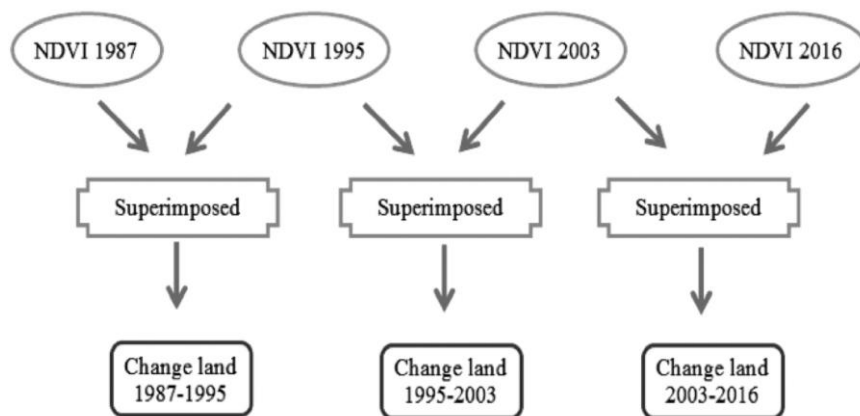


Figure 07 : Méthode de travail (Belloula et Beghami, 2018).

III.2.2.1. Différents étapes réaliser sous Erdas Imagine

- Les données utilisées comprennent plus de 2 images satellitaires de différentes dates. Ces images ont été téléchargées de puis le site United States Geological Survey (USGS),
- Chaque image a subi : une classification, une correction géométrique et segmentation.
- Le NDVI obtenu pour chaque image est un processus mécanique (le choix des bandes est choisi par l'opérateur).
- Élaboration des cartes NDVI de chaque image satellitaire.

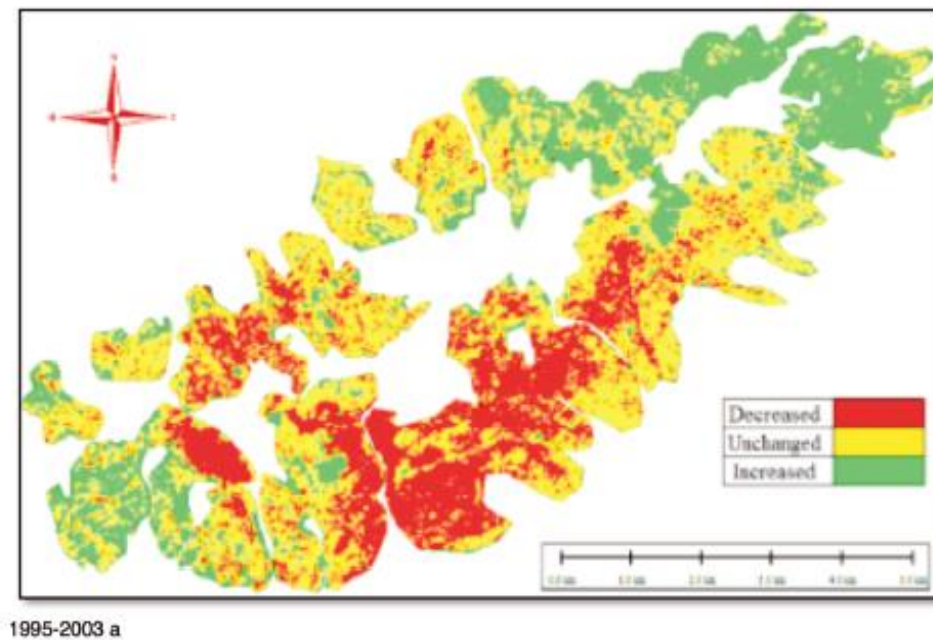


Figure 08 : Carte de la détection de changement en forêt de Cèdre (Aurèse, Algérie) (1995-2003), (Belloula et Beghami).

Ces images évaluent le changement d'utilisation des terres et évaluent là où augmenter, diminuer ou pas de changement dans la zone, Couleur verte (radiométrie accrue), végétation plus active. Couleur rouge (diminué radiométrie), détérioration de l'activité de la végétation. Couleur jaune zone inchangées, stable végétation.

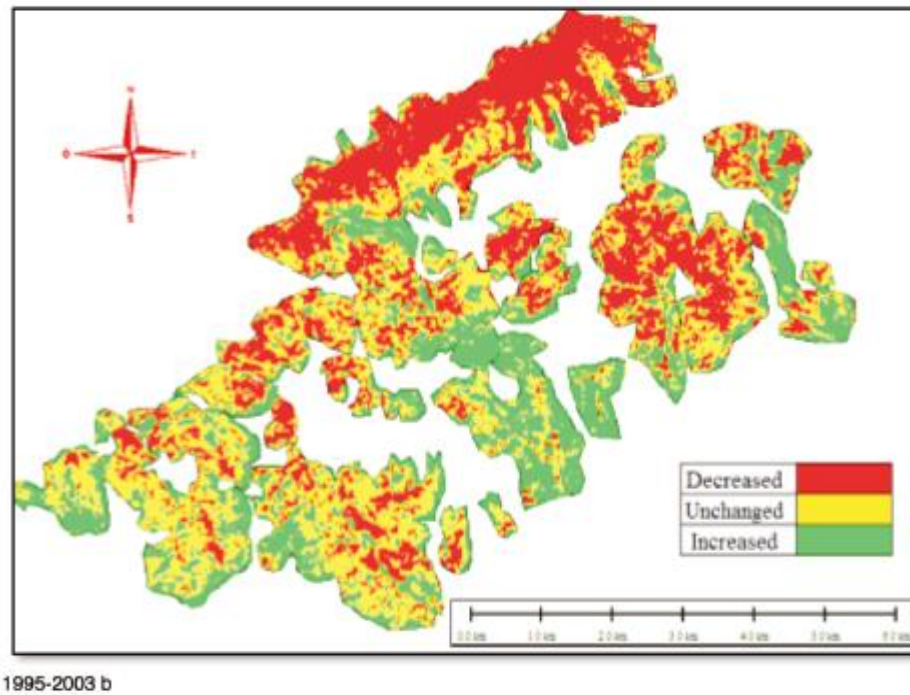


Figure 09 : Carte de l'évaluation de changement (Belloula et Beghami).

La détection de changement dans la carte (Figure 9) fournit des informations concernant la répartition, la surface et le changement d'affectation des terres peuplements de cèdre de l'Atlas. Le vert correspond à une augmentation de cèdre d'Atlas, Le rouge marque la diminution du cèdre de l'Atlas et le jaune indique l'absence de changement dans le peuplement.

Conclusion

Conclusion

Le couvert forestier joue un rôle important et sensible si son absence conduit à la cessation de la vie humaine, ou plutôt de la vie entière sur terre.

Comme il représente le premier maillon de la chaîne alimentaire, étant producteur de matière organique, il assure l'échange d'énergie et de matières entre sol-plante – atmosphère Il assure également la production d'une importante d'oxygène grâce au processus de photosynthèse.

L'utilisation des techniques de la télédétection et SIG sont l'un des méthodes efficaces Pour étudier et évaluer le couvert forestier.

Là où les sources de télédétection représentent une source importante des données pour le suivi du mouvement du couvert forestier et sa surveillance. Les systèmes d'information géographique contribuent à déterminer les superficies, et leur développement. Les principaux avantages de l'utilisation conjointe des deux programmes sont la possibilité d'utiliser les programmes ou même temps, de préparer les prévisions futures du mouvement du couvert forestier, la facilité de leur utilisation et surtout le gain de temps, contrairement aux anciennes méthodes.

L'objectif principal de l'élaboration des cartes était d'évaluer la couverture forestière et d'étudier sa dynamique. A partir de l'utilisation des deux logiciels Erdas Imagine (comme logiciel de télédétection) et Qgis (comme logiciel du SIG).

Dans cette recherche, nous avons clarifié les bases de l'évaluation du couvert forestier à l'aide de l'approche de la télédétection et SIG. Nous avons également donné la méthode utilisée de manière simplifiée et donné quelques exemples de cartes qui peuvent être réalisées sous Qgis et Erdas Imagine.

Cette recherche mérite d'être suivie par d'autres recherches plus larges.

Références bibliographique

- Abdelbaki A. (2012).** Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétale dans le sous bassin versant d'oued Bouguedfine (Wilaya de Chlef). Thèse de magister. Univ Hasiba Ben Bouali, Chelf. Pp 3-9 et 23-24.
- Abdelguerfi A. & Ramdane M.S.A. (2003). Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de labiodiversité importante pour l'agriculture. Projet ALG/97/G31. Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité. Tome XI, 230 p.
- Ammar Khoudja M. (1986).** Étude de la dynamique de la végétation du maquis dans la région de gestion. Mémoire magistère. Univ. Mentouri Constantine. 124p.
- Arfa Azzedine M.T. (2008).** Les incendies de forêt en Algérie : Stratégies de prévention et plans de gestion, Mémoire magistère. Univ, Mentouri Constantine. 124p.
- Ashok K M. (2008).** Information to Geographical Information system. Concept publishing company. First published, New Delhi. 37p.
- Athan T. (2010).** Quantum GIS, Manuel Utilisation, Version 1,3. 'Mimas' Quantum GIS Development Team. 10p.
- Barbant P. (1993).** Pédologie et système d'information géographique. Comment introduire les cartes et les autres données sur les sols dans les SIG. Les applications de SIG. Cah. Orstom, Sér. Pédol., n ° 1, Vol XXXVIII. 109p.
- Bariou R. (1978).** Manuel d'utilisation de télédétection. 2ème partie : les applications de la photo-interprétation dans le domaine des sciences de la terre. 29p.
- Becker M, Picard J.F & Timbal J. (1981).** La forêt. Masson, Paris. 134p.
- Belhadj-Aissa M, Belhadj-Aissa A & Smara Y. (2003).** Application du SIG et de Télédétection dans la gestion des feux de forêts en Algérie. 2nd FIG regional conference, Merrakech. 2p.
- Belloula et Beghami, (2018).** Assessment of the dynamics of Atlas Cedar Decline (Cedrus atlantica Manetti) by Remote Sensing in the Aurès area, Algeria, Departement of Agronomy. University of Batna 1 Algeria. Pp158.
- Bonn F. et Rochon G., (1992).** Précis de télédétection. Principes et méthodes. Vol 1. Presses de l'université du Québec. 485p.
- Carrier A. (1996).** Contribution de l'imagerie satellitaire Noaa à la cartographie des grands feux de forêts du Québec Boréal 1962 à 1994. Univ. Québec, Chicoutimi. 20p.
- Centre Canadien de Télédétection (CCT). (2008).** Tutoriel : Notions Fondamentales de Télédétection.
- Chételet J. (2005).** Éléments méthodologiques de diagnostic paysager utilisant les systèmes d'information géographique. Thèse, Doct. Ecole polytechnique, Lausanne. 14p.
- De Montgolfier J. (1986)** Les forêts méditerranéennes et leur aménagement. Rev. Forêt méditerranéenne, T.VIII, n ° 1. Pp 57-85.
- Dodane C. (2009).** Les nouvelles forêts du massif central : enjeux sociétaux et territoriaux. Thèse, Doct. Univ. École normale supérieure Lettres et sciences humaines de Lyon. 12p. DPAT, 2001-2010- Annuaire statistique de Wilaya de Sétif.

- Ducrot D. (2005).** Méthodes d'analyses d'interprétation d'images de télédétection multi-sources, Extraction de caractéristiques du paysage. Mémoire d'habitation à Diriger des Recherches. INP Toulouse. 240 p.
- Dykstra D.P. (1996).** Système d'information appliquée à la foresterie. Revue international des forêts et des industries forestières (FAO). Vol. 47, No. 189. (En ligne) (dernière visite, Aout 2010).
- El Halim M. (2015).** Apport de la télédétection pour l'évaluation de la variation des surfaces d'eau et du couvert végétal dans la plaine du Haouz depuis 1984 jusqu'à 2014, mémoire de fin d'études. Univ ,Cadi Ayyad Marrakech, Maroc. 15p
- ERDAS IMAGINE (1999).** Editeur: Géosystème France, (CD-ROM), ERDAS IMAGINE 8,4, 12 Avenue Prés, 78180 Montigny le Bretonneux, France. 1 cd-rom +1 guide.
- ESRI . (2004).** Utilisation d'Arc Map, Arc GIS 9, ESRI 380 New York Street Realand. ESRI France 21. 646p.
- ESRI A. (2009).** An overview of linear referencing-ArcGIS 9.1 Webhelp topic. 40 p.
- Fercichi A. (1999).** Les parcours de la Tunisie présaharienne : Potentialités, état de désertification et problématique d'aménagement. Options méditerranéennes 1999 ; 39. Pp 137-41.
- Galatia S.R. (2006).**Géographique information système demystified. Ed. Artech house, Boston. 118p.
- Gausсен H. (1952).** Le dynamisme des biocénoses végétales. Colloques internationaux CNRS XXXIII, Écologie, (Année biologique, Ser, III, 27(2)). Pp 9-22.
- Gillot J-M. (2009).** Introduction aux systems d'information géographique. Agro Paris Tech, Paris. 19p.
- Girard MC & Girard CM. (1989).** Application de la télédétection à l'étude de la biosphère. 186p.
- Girard MC & Girard CM. (1999).** Traitement des données de télédétection. Dunod, Paris. 529p. + CD-ROM.
- Hadjadj M.F. (2011).** Apport des SIG et des images satellites pour la cartographie numérique de la Forêt de Chettabah (Wilaya de Constantine). (Modélisation climatique et classification). Thèse de Magister. Univ, El hadj Lakhdar, Batna. Pp 6-7,10-25.
- IAAT. (2003).** Cahier méthodologique sur la mise en œuvre d'un SIG. Territoires numérique. 10p.
- INRA. (2006)** Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques. Pp8-54.
- Kazi Aoual N. & Rachedi S. (2010)** Atelier sur « la génération des forêts par l'utilisation des eaux traitées » expérience Algérienne. Hammamet. Pp 34-36.
- Khedam R. (2008).** Contribution au développement de méthodologies de fusion/ classification contextuelles d'images satellitaires multi-sources. Application à la cartographie thématique du milieu urbain de la ville d'Alger. Thèse, Doct. Univ. Des Sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger. 6p.
- Kluser S. (2000).** Élaboration d'un carte de couverture du sol par interprétation semi-automatisée de l'espace colorimétrique d'ortho-photos. Application au bassin versant du nant d'avril (France, Suisse). Thèse Licence en Biologie des organismes et des publications. Faculté des sciences. Université de LAUSANE, GENEVE(SUISSE). 60p.

- Laala A. & Alatou DJ. (2016).** Analyse de la dynamique des massifs forestiers de l'Est Algérien par la télédétection satellitaires. Univ des Frères Mentouri Constantine 1, Algérie. 955p.
- Laffly D. (1997).** Écologie, Télédétection et SIG : les écotypes du grand tétras dans le Haut-Jura. Ed. MAPPEMONDE. Univ. Pau et des Pays de l'Adour. 27p.
- Lassieur S. (2006).** Utilisation de la télédétection et des techniques SIG pour détecter et prévenir les activités de déforestation illégales. Rapport de Stage Master 2ème Année, SIG et gestion de l'espaces. Université JEAN MONNET, France. 45p.
- Louni D. (1994)** Les forêts Algériennes. Rev. Forêt méditerranéenne, T. XV, n° 1. Pp 60-64
- Martin M.E. Newman S.D. Aber J.D & Congalton R.G. (1998).** Determining Forest Species Composition Using High Spectral Resolution Remote Sensing Data. Remote Sensing of Environment (65). Pp.249-254.
- MATE. (2001).** Communication nationale initiale de l'Algérie à la convention cadre de nations unies sur les changements climatique. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. 14p.
- MATE. (2003).** Mise en œuvre des mesures générale pour la conservation in situ et ex situ et l'utilisation durable de la biodiversité en Algérie. Plan d'action et stratégie national sur la biodiversité. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. FEM/PNUD. Projet Alg / 97 /G31.
- Meddour R. (2010)** Carte du couvert végétal de l'Afrique du nord. Thèse, Doc. Univ. Mouloud Maameri, Tizi-Ouzou. 152p.
- Mihi A. (2012).** La forêt de Zenadia (Haute Plaine Sétifienne). Diagnostic et perspective de protection. Thèse de Magister. Univ Farhat Abbas Sétif. Pp 4-11,18-24.
- Oudjet A., Rabia A. (2008).** Conception et réalisation d'un système d'information géographique (SIG) pour l'aide à la gestion des ressources en eau. Mém. Ing. I.N.I Alger. 21p.
- Ouelmouhoub S. (2005)** Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des Subéraies du parc national d'EIKala (Algérie).thèse, Mas. CIHEAM-IAMM. Pp 20-29.
- Ougrine M. (2003).** Contribution des images ETM+ de Landsat 7 à la mise à jour cartographique à 1/200 000, cas de la feuille de M'silla (Hauts Plateaux Algérie). Centre régional Africain des sciences et technologies de l'espace en langue française. Pp 9-17.
- Pain-Orcet M., Loseen D., Fauvet N., Trebuchon J-F. & Dipapoundji B. (1998).** Les cartes, la télédétection et les SIG, des outils pour la gestion et l'aménagement de forêts tropicales d'Afrique centrale. CIRAD-Forêt, Montpellier. Pp 11-12.
- Ramos F. (2003).** Modélisation et validation d'un système d'information géographique 3D opérationnel. Thèse, Doct. Univ. Marne –La Vallée, France. 48p.
- Rezak S. (2017).** Les Systèmes d'Information Géographique (Mise en application sous le logiciel open source : QGIS). Polycopié. Université des sciences et de technologie d'oran Mohamed Boudiaf. Pp 77-78
- Saidi N. (1984).** Dynamique de la végétation du maquis dans les chaines de Dj Zerouela et de Dj Bou-Zegra (atlas tellien). Mémoire ingénieur. ENSA, El Hrrach, Algérie. 131 p + Annexes.

- Scanvic J-Y. (1994).** Observation spatial et SIG : des outils pour cartographier Les zones sensibles aux mouvements de terrain. Ed. MappedMonde, Orléans. 46p.
- Serrutum S. & Grossely C.P. (1997).** Use of digital terrain modeling for farm planning for mechanical harves of sugar cane in Mauritius. Computers and electronics in agriculture 18.Pp 29-52.
- Tadjeddine B. (2001).** Diagnostic écologie et proposition d'un modèle d'aménagement : cas des systèmes écologiques fragilisés de la région d'El Baidh (Algérie). Thèse, Mag. Centre Univ. Mascara. 116p.
- Tarhouni M, Ouled Belgacem A., Neffati M. & chaib M. (2007).** Dynamique des groupements végétaux dans une aire protégée de Tunisie méridionale. Cahiers Agriculture, 16(1), 7.
- Thierno A.W. (2008).** Initiation à Map Info Professional, étapes cartographique et élémentaire avec Map Info Professional. Ed. ENPC-LVMT, Marne. 3p.

Sites internet :

- <http://earthexplorer.usgs.gov/>
<http://glovis.usgs.gov/>
<http://hexagongeospatial.com/eTraining>
<http://rst.gsfc.nasa.gov/>
[http://sigma.enste.fr/stages/rapports/.](http://sigma.enste.fr/stages/rapports/)
[http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index.f.php.](http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index.f.php)
[http://www.fao.org/docrep/w4086f/w4086f04.htm.](http://www.fao.org/docrep/w4086f/w4086f04.htm)
www.osgeo.org
[www.qgis.org.](http://www.qgis.org)
[https://s.docworkspace.com/d/AOFZ3GTbodZS8OTQoqWdFA.](https://s.docworkspace.com/d/AOFZ3GTbodZS8OTQoqWdFA)

Résumé :

La forêt est une ressource naturelle importante et nécessaire pour la continuité de la vie au niveau du globe.

L'objectif de notre travail est d'évaluer le couvert forestier à l'aide de la télédétection et le système d'information géographique (SIG).

Pour atteindre notre objectif, nous avons utilisé deux logiciels Erdas Imagine et Qgis.

Les cartes résultantes de leur utilisation sont : carte de pente, d'exposition, d'altitude (sous Qgis) et les cartes d'indices de végétation normalisée et du changement (sous Erdas Imagine).

Ces cartes ont donné une évaluation du couvert forestier et ont montré leur dynamique.

Les deux logiciels utilisés facilitent beaucoup plus et avec une précision les résultats avec un gain de temps.

Mots clés : SIG ; Télédétection ; carte ; NDVI ; QGIS ; Erdas Imagine.

الملخص:

يعد الغطاء الغابي مورد طبيعي مهم وضروري لاستمرار الحياة على وجه الأرض . الهدف من عملنا هو تقييم الغطاء الغابي باستعمال نظم المعلومات الجغرافية وأجهزة الاستشعار عن بعد.

لتحقيق هذا الهدف استخدمنا برنامجي QGIS و Erdas Imagine والخرائط الناتجة عن تطبيقهما والتي أسندناها كامثلة مثل خريطة المنحدر , الموقع وخريطة الارتفاع) تحت برنامج (QGIS و خريطة مؤشر الاختلاف النباتي NDVI وخريطة التغيرات) تحت برنامج (Erdas Imagine)

سأهت هذه الخرائط بتقييم الغطاء الغابي وأظهرت ديناميكيتها. البرنامج المستخدمان يسهلان أكثر بكثير وبدقة النتائج مع توفير الوقت.

كلمات مفتاحية : نظم المعلومات الجغرافية، أجهزة الاستشعار عن بعد، خريطة، مؤشر اختلاف نباتي، Qgis – Erdas Imagine.

Summary:

The forest is an important and necessary natural resource for the continuity of life on a global level. The objective of our work is to assess the forest cover using remote sensing and the geographic information system (GIS). To achieve our goal, we used two software Erdas Imagine and Qgis. The results of maps are: slope, exposure, altitude map (under Qgis) and Normalized Difference Vegetation Index maps (NDVI), change maps (under Erdas Imagine). These maps gave an assessment of the forest cover and showed their dynamics. The two software used facilitate much more and with precision the results with saving of time.

Keywords: GIS; Remote sensing; map; NDVI; QGIS; Erdas Imagine.