REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou

Faculté des sciences biologiques et agronomiques

Département des sciences agronomiques

Mémoire

De fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences Agronomiques

Spécialité : Ecologie Forestière

Thème

Utilisation d'un SIG à l'analyse diachronique de la cédraie De Tala Guilef (Djurdjura nord-ouest)

Présenté par : Mr : MOHAMDI Hakim

Soutenu le 26/10/2018

Devant le jury :

Président : RABHI Khellaf	**MCA, UMMTO**
Promoteur : BOUAHMED A	**MAA, UMMTO**
Co-promotrice : DIB Tassadit	**Doctorante, UMMTO**
Examinatrice : KROUCHI Fazia	**MCA, UMMTO**
Examinateur : DERRIDJ Arezki	**PR, UMMTO**

Promotion :
2018

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou

Faculté des sciences biologiques et agronomiques

Département des sciences agronomiques

Mémoire

De fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences Agronomiques

Spécialité : Ecologie Forestière

Thème

Utilisation d'un SIG à l'analyse diachronique de la cédraie De Tala Guilef (Djurdjura nord-ouest)

Présenté par : Mr : MOHAMDI Hakim

Soutenu le 26/10/2018

Devant le jury :

Président : RABHI Khellaf	**MCA, UMMTO**
Promoteur : BOUAHMED A	**MAA, UMMTO**
Co-promotrice : DIB Tassadit	**Doctorante, UMMTO**
Examinatrice : KROUCHI Fazia	**MCA, UMMTO**
Examinateur : DERRIDJ Arezki	**PR, UMMTO**

Promotion :
2018

Remerciement

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ***Mr Bouahmed. A*** *Je le remercie de m'avoir encadré, ses remarques pertinentes, ses conseils, son aide, ses suggestions et sa patience ont sans cesse permis l'amélioration de la qualité de ce document.*

Je tien à présenter mes vifs remerciements à ***Mlle Dib. T*** *pour sa Co-promotion de ce travail et Sa grande contribution dans l'amélioration de la qualité de ce document*

Je remercie ***Dr Rabhi, K,*** *pour avoir accepté de présidé le jury.*

Je suis très honoré de la présence de ***Pr Derridj, A****. Je le remercie d'avoir accepté de faire partie de ce Jury.*

Je remercie aussi ***Dr Krouchi, F****, d'avoir acceptée d'examiner Ce travail, et pour nous avoir donné la chance de faire partie de cette formation, Ainsi que pour son soutien et son encouragement.*

Sans oublier toute l'équipe du laboratoire écologie forestière.

Mes grands remerciements vont aussi à ma famille, mes amis et tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour réaliser ce travail.

Liste des abréviations

3D : trois dimensions.

Alt : Altitude.

FICCDC : Comité fédéral de coordination inter-agences pour la cartographie numérique.

Ha : Hectare.

INCT : Institut National de Cartographie et de Télédétection.

Km : Kilomètres.

m : Mètres.

MNS : modèle numérique de surface.

MNT : Modèle Numérique du Terrain.

SIG : Systèmes d'information géographique.

% : Pourcent

C° : Degré Celsius

Q2 : Le quotient pluviométrique

K° : Kelvin

Listes des figures

Figure 1 : Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord ……..… 2

Figure 2 : Vue globale de la cédraie du Djurdjura ……4

Figure 3 : Le principe de fonctionnement des SIG…….5

Figure 4 : Modes de présentation de l'information géographique dans un SIG ……6

Figure 5 : Exemple de présentation des données raster …….6

Figure 6 : Exemple de présentation des données vectorielles ……...7

Figure 7 : Schématisation de l'axe de prise de vue des photos aérienne……8

Figure 8 : Pourcentage de recouvrement d'une suite de deux photos aérienne …….8

Figure 9 : Indication des indices sur une photo aérienne ……...9

Figure 10 : Image Google Earth de la région d'étude (Tala Guilef) ……10

Figure 11 : Coupe topographique de la région de Tala-Guilef ……...…….11

Figure 12 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de Tala Guilef…….14

Figure 13 : Climagramme pluviothermique d'EMBERGER de Tala Guilef……...15

Figure 14 : Echantillon de photos aérienne utilisé dans notre travail …….17

Figure 15 : Model Numérique de Terrain de Tala Guilef ……18

Figure 16 : Stéréoscope utilisé dans notre étude ……..18

Figure 17 : Interface du logiciel agisoft photoscane ……19

Figure 18 : Etapes d'analyses et de traitements des photos aériennes …….20

Figure 19 : Rognage des photos aériennes avec photoshop CS6 …….21

Figure 20 : Photo mosaïque finale obtenue……..21

Figure 21 : Géoréférencement des photos mosaïques ……22

Figure 22 : Digitalisation des entités forestières de Tala Guilef …….22

Figure 23 : Superposition des polygones représentant la cédraie de Tala Guilef ……23

Figure 24 : Digitalisation des unités dynamiques dans la cédraie de Tala Guilef ……...23

Figure 25 : Caractérisation du terrain et extraction des valeurs en utilisant le MNT ……..24

Figure 26 : Conversion des valeurs du format raster en points ……...24

Figure 27 : Les photos aériennes utilisés dans notre étude ……25

Figure 28 : Les zones présentant une dynamique définies par l'étude stéréoscopique …….....26

Figure 29 : Photo mosaïque de l'année 1978 obtenu avec Agisoft photoscan ……26

Figure 30 : Photo mosaïque de l'année 1999 obtenu avec Agisoft photoscan …..……..26

Figure 31 : Résultat de la délimitation de la foret de Tala Guilef en 1978 et 1999……..27

Figure 32 : Superposition des deux limites (de 1978 et de 1999) de la forêt de Tala Guilef …..28

Figure 33 : Les unités dynamiques de la foret de Tala Guilef …….……....29

Figure 34 : Les cellules du raster "pente" représentant les unités dynamiques de la forêt de Tala Guilef ……..30

Figure 35 : Les cellules du raster "altitude" représentant les unités dynamiques de la forêt de Tala Guilef …….……...30

Figure 36 : Les cellules du raster "exposition" représentant les unités dynamiques de la forêt de Tala Guilef ……...…….31

Figure 37 : Représentation en classes d'altitude des cellules caractérisant les unités dynamiques ……32

Figure 38 : Représentation en classes de pente des cellules caractérisant les unités dynamiques ……..…..33

Figure 39 : Représentation en classes d'exposition des cellules caractérisant les unités dynamiques ……..……...……33

Liste des tableaux

Tableau 1 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) de Tala Guilef entre 1998 et 2008……13

Tableau 2 : Température moyenne mensuelle et annuelle de Tala Guilef ……..13

Tableau 3 : paramètres climatiques et Quotient pluviométrique d'EMBERGER de Tala Guilef…….15

Tableau 4 : Récapitulatif des valeurs altitudinales, et degré de pente de territoire occupé par la régénération a Tala Guilef ……31

Table des matières

Introduction générale ……..… 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Généralités sur la cédraie algérienne …….2

I.1. La répartition de la cédraie en Algérie ……... 2

I.2. Les groupements végétaux caractérisant la cédraie algérienne ….…….. 3

I.3. Structure et dynamique de la cédraie algérienne …….. 3

I.4. La régénération naturelle de la cédraie …….. 3

I.5. Etat de conservation des cédraies algérienne ……. 3

I.6. Facteurs de dégradation de la cédraie algérienne ……. 4

II. Généralités sur les SIG ……. 4

II.2. Définition des SIG ……..... 5

II.3. Généralités sur les SIG …… 5

II.4. Modes de présentation de l'information géographique dans un SIG ….…. 6

II.4.1. Données raster…….…… 6

II.4.2. Données vectorielles ……... 7

II.5. Les domaines d''application ……. 7

III. Généralités sur la photographie aérienne ……. 7

III.1. Définition de la télédétection ……...…… 7

III.2. Définition de la photographie aérienne ……... 8

III.3. Axe de prise de vue des photographies aériennes ……... 8

III.4. Recouvrement de deux photos aériennes ……. 8

III.5. Présentation de la photographie aérienne …… 9

III.6. Utilité de la photographie aérienne et la télédétection pour l'étude du milieu forestier ……. 9

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

I. Présentation de la zone d'étude ……..… 10

I.1. La localisation géographique ……...…. 10

I.2. Relief et topographie ……..…. 11

I.3. Géologie et Pédologie ……12

I.4. Végétation ……. 12

I.5. Bioclimat ……12

I.5.1 Les facteurs climatique ……....13

I.5.2 Les précipitations ……13

I.5.3 Les températures ……..13

I.5.4 Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)….14

I.5.5 Quotient pluviothermique et climagramme d'EMBERGER ……...14

Chapitre III : Matériel et méthodes

I. Introduction …….. 16

II. Elaboration d'une base de données et les supports techniques utilisés……. .16

III. Matériels utilisés sur le terrain et dans le laboratoire sur ordinateur ……. 17

III.1. Photographies aériennes : photos en noir et blanc de 1978 – 1999 …….... .17

III.2. Une image google maps géoréférencier de la région de Tala Guilef ...…… 17

III.3. Un Modèle Numérique de Terrain ……..... 18

III.4. Stérioscope ……...……. 18

III.5. Un logiciel de traitement d'images (Agisoft Photoscan professionnel) ….. 19

III.7. Scanner et logiciel Photoshop CS6 …….....20

IV. Etapes du travail cartographique ……..20

IV.1. Aquisition des photos aériennes ……...…….……...20

IV.2. prétraitement ……..……..……21

IV.3. Traitements sur logiciel SIG Arcgis ……..……...21

V. Traitements statistiques …….…….……. 24

Chapitre IV : Résultats et discussion

I. Résultats …….…… 25

I.1. Choix des photos aériennes …….…….25

I.2. Prétraitements ……. 25

I.3. Traitements sur logiciel SIG Arcgis ……. 27

I.4. Résultats statistiques …….....…. 32

II. Discussion générale ……...…… 34

Conclusion ……..…… 35

Introduction Générale

Introduction générale

Les forêts méditerranéennes constituent un milieu naturel fragile profondément perturbé par de multiples agents. (Quézel P., et Barbéro M., 1990). De graves menaces pèsent sur les ressources naturelles soumises d'une part à l'effet des changements climatiques et d'autre part aux impacts des actions de l'homme (Sanda Gonda, 2010).

La région du Djurdjura Nord-Ouest (Tala Guilef), située dans la wilaya de Tizi Ouzou, représente un ensemble phytogéographique très remarquable, connu pour sa diversité floristique et faunistique, et cela essentiellement pour des raisons géographiques, géologiques et climatiques.

De multiples études ont été mené sur la cédraie de Tala Guilef, de point de vu structurale, phytoécologique et phytosociologie et ce depuis des décennies (Abed, 1984 ; Derridj, 1990 ; Bellahcene & Bensaad, 1990 ; Bouheraoua, 1992 ; Krouchi, 2010 ; Amirat, 2016…etc). Mais ce qui est du travail cartographique et télédétection un seul travail qui a été fait par Mestar (1995) en cartographie. Pour notre part nous proposons, en complément à ces travaux une étude de la dynamique de la cédraie dans la région de Tala Guilef, en utilisant les systèmes d'information géographique (SIG).

L'objectif du présent travail est l'application des techniques de traitement informatique des données géographiques provenant de la télédétection aérospatiale, sur la cédraie de Tala Guilef, pour quantifier son évolution durant une période de 21 ans (1978-1999). Cette approche s'inscrit dans le cadre de la conservation et de la gestion intégrée de cet écosystème.

L'approche méthodologique consiste à détecter les changements dans le couvert végétal, à partir d'un traitement de photographies aériennes prise en 1978 et en 1999, avec des logiciels SIG. Les résultats de cette étude, permettront d'évaluer les facteurs contribuant à cette dynamique.

Enfin, toutes les données obtenues au cours de ce travail seront organisées dans une base de données géographique. Cette base de données permettra aux décideurs et gestionnaires de disposer d'informations précises pour la gestion et la protection de la cédraie de Tala Guilef (Djurdjura Nord-Ouest).

Ce mémoire est structuré comme suit :

- Le premier chapitre expose un aperçu bibliographique sur la cédraie, et synthétise des généralités sur les SIG et la télédétection.
- Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude.
- Le troisième chapitre présente le matériel utilisé, précise la problématique de notre étude, explique les méthodes de traitement et d'analyse et définit notre démarche méthodologique.
- Enfin, le dernier chapitre répond à la problématique posée par une analyse et une interprétation des résultats de cette étude.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I. Généralités sur la cédraie algérienne :

Les forêts de cèdre constituent des réservoirs importants de diversité génétique, spécifique, paysagère et fonctionnelle (Quézel *et al*., 1999 ; Barbero *et al*., 2001 ; Quézel et Médail, 2003). En Algérie, le cèdre n'occupe actuellement guère plus de 16000 ha (Mate, 2001 in Yahi,2007).

I.1. La répartition de la cédraie en Algérie :

La répartition des cédraies est conditionnée par le climat en Algérie ce qui nous permet de distinguer deux types (figure1) :

Le premier, est l'ensemble méridional adapté à une forte sécheresse d'été (Gaussen, 1967). Il comprend les cédraies des Aurès, dont les principaux massifs sont : Belezma à l'Ouest ; le Chilia, le Sgag, l'Aidel…etc. et aussi les cédraies du mont du Hodna prolongent à l'ouest (Derridj, 1990).

Le second ensemble est le septentrional dans l'Atlas Tellien humide (Gaussen, 1967). Il comprend les massifs des Babors, le massif du Djurdjura regroupant la cédraie de Tala-Guilef sur le flan Nord- Ouest, celle des Ait- ouabane sur le flan Nord-Est et enfin la cédraie de Tikjda sur le versant Sud. Aussi les cédraies de l'Ouarsenis et celle de l'Atlas Blidéen (Derridj, 1990).

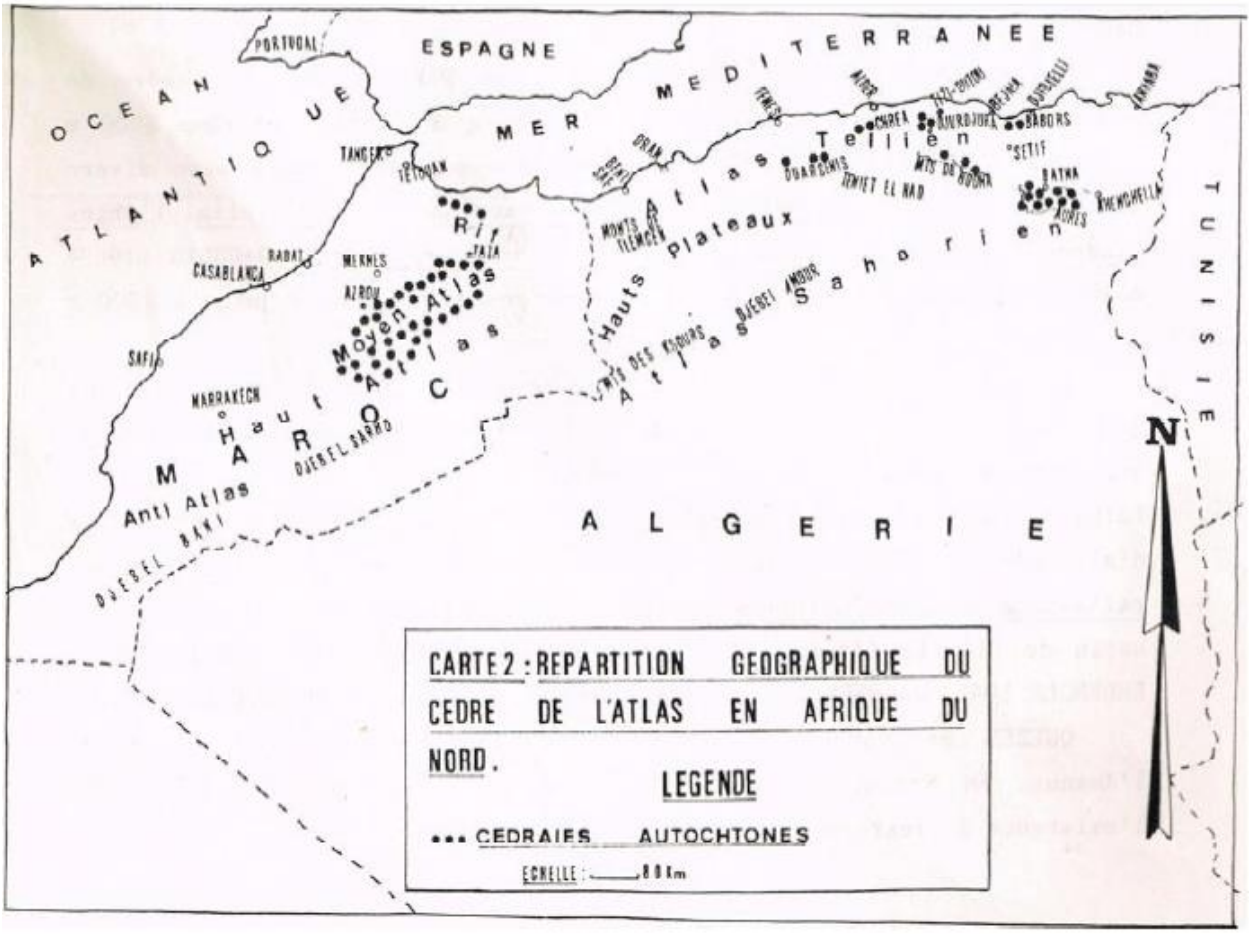


Figure 1 : Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord (Derridj, 1990)

I.2. Les groupements végétaux caractérisant la cédraie algérienne :

Le cèdre de l'Atlas individualise en Afrique du Nord un certain nombre de groupements végétaux variés dans une amplitude altitudinale importante entre 1500 et 2 500 m (Mhirit,1999). Ces groupements s'intègrent dans deux faciès distincts : celui, sublittoral, de l'atlas tellien et celui, continental, de l'atlas saharien. Les structures forestières à Cèdre relèvent de l'ordre des *Querco-Cedretalia atlanticae* et se rangent dans deux principales alliances qui s'opposent écologiquement par le bioclimat (Yahi et Djellouli, 2010). Au nord, en ambiance supra-méditerranéenne semi-littorale, domine l'alliance *Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae* (Barbéro, Quézel et Rivas Martinez, 1981) regroupant les sapinières ainsi que les cédraies et les zéenaies les plus froides. En ambiance nettement plus continentale, elle est remplacée par le *Lamio numidicae-Cedrion atlanticae* (Abdessemed, 1981) caractérisant les cédraies les plus xériques d'Afrique du Nord. Les structures préforestières appartiennent à deux principales classes : les *Quercetea ilicis* et les *Rosmarinetea officinalis*.

I.3. Structure et dynamique de la cédraie algérienne :

L'ensemble des cédraies présente une structure globalement régulière où se manifeste l'absence des différents stades d'évolution de la futaie : fourré, gaulis, perchis et haut perchis. Cette carence est liée à la problématique de la régénération naturelle qui est étroitement corrélée aux fortes densités des peuplements et à leur fort degré de fermeture (densité moyenne : 250 à 980 arbre/ha ; recouvrement moyen : 75%). Il s'agit de formations âgées dont l'âge moyen est d'environ 130 ans, où s'observent des arbres remarquables âgés de 550 à 900 ans (Messaoudène et al, 2011 ; Messaoudène et al, 2013)

I.4. La régénération naturelle de la cédraie :

Selon Lanier, (1986) les régénérations s'installent rapidement et solidement sur les éboulis pourvus en élément fins et sur les terrains récemment remués, dépourvus de végétation herbacée.

Dans les milieux incendiés ou dégradés, la régénération naturelle est abondante. Au Djurdjura, Chélia, Bélezma et Theniet El Had (versant nord), les inventaires réalisés fournissent des densités élevées allant de 2500 à 5400 sujets/ha aux âges respectifs de 30 et 10 ans. (Messaoudène et al., 2013)

La régénération naturelle de la cédraie est dépendante de nombreux paramètres édaphiques, écologiques et climatiques. Le maintien des semis du cèdre est dépendant de l'altitude qui va leur permettre de surmonter la période de sécheresse raccourcie par celle-ci. (Madjour, 2015)

I.5. Etat de conservation des cédraies algérienne :

D'après Yahi et al, (2008) les cédraies algériennes, riches en éléments spécifiques rares, menacés ou endémiques, constituent un réservoir important de la diversité biologique et cela malgré les nombreuses perturbations humaines et naturelles qu'elles ont subies par le passé et qu'elles continuent de subir.

De ce fait, la conservation de ces peuplements emblématiques d'Afrique du Nord doit s'inscrire dans une optique de gestion durable bien réfléchie à différents niveaux écosystémiques et géographiques. De façon urgente, il s'agira de revoir le statut d'un grand nombre de taxons, qui méritent une attention particulière et devraient figurer sur la liste des espèces à protéger en Algérie.

I.6. Facteurs de dégradation de la cédraie algérienne :

Selon Bentouati, (2008) ; Barbero et al (2001), les causes de la dégradation de la cédraie sont multiples. Elles sont liées à la fois aux aléas climatiques (sécheresse, stress hydrique, influences sahariennes), à l'action humaine par le biais du surpâturage, de l'exploitation non contrôlée, des coupes illicites, des incendies, et enfin à la nature de certains types de substrats, comme les marnes, qui paraissent très nettement défavorables à la reprise des arbres, la figure 2 démontre l'état globale de la cédraie.

L'absence d'une gestion sylvicole rationnelle a provoqué une modification dans la structure des peuplements. Les aménagements proposés n'ont pratiquement pas été appliqués, ce qui a engendré une structure composée de vieux peuplements de faibles densités, dégradés et mal venants. A l'heure actuelle, les peuplements de cèdre ont dépassé leur maturité et ont évolué vers un stade de dépérissement avancé.

Le pacage, le broutage sont aussi des facteurs susceptibles d'entraver la survie des jeunes plantules et rendre la régénération naturelle très faible ou même nulle. Dans le cas où le pâturage est intense, celui-ci a entraîné une ouverture des peuplements et la disparition du cèdre.

Figure 2 : Vue globale de la cédraie de Tala Guilef

II. Généralités sur les SIG :

II.1. Introduction :

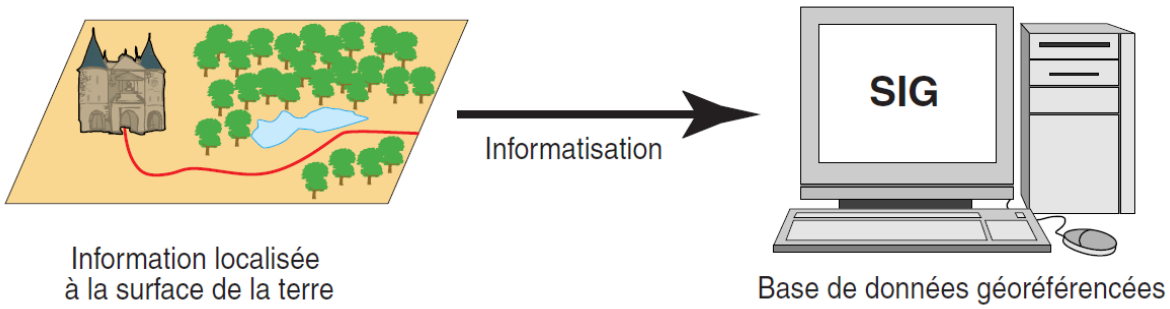
Les images prises par satellite et les photographies aériennes sont toujours des moyens utiles pour étudier la dynamique et l'état d'une vaste région d'étude, avec la possibilité de réaliser des études sur des périodes diachroniques. Elles sont même indispensables lorsqu'on mène une telle étude dans des régions difficilement accessibles, ou peu étudié. Ces images associées aux systèmes informatique géographique nous permiettant de faciliter l'étude, en allégeant le travail sur terrain, avec des nouvelles technologies.

II.2. Définition des SIG :

Parmi les nombreuses définitions des SIG, les deux suivantes se complètent opportunément, la première insiste sur la structure et les fonctions d'un SIG, la seconde sur sa finalité :

1/ "Système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçus 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", (figure 3). Définition américaine émanant du Comité fédéral de coordination inter-agences pour la cartographie numérique (FICCDC) en 1998 ;

2/ "Ensemble de données repérées dans l'espace, structurées de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision" (Didier, 1990).



Source : https://www.supinfo.com/articles/single/7078-systeme-information-geographique

Figure 3 : Le principe de fonctionnement des SIG

II.3. Généralités sur les SIG :

Le concept de SIG n'a pas été défini directement, au début des années 60. Il s'est construit peu à peu, au fur et à mesure de l'introduction de l'informatique dans l'ensemble des méthodes liées à l'analyse et à la représentation de données spatiales.

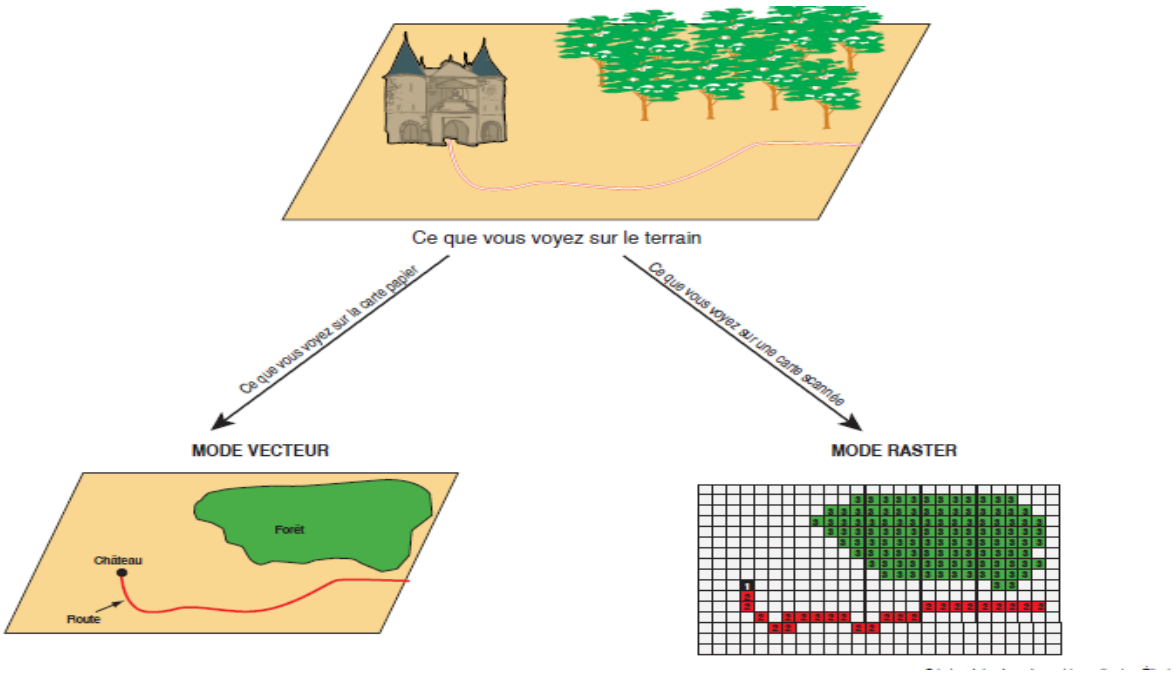
L'historique du développement des SIG peut être divisé en trois périodes : les années 60-70, représentant les débuts et les premières réalisations, les années 80 pour la consolidation et l'apparition des premiers logiciels commerciaux, et les années 90 pour la diffusion générale des outils et de la technologie SIG. (Souris, 2002)

Selon Dangermond,1983, les principales possibilités offertes par les SIG sont :

- Saisie et stockage numérique de plans et de cartes
- Structuration de l'information
- Calculs métriques (distances, surfaces), calculs techniques (visibilité, volumes, recherche opérationnelle), positionnement et projections géographiques
- Gestion et traitement des collections d'objets
- Gestion administrative et partage de données entre utilisateurs
- Gestion et analyse spatiale
- Gestion spatio-temporelle
- Statistique et géostatistique
- Simulation et modélisation
- Télédétection, géo-référencement et traitement d'image
- Dessin et édition cartographique, cartographie automatique, 3D
- Internet et accessibilité distante

II.4. Modes de présentation de l'information géographique dans un SIG :

D'après Brassel et al. 1988 in Hessas, 2005, un SIG présente l'information géographique sous deux modes qui sont les suivants (figure 4) :

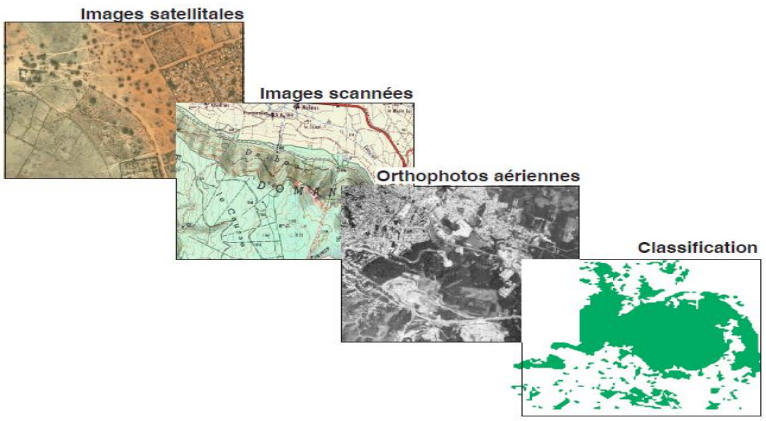


Source : https://www.supinfo.com/articles/single/7078-systeme-information-geographique

Figure 4 : Modes de présentation de l'information géographique dans un SIG

II.4.1. Données raster :

La réalité est décomposée en une grille régulière et rectangulaire, organisée en lignes et en colonnes, chaque maille 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 identique (figure 5).



Source : https://slideplayer.fr/slide/1305793/

Figure 5 : Exemple de présentation des données raster

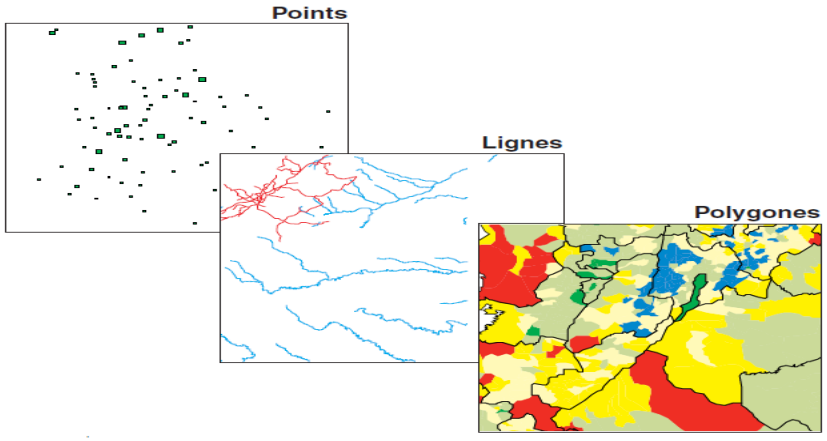
II.4.2. Données vectorielles :

Les limites des objets spatiaux sont décrites à travers leurs constituants élémentaires, à savoir les points, les arcs, et les arcs des polygones (figure6). Chaque objet spatial est doté d'un identifiant qui permet de le relier à une table attributaire.

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.....



Source : https://www.supinfo.com/articles/single/7078-systeme-information-geographique

Figure 6 : Exemple de présentation des données vectorielles

II.5. Les domaines d''application :

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés. Citons cependant (Peduzzi, P. 2009, Maguire *et al.*, 1991) :

- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)
- Planification urbaine (cadastre, POS, voirie, réseaux assainissement)
- Protection civile (gestion et prévention des catastrophes)
- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)
- Hydrologie
- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture)
- Géologie (prospection minière)
- Biologie (études du déplacement des populations animales)

III. Généralités sur la photographie aérienne

III.1. Définition de la télédétection :

La télédétection est la technique qui, par l'acquisition d'images, permet d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique

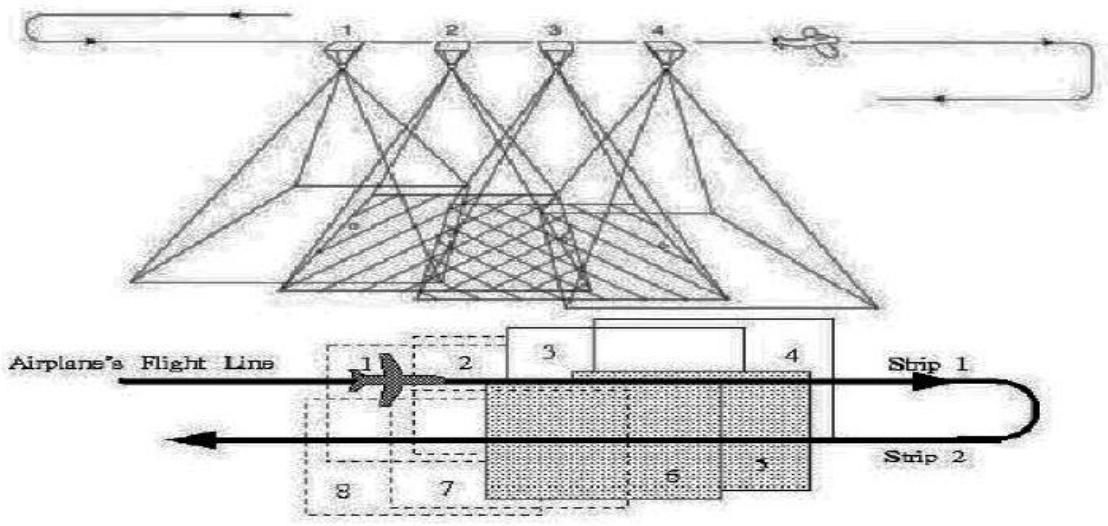
émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information. (Boulerie, 2008 ; CPS,2011)

III.2. Définition de la photographie aérienne :

Les photographies aériennes et spatiales sont des documents issus de prises de vues à partir de satellite, d'un avion ou de tout autre appareil volant et sur lesquels on peut identifier des objets, des formes ainsi que leur arrangement spatial, leurs relations. (Bakis, Bonin, 2000, in Bonnet). Les photographies aériennes sont présentés sous deux format les photographies (tirage papier) et image (format numérique).

III.3. Axe de prise de vue des photographies aériennes :

Sur la figure 7 on représente schématiquement un axe de prise de vue des photos aérienne

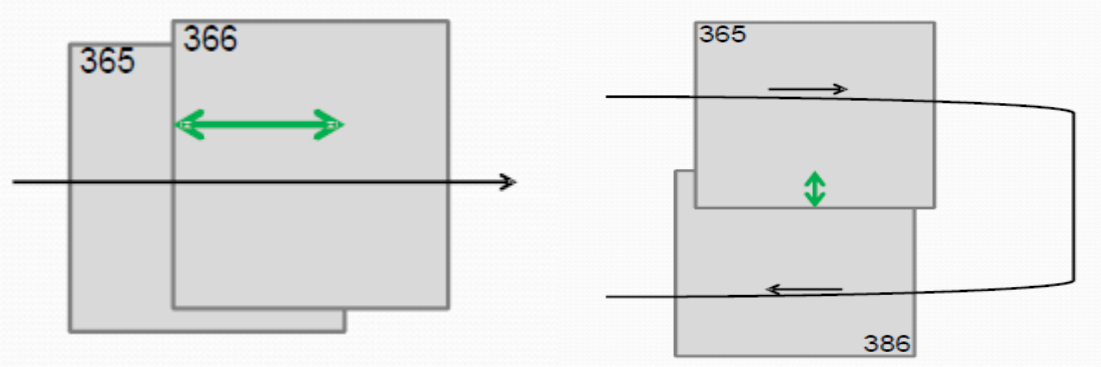


https://docplayer.fr/11216615-Cours-integre-photo-interpretation-3-eme-annee-licence-fondamentale-en-geographie.html

Figure 7 : Schématisation de l'axe de prise de vue des photos aériennes

III.4. Recouvrement de deux photos aériennes :

- Sur le même axe le recouvrement est de 50 à 60% entre deux photos successifs. (Figure8)
- Sur deux axes limitrophes le recouvrement est de 10 à 20% entre deux photos de deux axes de vol différents. (Figure8)



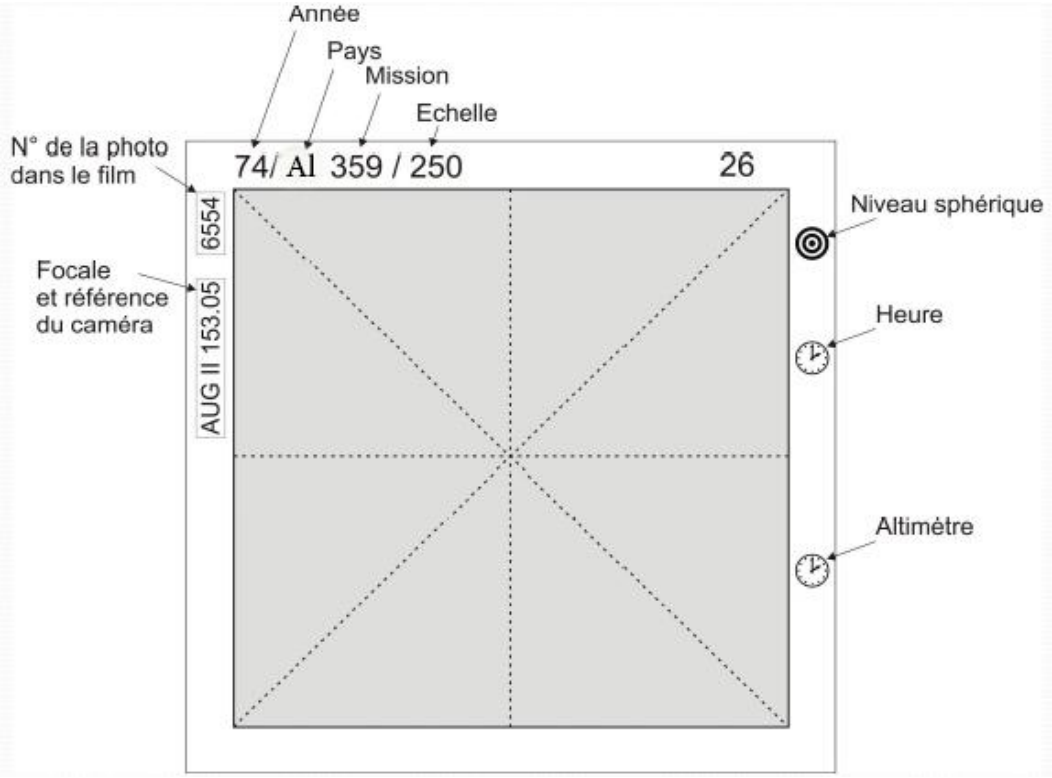
Sur le même axe de vol **Sur deux axes limitrophes**

https://docplayer.fr/11216615-Cours-integre-photo-interpretation-3-eme-annee-licence-fondamentale-en-geographie.html

Figure 8 : Pourcentage de recouvrement d'une suite de deux photos aériennes

III.5. Présentation de la photographie aérienne :

Sur la figure 9 la présentation de la signification de toutes les légendes qui se trouvent sur une photographie aérienne



https://docplayer.fr/11216615-Cours-integre-photo-interpretation-3-eme-annee-licence-fondamentale-en-geographie.html

Figure 9 : Indication des indices sur une photo aérienne

III.6. Utilité de la photographie aérienne et de la télédétection pour l'étude du milieu forestier :

La gestion forestière passe avant tout par l'inventaire et la cartographie du domaine forestier. Pour le suivi de la dynamique forestière, l'utilité de la télédétection s'impose car elle permet le suivi continu de la dynamique de la forêt à travers la détection des différentes modifications forestières dues aux facteurs naturels et anthropiques (feux de brousses, coupes, reboisements etc.) par l'utilisation des images aériennes et satellitaires. Ces images permettent une vision globale sur le domaine forestier et grâce à elles, on peut détecter les modes d'occupation du sol des unités d'aménagement composant la forêt d'une part et d'autre part, l'état de santé du peuplement végétal. (Dizier.J. L, Leo.O. 1986 ; Hessas. 2005).

Chapitre II

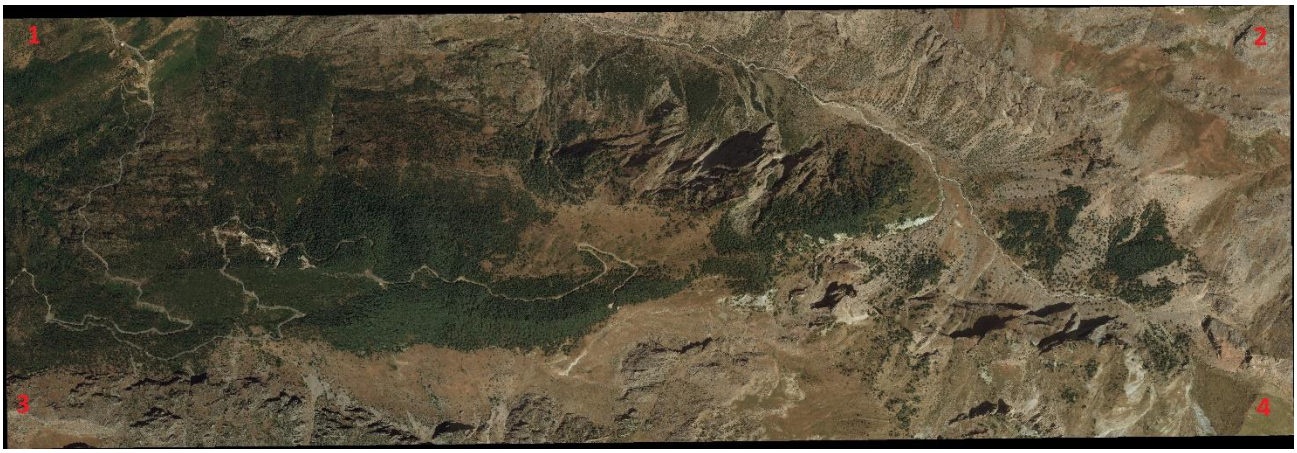
Présentation de la zone d'étude

I. Présentation de la zone d'étude :

I.1. La localisation géographique :

L'appellation « Tala-Guilef » signifie littéralement « source du sanglier » en berbère et correspond à une source retrouvée dans cette forêt nommée ainsi par extension (krouchi, 2010). La région forestière de Tala-Guilef est d'une superficie de 771hectares, s'étend sur le versant septentrional de la chaîne du Djurdjura, à 144km au Nord-est d'Alger. (Messaoudi, 2012).

La cédraie de Tala-guilef est située au niveau de la partie Nord occidentale du massif montagneux du Djurdjura. Elle a pour coordonnées géographiques (figure10) :



Source : Google Earth

Figure 10 : Image Google earth de la région d'étude (Tala Guilef)

	Longitude	Latitude
01	3,981989°	36,483733°
02	4,061602°	36,483292°
03	3,982090°	36,464297°
04	4,061284	36,464186

La région de Tala guilef est localisée entre les deux wilayas : Bouira au Sud et la daïra de Boghni (wilaya de Tizi-Ouzou) au Nord.

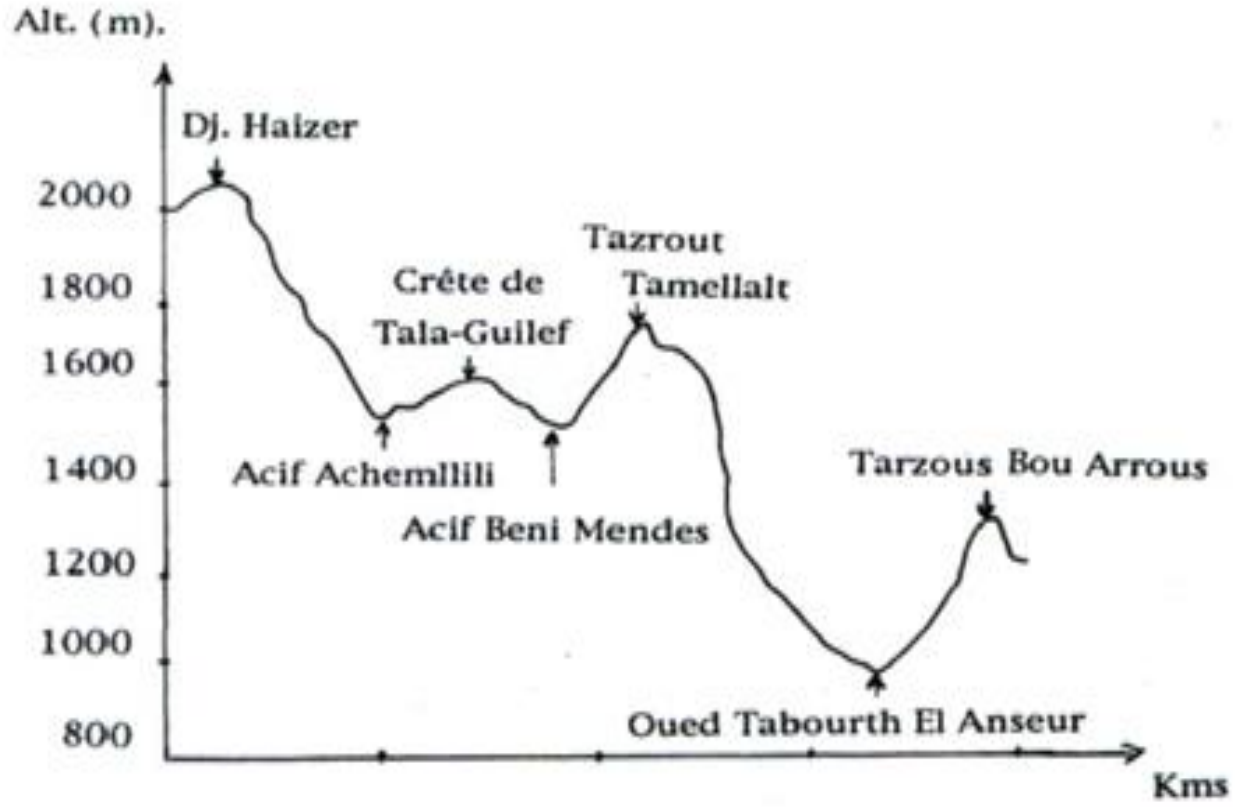
A Tala-Guilef la cédraie la plus dense et la plus importante se trouve de part et d'autre de la ligne de crête de Tala-Guilef (Draa Inguel) surtout sur le versant Nord suite à un déblaiement du sol lors de l'ouverture du chemin qui relie l'hôtel au restaurant d'altitude. Bien que des pieds isolés soient aussi présents à plus haute altitude au-delà de 2000m sur le plateau du mont de Hizer (derridj, 1990).

I.2. Relief et topographie :

Tala-Guilef se trouve confinée entre trois lignes de crête qui sont la ligne de crête du grand massif calcaire de Hizer qui est la ligne la plus haute, la ligne de crête de Tala-Guilef « ligne de crête de Draa Inguel » (dont l'exposition Sud fait face au grand massif de Hizer et l'exposition Nord fait face à la ligne de crête de Thazrout Thamellalt), La ligne de crête de Thazrout Thamellalt(dont l'exposition Sud fait face à la ligne de crête de Tala-Guilef et l'exposition Nord, qui est escarpée, surplombe la vallée de Thabourth El Ainser. (Krouchi 2010)

Cette région est caractérisée par une topographie très variée et un relief très accidenté. Elle comprend deux ensembles topographiques (figure 11) :

La moyenne montagne dont l'altitude est comprise entre 900 et 1500 m. La haute montagne qui débute à 1500m et dont les sommets peuvent atteindre 2164m Djebel Thachgagalt (Cherkelaine, 1980 *in* Abed, 1984).



(Source : Cherkelaine, 1980).

Figure 11 : Coupe topographique de la région de Tala-Guilef

I.3. Géologie et Pédologie

Le calcaire est l'un des principaux faciès que l'on trouve au Djurdjura. Il présente une grande résistance à l'érosion linéaire, cependant, il est fortement karstifié, (krouchi, 2010).

Un substrat essentiellement siliceux caractérise la région de Tala-Guilef ce qui donne naissance à des sols humifères bruns dans les formations fermées. Un sol plus pauvre est présent sur substrat calcaire caractérisé par une importante quantité d'éléments grossiers (cailloux et sables) dans les pelouses culminales au pied du Haïzer. En exposition Sud, sous la Cédraie, la texture est limono-sableuse (Bellahcène et Bensaad, 1989).

I.4. Végétation :

Messaoudène et *al,* (2014), soulignent que les principales formations sylvatiques du massif du Djurdjura sont des cédraies pures (40 %), des cédraies-chênaies vertes (30 %) et des chênaies vertes (13 %), le reste de la surface est constitué par des formations asylvatiques (17%).

La végétation de Thala Guilef est caractérisée par trois principales formations (subéraie, chênaie et cédraie) :

La subéraie peu importante vers 900 m d'altitude ;

La chênaie verte vers 1000m d'altitude parsemée de quelques pieds de cèdres isolés ;

Un étage mixte de chêne vert cèdre entre 1200 et 1500 m d'altitude ;

Une cédraie pure au-delà de 1500 m d'altitude avec quelques rares pieds de cèdre, (Amirat, 2016).

Nous avons des formations végétales selon les étages altitudinaux suivants :

À moins de 900 m d'altitude c'est l'étage du chêne liège (*Quercus suber*), Cette formation est en exposition Nord-Ouest. C'est une formation dégradée.

De 900 à 1100 m d'altitude, nous avons une futaie de chêne vert en mélange avec l'érable (*Acer*). Quelques pieds de Cèdre apparaissent ainsi que quelques pieds de *Quercus faginea* dispersés.

De 1300 à 1450 m d'altitude c'est l'étage de cèdre à structure complexe et mixte.

De 1300 à 1450 m d'altitude c'est l'étage de cèdre à structure complexe et mixte. Il est en mélange avec le chêne vert en accompagnement d'un sous-bois : *Artemisia absinthium, Rosa canina Berberis hispanica, Juniperus oxycedrus, Cytisus triflorus* et *Ilex aquifolium*, dispersés et quelques pieds de *Taxus baccata.*

De 1450 à 1800 m d'altitude, c'est la cédraie pure constituant une futaie dense. Dans le versant nord les tiges du cèdre sont plus droites et plus élancées, dans le versant sud elles sont moins hautes avec un tronc ramifié, et le pic du cèdre est situé à 1874m d'altitude, (Abdelli, 2011).

I.5. Bioclimat :

L'étude climatique est basée sur des données météorologiques (températures et précipitations), vu le problème du manque des stations météorologiques en haute montagne tel le Djurdjura, les données climatiques sont très rares.

La température constitue un facteur écologique limitant important, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des végétaux (Derridj, 1990).

Selon Seltzer (1946), une réduction de 0,4°C par 100m d'élévation en altitude pour la moyenne des minimas, et de 0,7°C pour les moyennes des maximas.

La pluviométrie est bien connue d'un point de vue climatique que les précipitations englobent la pluie, la rosée, la gelée, le givre et la glace. Mais parmi ces paramètres, ce sont les précipitations liquides (pluie) qui sont les plus couramment mesurées. C'est pour cela que les études climatiques, surtout en Algérie où nous sommes confrontés au manque de stations météorologiques équipées, reposent sur les mesures de précipitations (pluviométrie). Ces dernières déterminent la répartition des végétaux (Derridj, 1990).

D'après Seltzer (1946), la hauteur de pluie augmente de 80mm par élévation de 100m. Le régime pluviométrique saisonnier au niveau de Tala Guilef est marquée par un régime saisonnier de type HPAE (hiver, printemps, automne et été).

1.5.1 Les facteurs climatique :

Pour caractériser le climat de Tala Guilef, on a procédé à l'extrapolation des données climatique de station météorologiques de Tizi Ouzou pour la station Tala Guilef. Nous avons recueilli ces données dans les différents mémoires de fin d'études, et nous avons élaboré une synthèse bioclimatique à partir de ces données.

I.5.2 Les précipitations :

Tableau : Précipitations moyennes mensuelles (mm) de Tala Guilef entre 1998 et 2008

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Pt (mm)
Pm (1998-2008)	256.1	166.5	148.6	184.8	132.7	26.19	14.99	32.4	82.49	127.2	193.5	290.4	1655.75

(Daifi et Osmane, 2011)

La valeur maximale des précipitations est enregistrée durant le mois de décembre (290,4 mm), par contre la valeur minimale des précipitations est observée dans le mois Juillet (14.99 mm). Les précipitations annuelles sont égales à 1655.75 mm.

I.5.3 Les températures :

Tableau : Température moyenne mensuelle et annuelle de Tala Guilef

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	T(C°) moy
T(C°) (1998-2008)	2.95	9.2	10.04	14	11.84	22.8	21.1	21.6	16.35	10.35	3.55	0.225	12

(Daifi et Osmane, 2011)

La valeur maximale de température est enregistrée durant le mois de Juin (22.8 C°), par contre la valeur minimale de température est enregistrée le mois de Décembre (0.225 C°). La moyenne des températures annuelle est égale à 12 C°.

I.5.4 Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) :

Pour ces deux auteurs le mois sec est celui dont les précipitations moyennes mensuelles et le double de la température moyenne exprimée en degré Celsius (°C), Avec : **P< 2T**

P : Précipitation moyenne du mois en (mm),

T : Température moyenne du même mois en (°C),

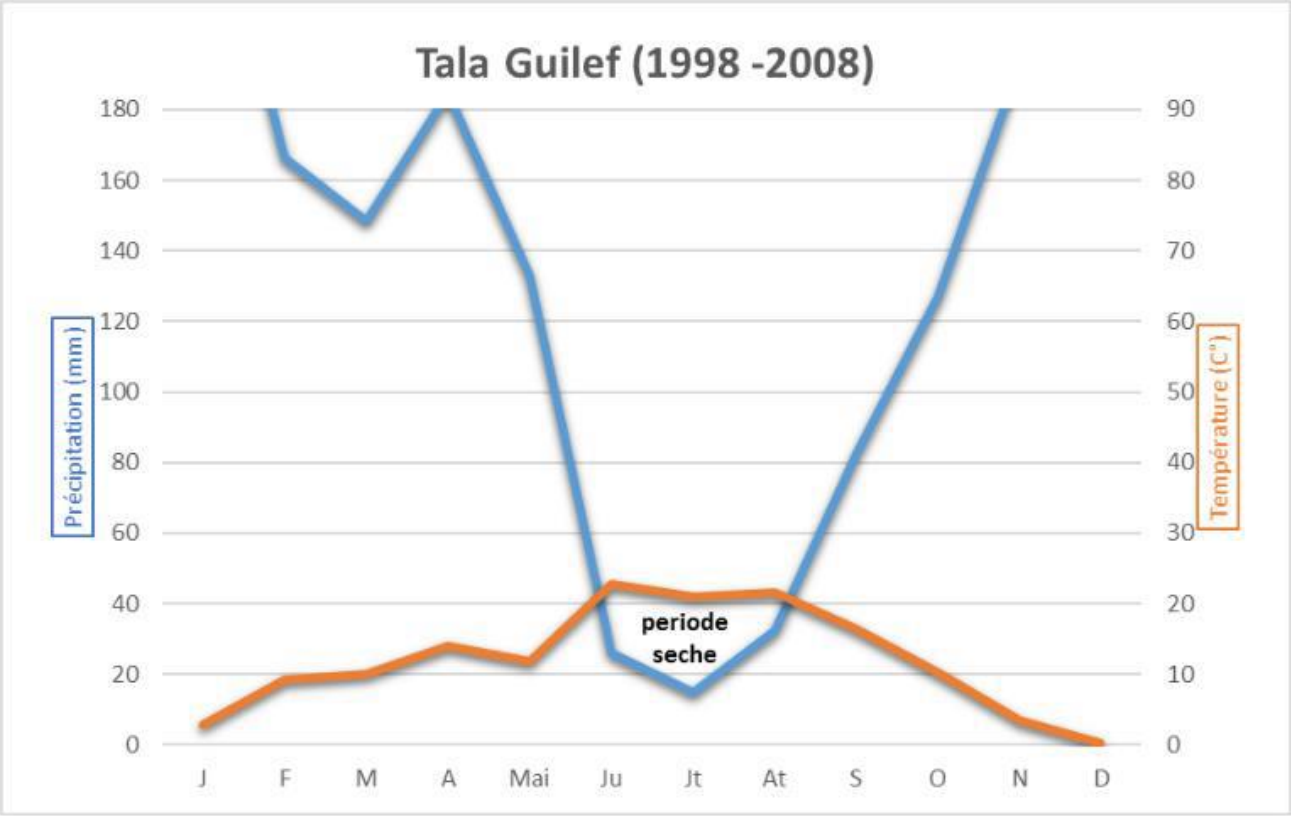


Figure 12 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) de Tala Guilef.

L'analyse du diagramme Ombrothermique, montre que la période pluvieuse s'étale sur une longue période environ 9 moi d'humidité (septembre-Mai) et la période sèche s'étale sur une courte durée avec environ 3 mois de sécheresse (juin-aoute).

I.5.5 Quotient pluviothermique et climagramme d'EMBERGER :

La classification le plus souvent utilisée pour caractériser le climat méditerranéen est donnée par EMBERGER en 1955, Celle-ci utilise un diagramme bidimensionnel dans lequel la valeur du quotient pluviothermique (Q2) est reportée en ordonnée et la moyenne du mois le plus froid (m °C) de l'année en abscisse. Le quotient pluviométrique « Q2 », se calcule par la formule suivante : **Q2=2000P/M2- m2**

P : moyenne des précipitations annuelles (mm)
M : moyenne des maximas du mois le plus chaud (°K)
m : moyenne des minimas du mois le plus froid (°K) (Température en °K=T°C+273),

Tableau : paramètres climatiques et Quotient pluviométrique d'EMBERGER de Tala Guilef

	Altitude	P (mm)	M (C°)	m (C°)	M (K°)	m (K°)	Q2	Etage bioclimatique
Tala Guilef (1998-2008)	1450	1655.75	26.3	-0.95	299.3	272.05	211.22	Per humide à Hiver froid

Le calcul du Q2 pour la station de Tala Guilef permet de la situer sur le climagramme pluviothermique d'EMBERGER et d'obtenir l'étage bioclimatique de la station (fig.13), Cette dernière est située dans l'étage bioclimatique « Per humide à Hiver froid ».

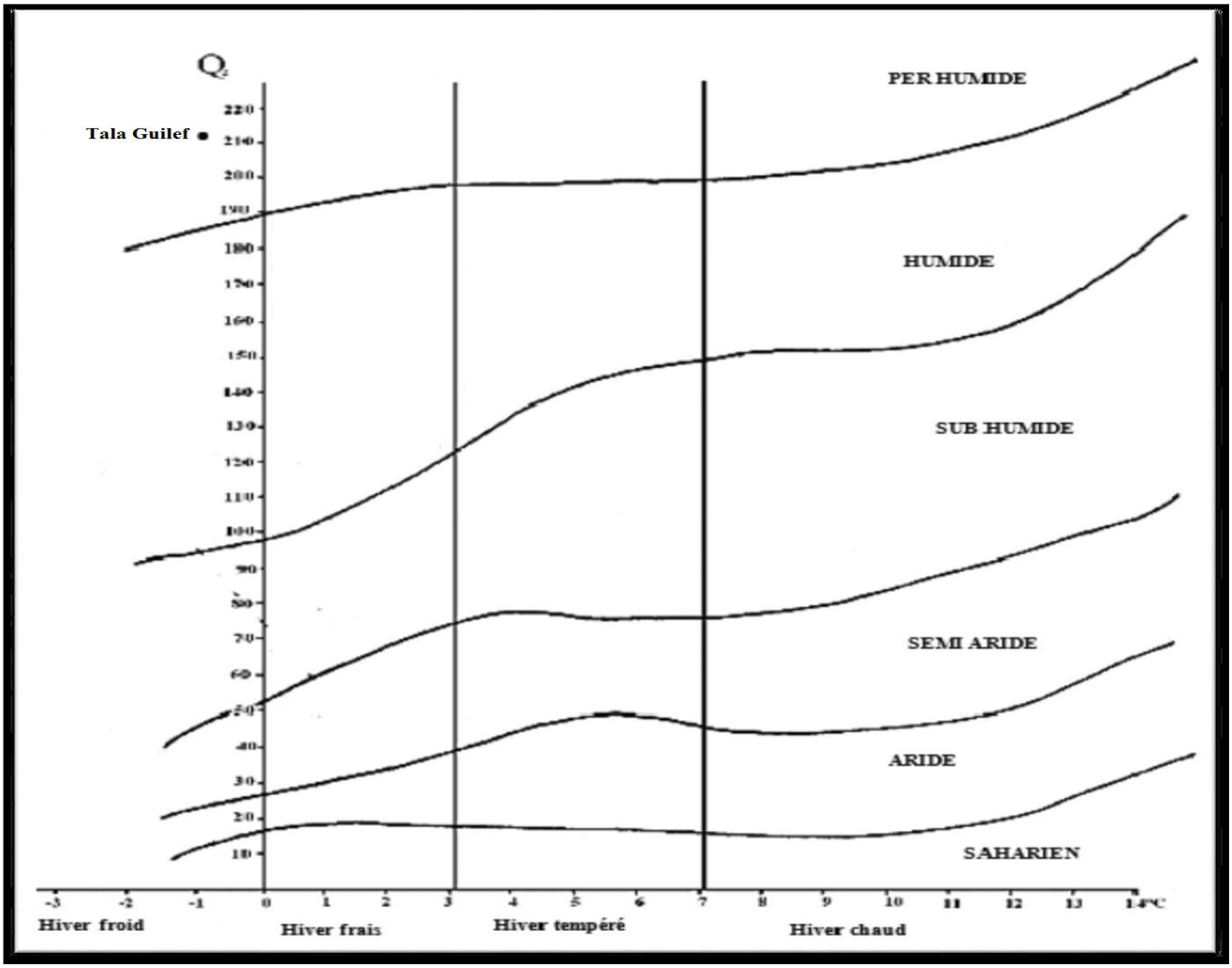


Figure 13 : Climagramme pluviothermique d'EMBERGER de Tala Guilef

Chapitre III

Matériel et méthodes

I. Introduction :

Durant plusieurs années, la cédraie de Tala Guilef a eu une dynamique importante. Afin d'évaluer la tendance de cette dynamique, nous avons jugé utile de répertorier et de délimiter toutes les placettes concernées sur une base de données géoréférencées. Le travail permet de comparer l'espace occupée par la cédraie sur une période diachronique. Ces données constituent une source d'informations qui viendra compléter une série d'études mené par nos prédécesseurs.

Quatre phases essentielles constituent la chaîne de traitement des données.

- La première étape représente la phase de préparation des données. Son but est la mise en forme des données et leur cohérence géographique pour les préparer à l'étape suivante qui est celle du traitement des données.

- La deuxième étape consiste à extraire les informations désirées des produits de l'étape précédente en leur appliquant des techniques de traitement adaptées aux types de données, et aux thématiques recherchées.

- La troisième étape consiste à intégrer les résultats obtenus dans un système d'information géographique. Ils serviront dans la procédure d'analyse spatiale des informations propres aux SIG en vue de leur exploitation pratique à des fins de gestion.

- Enfin, la dernière étape est la réalisation d'une simulation de la dynamique de la cédraie avec le logiciel Arc GIS.

II. Elaboration d'une base de données et les supports techniques utilisés :

Les premières sources de données envisagées pour documenter et illustrer les niveaux d'informations sont les bases de données déjà existantes, tels que les documents cartographiques, ou des données recueillies dans diverses études, dans la mesure où toutes ces informations peuvent être localisées avec des coordonnées géographiques dans différents systèmes de projection. L'utilisation de la numérisation et de la digitalisation sur des documents cartographiques classiques tels que les cartes se sont développée au cours des dernières décennies. De nos jours un certain nombre de bases de données sont accessibles via Internet ; elles sont consacrées à la recherche sur l'environnement. Il existe d'autres moyens d'acquisition de bases de données dans le cas où celles-ci ne seraient pas accessibles ; elle se fait par enquête, par un travail de terrain ou à l'aide de toute une panoplie de moyens tels que télédétection, GPS, …. Les données collectées pour la réalisation de ce travail sont de plusieurs types :

- 8 photographies aériennes : deux missions de différentes années de 1978-1999 de la région de Tala Guilef.
- Une image google maps géoréférencée de la région de Tala Guilef.
- Un Modèle Numérique de Terrain (MNT) Aster 30m de Tala Guilef.
- Un logiciel de traitement d'images (Agisoft Photoscan professionnel).
- ARCGIS 10.2, logiciel SIG.
- Scanner « Brother A3 » et le logiciel de retouche d'image, Adobe Photoshop CS6.
- Stéréoscope.

La première étape, du travail, dans l'étude de la dynamique de la cédraie de Tala Guilef est consacrée au recensement des différentes formations observées dans la région d'étude. La deuxième concerne la description des méthodes proprement dites pour l'étude de l'évolution du milieu dans la région d'étude à l'aide de photographies aériennes. Nous avons choisi une méthodologie utilisant les capacités de la télédétection. Une série de manipulations informatiques sur les logiciels va nous permettre d'avancer progressivement dans la mise en place du SIG final. En résumé cette partie est consacrée à la description de la méthodologie utilisée pour l'étude des phénomènes « dynamique » dans la région de Tala Guilef avec une approche qui est celle des systèmes d'information géographique. Des définitions sont aussi données.

III. Matériels utilisés sur le terrain et dans le laboratoire sur ordinateur :

3.1. Photographies aériennes : photos en noir et blanc de 1978 – 1999 :

Les photos aériennes utilisée dans notre étude ont été acquises auprès de l'Institue National de Cartographie et de Télédétection (INCT), sous format papier, en noir et blanc, avec la même échelle qui est de 1/20000, pour les deux années disponible (1978 et 1999), ce qui nous donne une période diachronique de 21 ans, notre région d'étude a été couverte par quatre photos pour chaque année, ce qui nous donne au finale 8 photos sur lesquelles nous ferions notre travail.

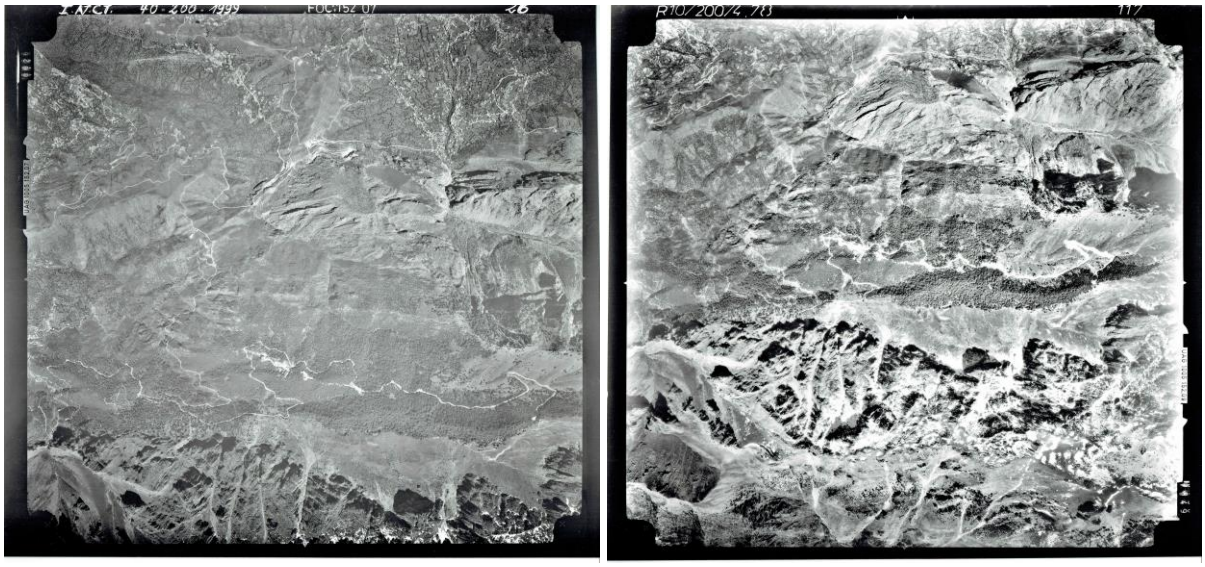


Figure 14 : Echantillon de photos aériennes utilisé dans notre travail

III.2. Une image google maps géoréférencée de la région de Tala Guilef :

Une image géoréférencée tirée de google maps nous permet de faire un géoréférencement de nos photos aériennes avec plus de précision, en repérant des points apparents et identiques sur nos deux supports, afin d'avoir un résultat final avec plus de précision et plus fiable.

III.3. Un Modèle Numérique de Terrain :

Un Modèle Numérique de Terrain est une représentation sous forme numérique du relief d'une zone géographique ». Il peut « être composé d'entités vectorielles ponctuelles (points cotés), linéaires (courbes de niveau), surfaciques (facettes) ou représenté en mode raster (cellules) » www.cdig-var.org.

Autrement dit, un MNT est une représentation imagée de l'aspect topographique d'une zone, en fonction des différentes classes d'altitudes. Sa qualité va dépendre du nombre de points de saisie, de leur distribution spatiale, de la continuité spatiale du phénomène dans la zone à traiter et du mode d'interpolation des points. Dans notre cas on a utilisé un MNT Aster 30m. (Hessas ; 2005)

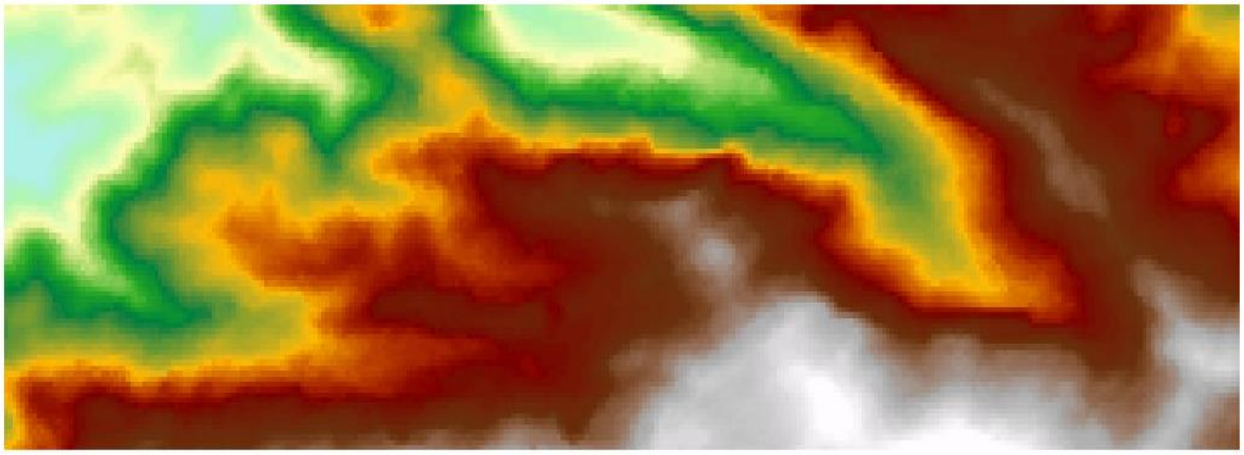


Figure 15 : Model Numérique de Terrain de Tala Guilef

III.4. Stéréoscope :

Le stéréoscope est un instrument conçu pour l'observation de clichés photographique et nous permet d'avoir une vue stéréoscopique en 3D de la région d'étude, grâce à la fusion de deux images planes légèrement différentes, observées simultanément et séparément par chaque œil, afin d'en déterminer le relief topographique, et la hauteur des objets tels que les arbres, pour déterminer les stades d'évolutions des peuplements étudié et leurs structures, afin de repérer les stations ayant une dynamique intéressante pour notre travail. (Granger ;2014)

Figure 16 : Stéréoscope utilisé dans notre étude.

III.5. Un logiciel de traitement d'images (Agisoft Photoscan professionnel) :

Agisoft PhotoScan Pro permet la génération automatique de nuages de points de haute densité, de modèles polygonaux texturés, d'orthomosaïques géoréférencées, de modèles numériques de terrain **(**MNT**)** et modèles numériques de surface **(**MNS**)** à partir d'images fixes. Basé sur une technologie de pointe développée par Agisoft, il permet un traitement très rapide, et produit des résultats très précis (jusqu'à 3 cm de précision pour la photo aérienne, et jusqu'à 1 mm pour la photographie de courte portée). http://www.agisoft.com/

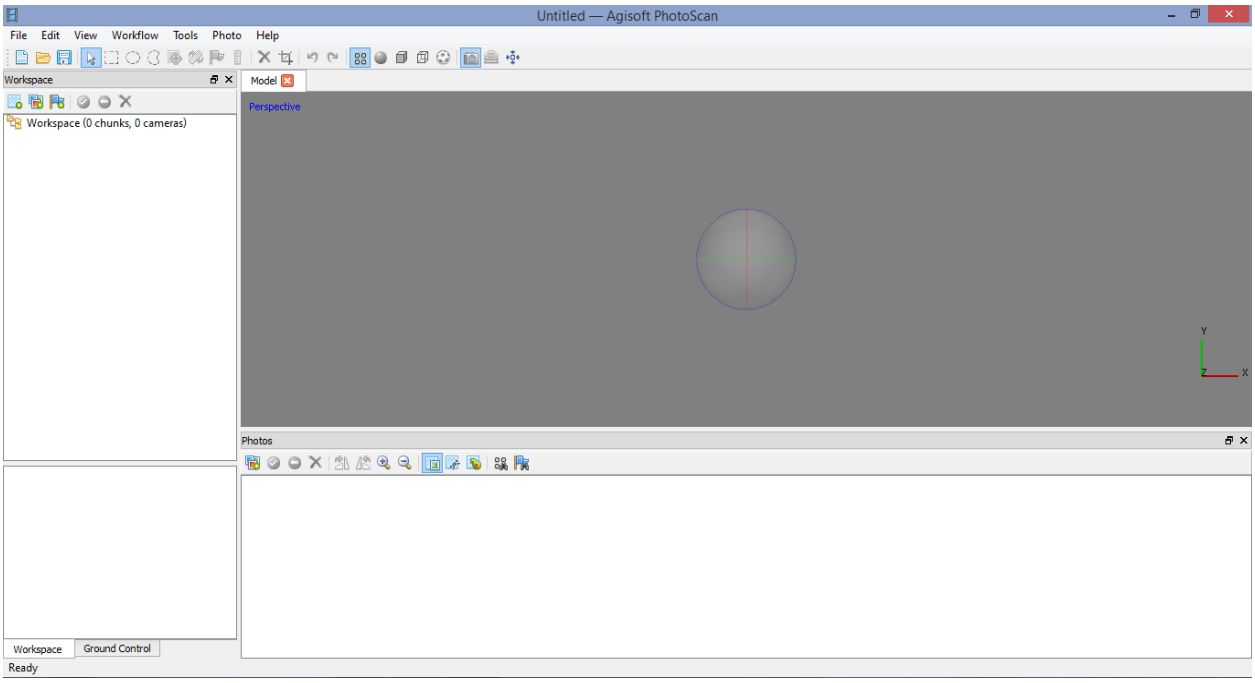


Figure 17 : Interface du logiciel agisoft photoscane

III.6. ARCGIS 10.2 logiciel SIG :

ArcGIS est un système d'information géographique (SIG) permettant de travailler avec des cartes et des informations géographiques. Il est utilisé pour créer et utiliser des cartes, compiler des données géographiques, analyser des informations cartographiées, partager et découvrir des informations géographiques, utiliser des cartes et des informations géographiques dans diverses applications et gérer des informations géographiques dans une base de données.

III.7. Scanner et logiciel Photoshop CS6 :

Un scanner a été utilisé, pour numériser les déférentes photos aériennes acquises sous format papier, après numérisation on a utilisé le logiciel de traitement photos afin de ronger les photos scannées.

IV. Etapes du travail cartographique :

L'étude diachronique de la dynamique de la cédraie de tala guilef, repose sur l'analyse spatiotemporelle et le traitement des images aériennes par télédétection. L'organigramme ci-dessous retrace les déférents étapes d'analyses et de traitements réalisé dans cette étude :

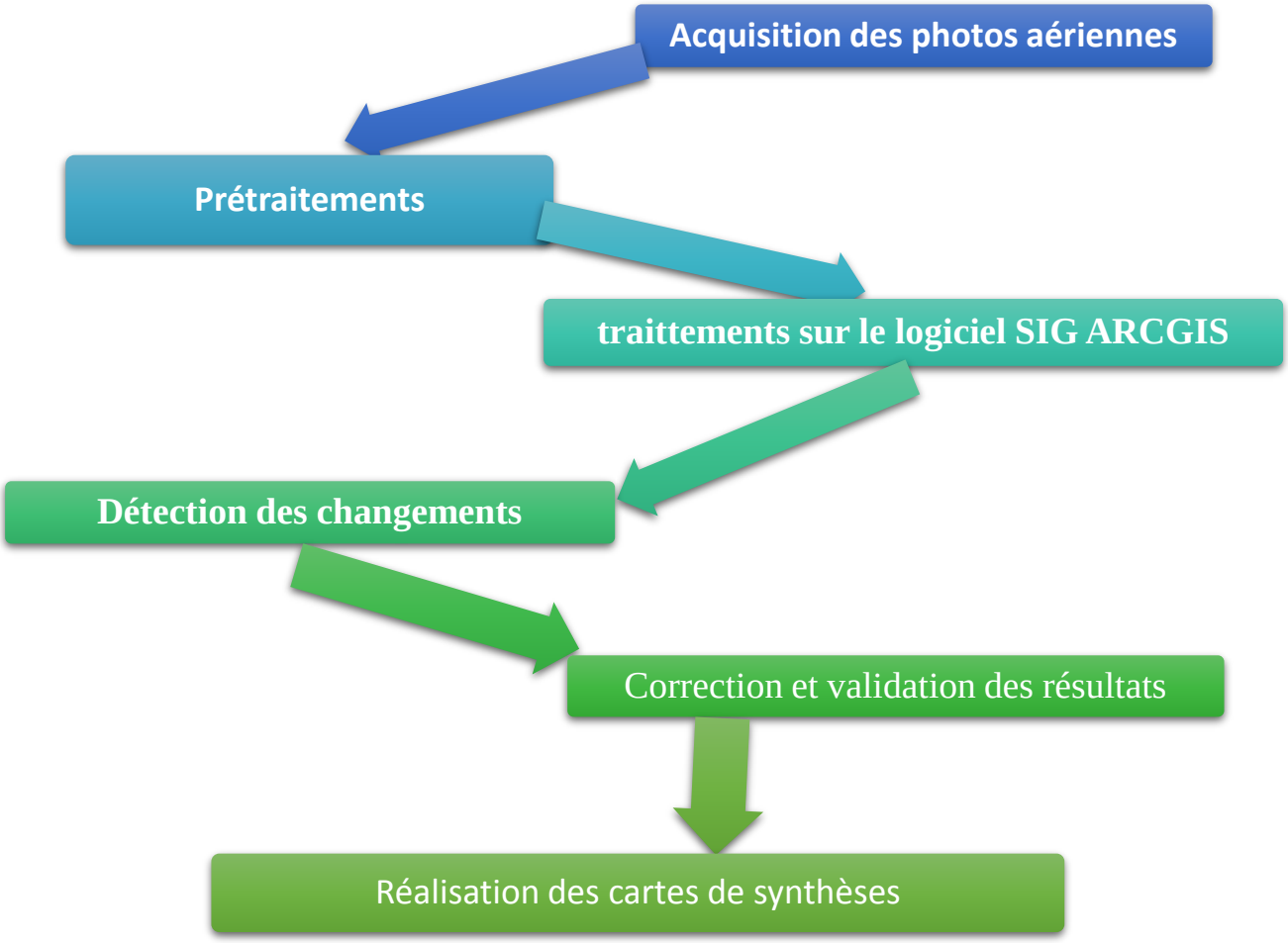


Figure 18 : Etapes d'analyses et de traitements des photos aériennes

IV.1. Aquisition des photos aériennes :

L'aquisition de ces documments c'est faite au niveau de l'institu national de cartographie et de télédétection (INCT), la seule institution fournisseur de ce genre de documents.

IV.2. prétraitement :

- vision stérioscopique afin de voir la dynamique générale de la cédraie, et avec laquel nous avons pu délimiter les stations à forte regénération.
- Scannérisation de chaque photographie au même format « .Tif ». avec une résolution maximal de scanner qui nous donne une résolution plus de 11500 pixels x 11500 pixels.
- Traitements sous photoshop CS5, cette étape consiste a rogner les images scanner afin d'éliminer le cadre de photos aérienne, pour permettre la création de la photo mozaïque dans la prochaine étape.

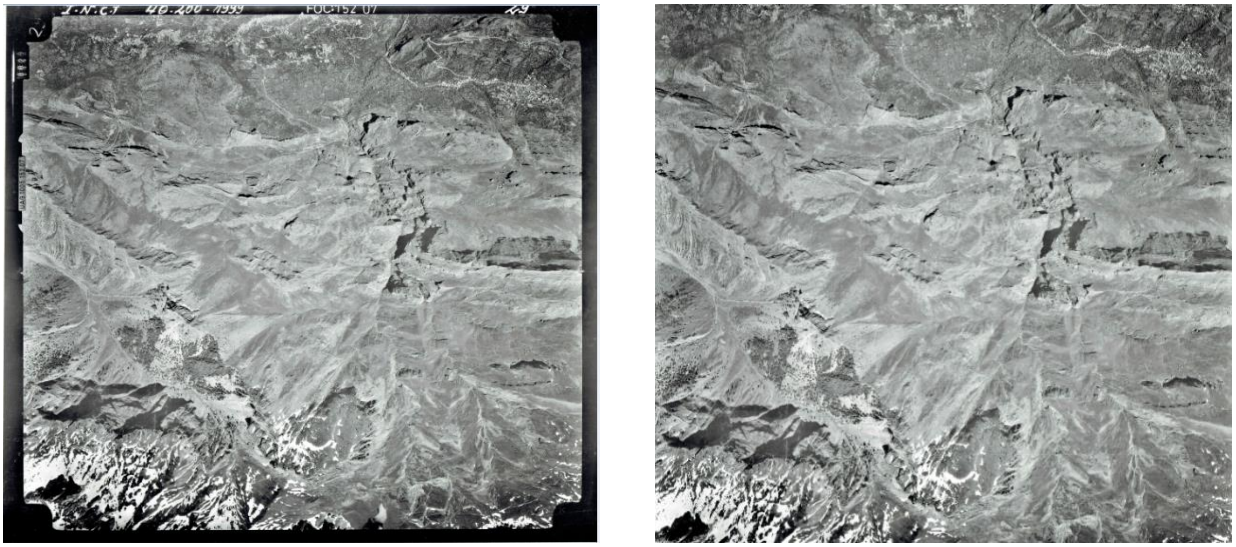


Figure 19 : Rongage des photos aériennes avec photoshop CS6

- Mosaïquage des photos aériennes, avec le logiciel agisoft photoscanne, en créant un nuage de points a partir des photos aériennes initiales, puis construction de la texture pour avoir un produit final qui est une photomosaïque, qui sera extrait sous format TIFF.

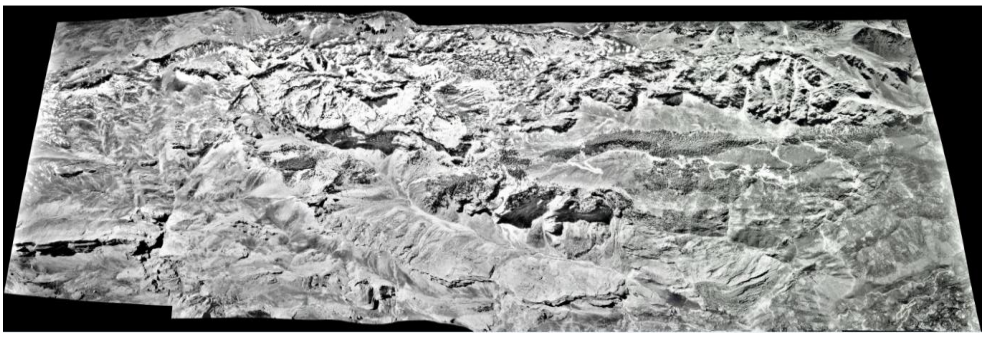


Figure 20 : Photo mosaïque finale obtenue

IV.3. Traitements sur logiciel SIG Arcgis :

- Géoréférencement des photos mosaïques : en cette étape on s'est servi de l'image google maps géoréférencié, pour réaliser le calage de la photomosaïque de l'année 1999, puis celle de l'année

1978 en utilisant celle de l'année 1999 calé, en faisant la projection de 20 points sur chaque photo mosaïque.

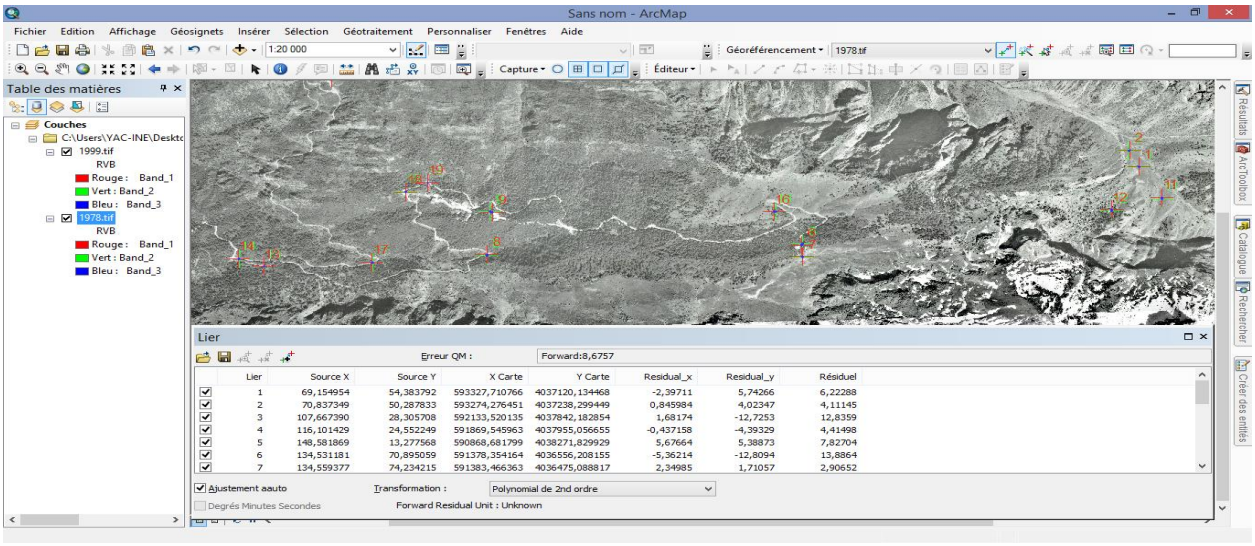


Figure 21 : Géoréférencement des photos mosaïques

- Digitalisation des entités forestières de la zone d'étude Tala Guilef pour les deux dates (1978 et 1999), pour avoir des polygones représentatifs de couvert forestier et définir les limites de peuplement.

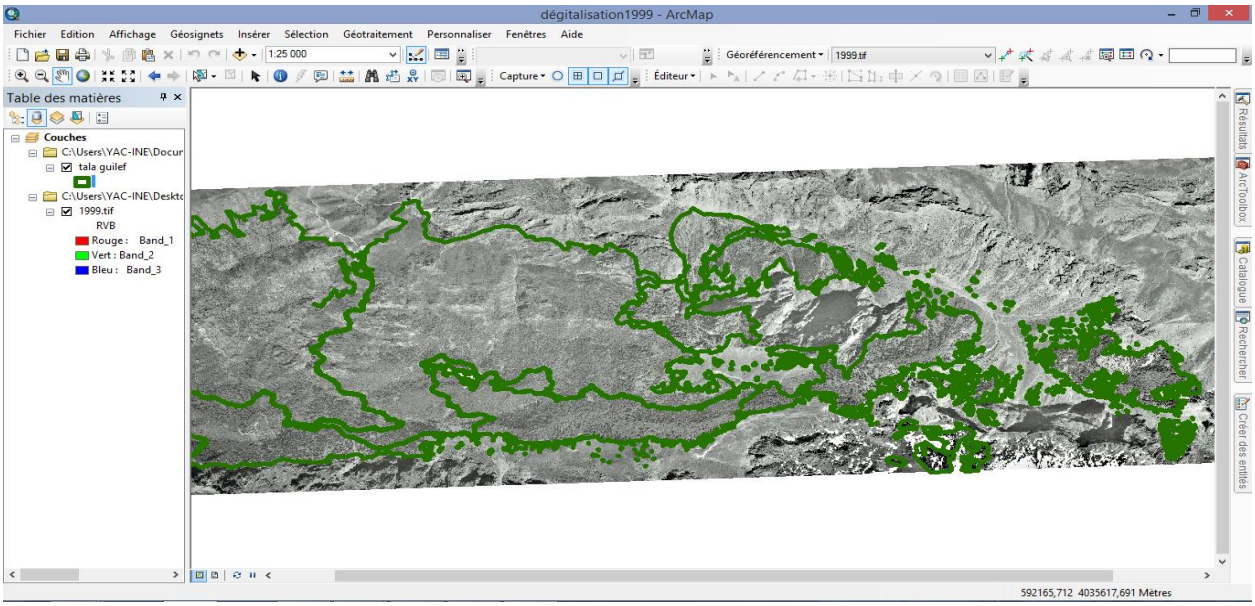


Figure 22 : Digitalisation des entités forestières de Tala Guilef

- Superposition des ficher digitaliser pour superviser la dynamique du peuplement, qui apparait en différence entre les deux polygones, et qui sera digitalisé comme des entités présentant la dynamique au sein de peuplement forestier.

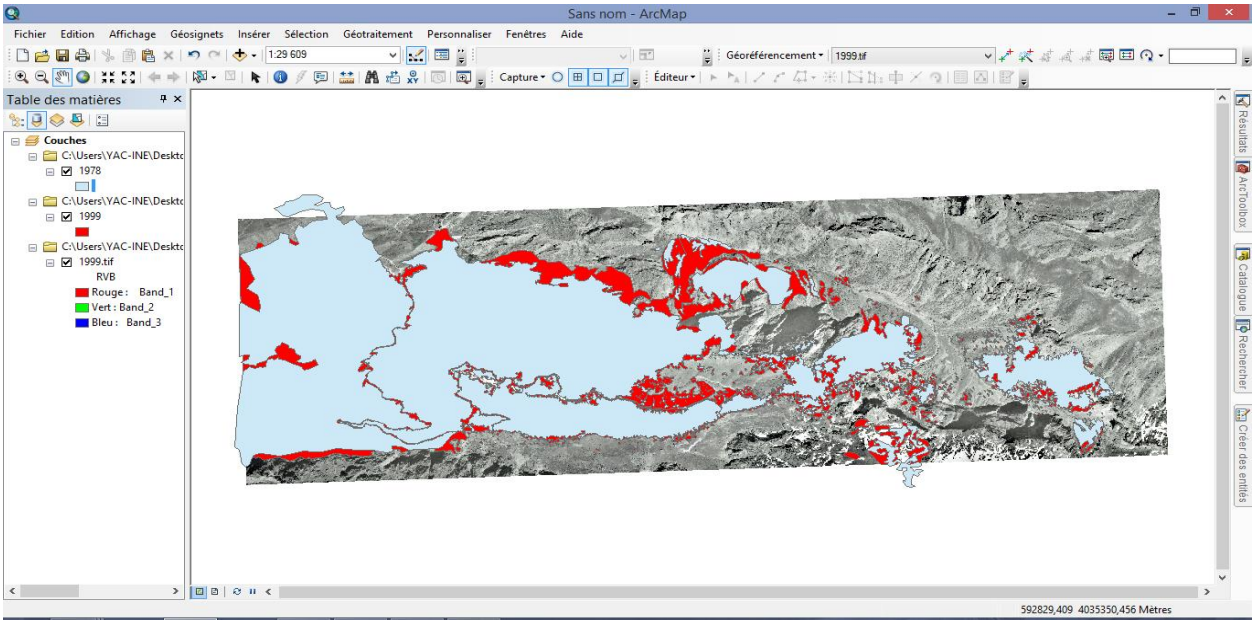


Figure 23 : Superposition des polygones représentant la cédraie de Tala Guilef

- Digitalisation des unités dynamiques, qui sont présenté comme la déférence apparente lors de la superposition des deux polygones issu de la digitalisation des deux années (1978 et 1999).

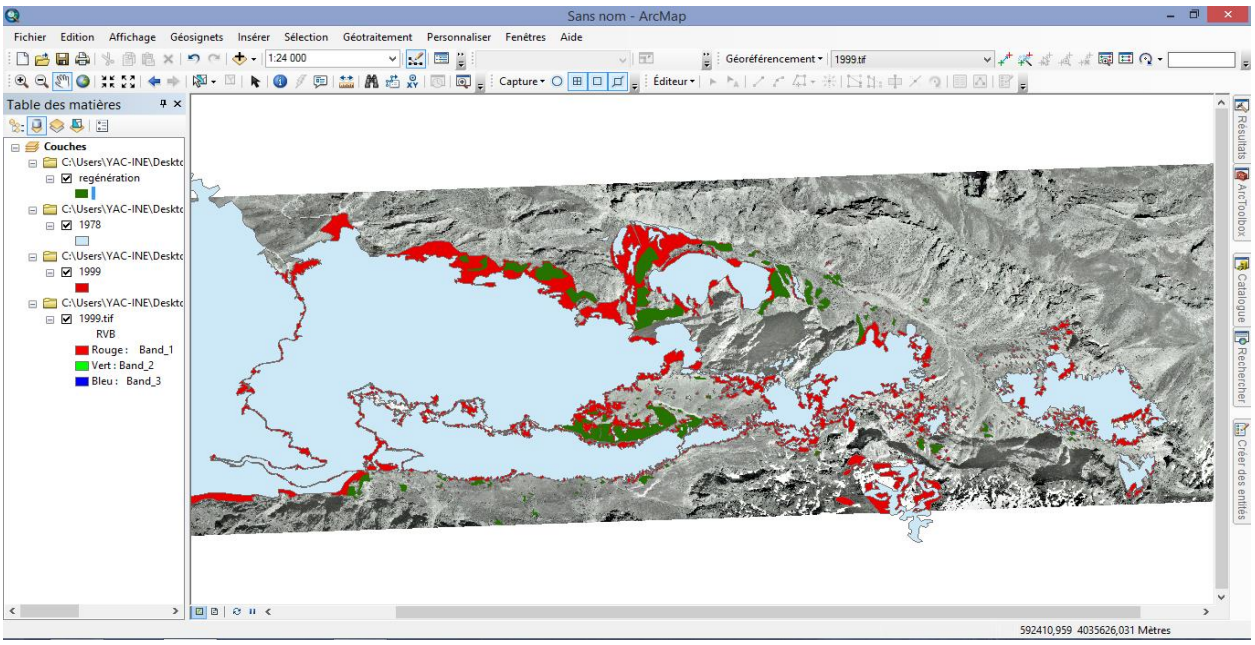


Figure 24 : Digitalisation des unités dynamiques dans la cédraie de Tala Guilef

- Utilisation du MNT Aster 30 mètres de Tala Guilef pour caractériser le terrain en dérivant la pente et l'exposition, et les convertir du format raster en points, puis extraction des valeurs de pente, altitude et exposition pour les unités de régénération.

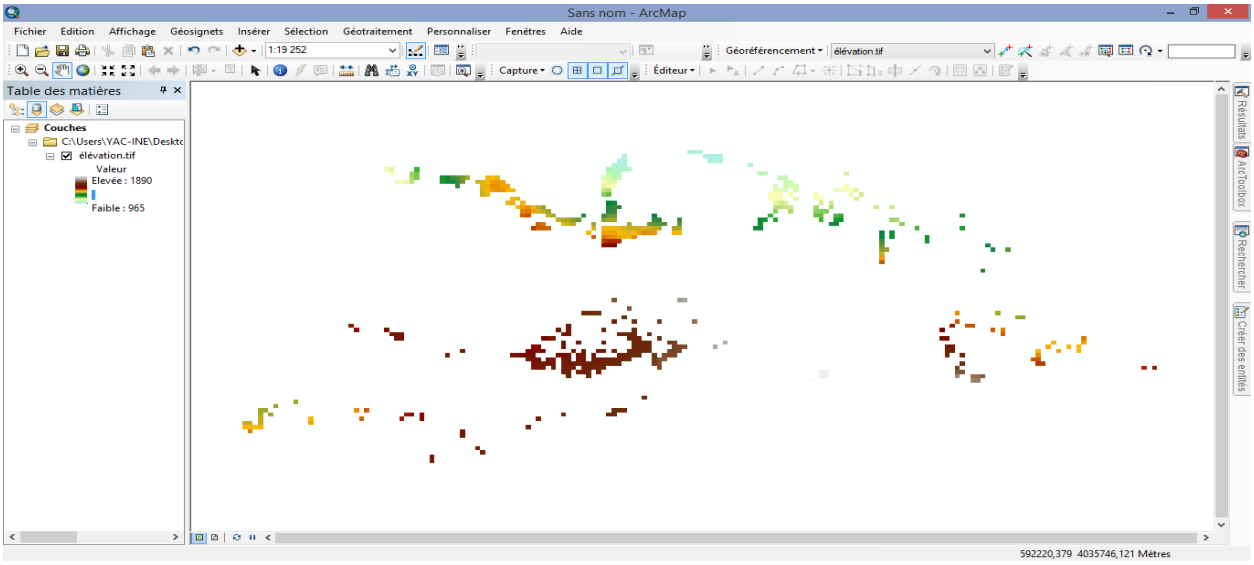


Figure 25 : Caractérisation du terrain et extraction des valeurs en utilisant le MNT

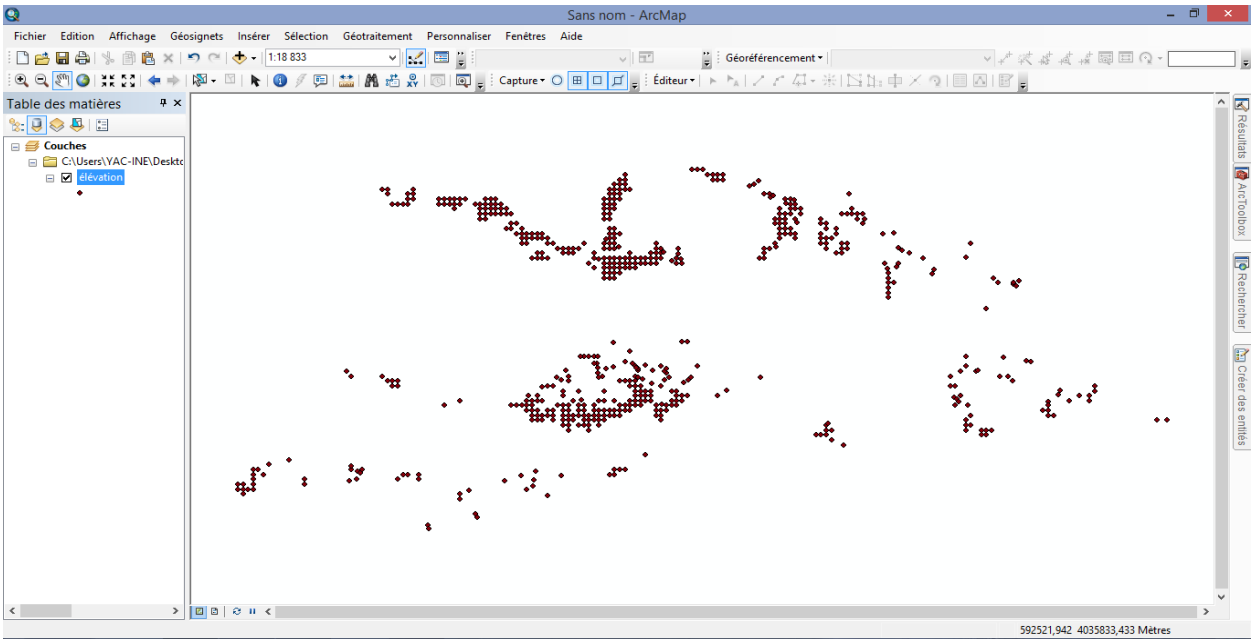


Figure 26 : Conversion des valeurs du format raster en points

- Exportation des tables attributaires des trois couches (pente, exposition et élévation) vers des fichier dbf, puis les importer sue Excel et les sauvegarder.

V. Traitements statistiques

- Faire des statistiques descriptives sur Excel pour les trois variables (pente, exposition et altitude) pour caractériser statistiquement les unités dynamiques de la cédraie de Tala Guilef.

Chapitre IV

Résultats et discussion

I. Résultats

I.1. Choix des photos aériennes :

Le choix des deux années des photos (1978 et 1999), était pour avoir la période diachronique la plus grande possible qui est de 21 ans, avec la même échelle 1/20000. Notre zone d'étude est couverte par 4 photos pour chaque année (figure 27), ce qui nous donne 8 photos en tout, sur lesquelles on vas faire nos prétraitements, afin d'avoir une seule photo mozaïque pour chaque année.

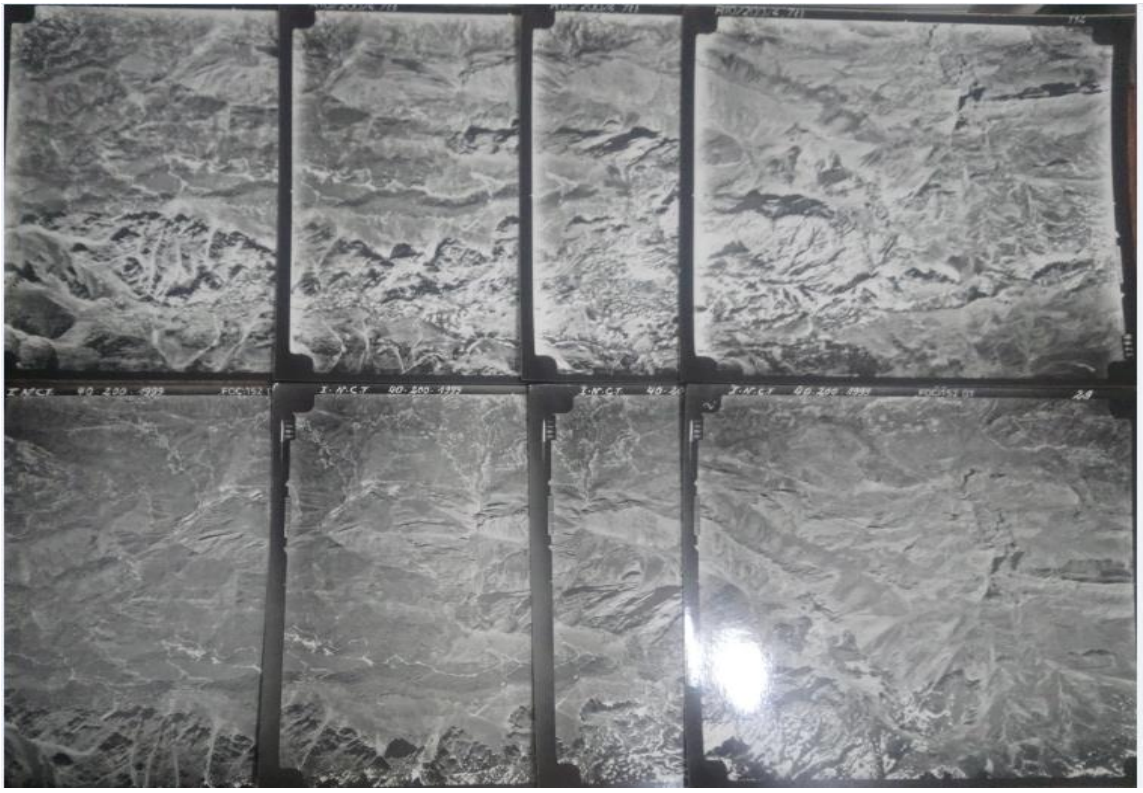


Figure 27 : Les photos aériennes utilisé dans notre étude

I.2. Prétraitements :

- L'étude stéréoscopique nous a permis de voir la dynamique globale du peuplement, et de définir les zones où y avais la dynamique à laquelle notre recherche s'intéresse, ces placettes sont présentées dans la figure 28, et représentantes des surfaces conquit par la régénération, cette dynamique se concentre essentiellement au niveau la périphérie de la cédraie.la vision stéréoscopique nous a permis aussi de constater une autre dynamique dans le peuplement qui est l'amplification de densité, on voie clairement qu'en 1978 on avait un peuplement ouvert avec des éclaircies, ainsi que les formations forestières dégradé (des maquis de chêne vert). Alors qu'en 1999 on a une formation forestière dense fermée avec peux d'éclaircie, et les maquis de chêne vert aussi ont repris et leurs densités a augmenté.

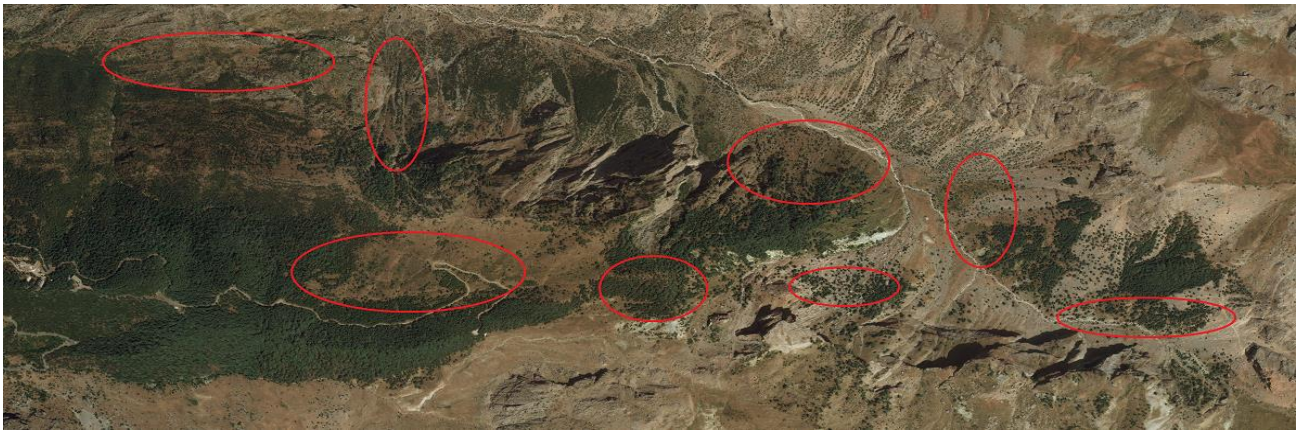


Figure 28 : Les zones présentant une dynamique définies par l'étude stéréoscopique

- Le traitement des photos scannées et rognées sur le logiciel Agisoft photoscan nous a donné deux orthophotos mosaïques en haute résolution, sous format « tiff », représentants l'intégralité de notre zone d'étude (figure 29 et 30)

Figure 29 : Photo mosaïque de l'année 1978 obtenu avec Agisoft photoscan

Figure 30 : Photo mosaïque de l'année 1999 obtenu avec Agisoft photoscan

I.3. Traitements sur logiciel SIG Arcgis :

- Après avoir géoréférencier nos photos Mosaïque, et digitalisé la cédraie de Tala Guilef pour les deux années (1978 et 1999), on a obtenu des polygones représentant cette occupation du terrain, que nous avons exporté sous forme de carte (figure 31), et pour lesquelles on a calculé la superficie qui est comme suite : 1978 = 743,5 hectares, 1999 = 780 hectares.

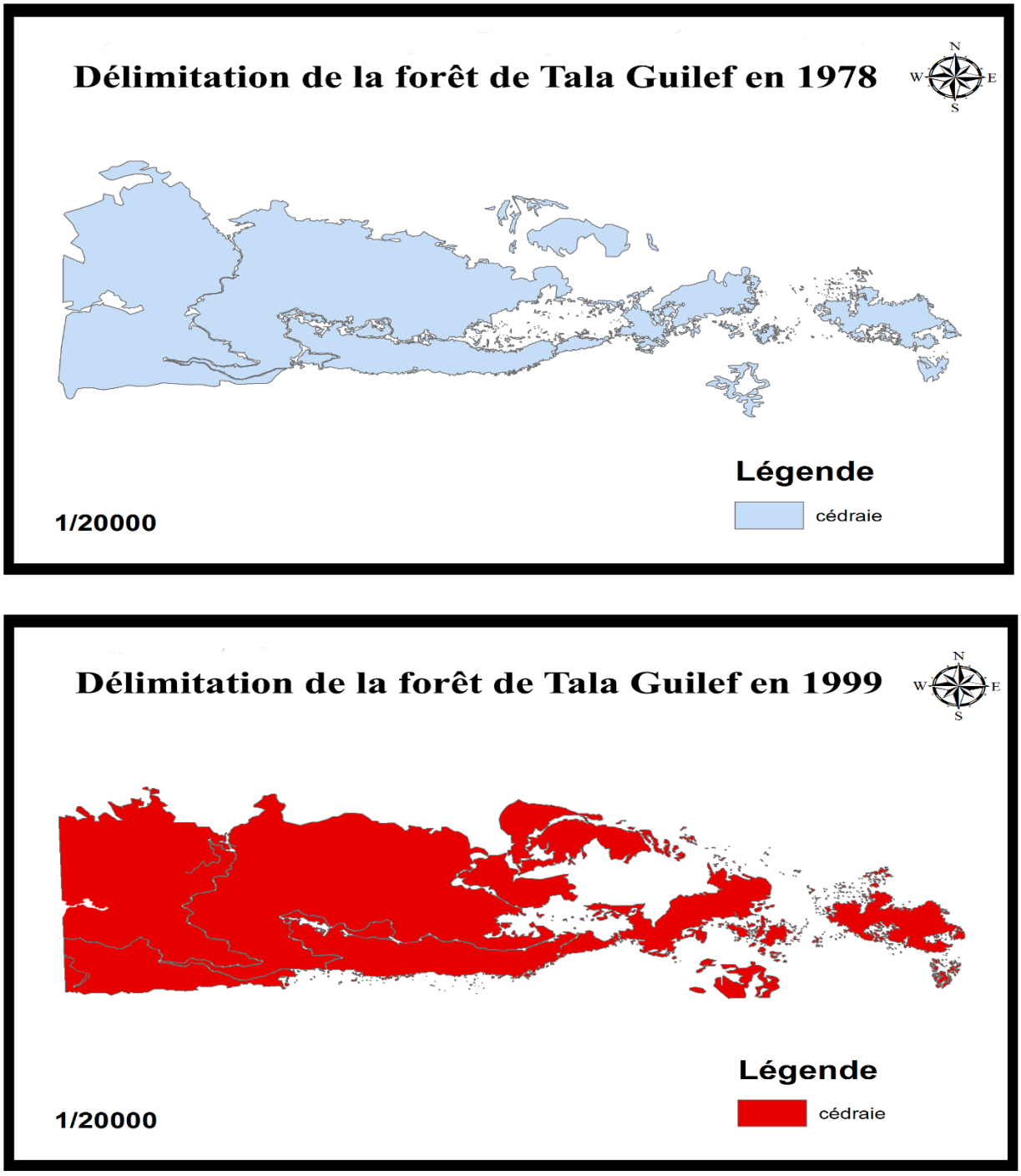


Figure 31 : Résultat de la délimitation de la forêt de Tala Guilef en 1978 et 1999

- Pour apercevoir la dynamique du peuplement, on a procédé à la superposition des deux couches digitalisé représentants le territoire occupé par la cédraie de Tala Guilef, pour les deux années (1978 et 1999), de façon à avoir la couche de 1999 sous la couche de 1978 comme le démontre la figure 30, qui nous indique une dynamique positive, qui est l'extension du territoire occupé par la cédraie de 1978 à 1999, qui apparait clairement comme la déférence entre les deux couches superposé, cette déférence est caractérisé par la couleur rouge apparente de la couche de 1999 (figure 32).

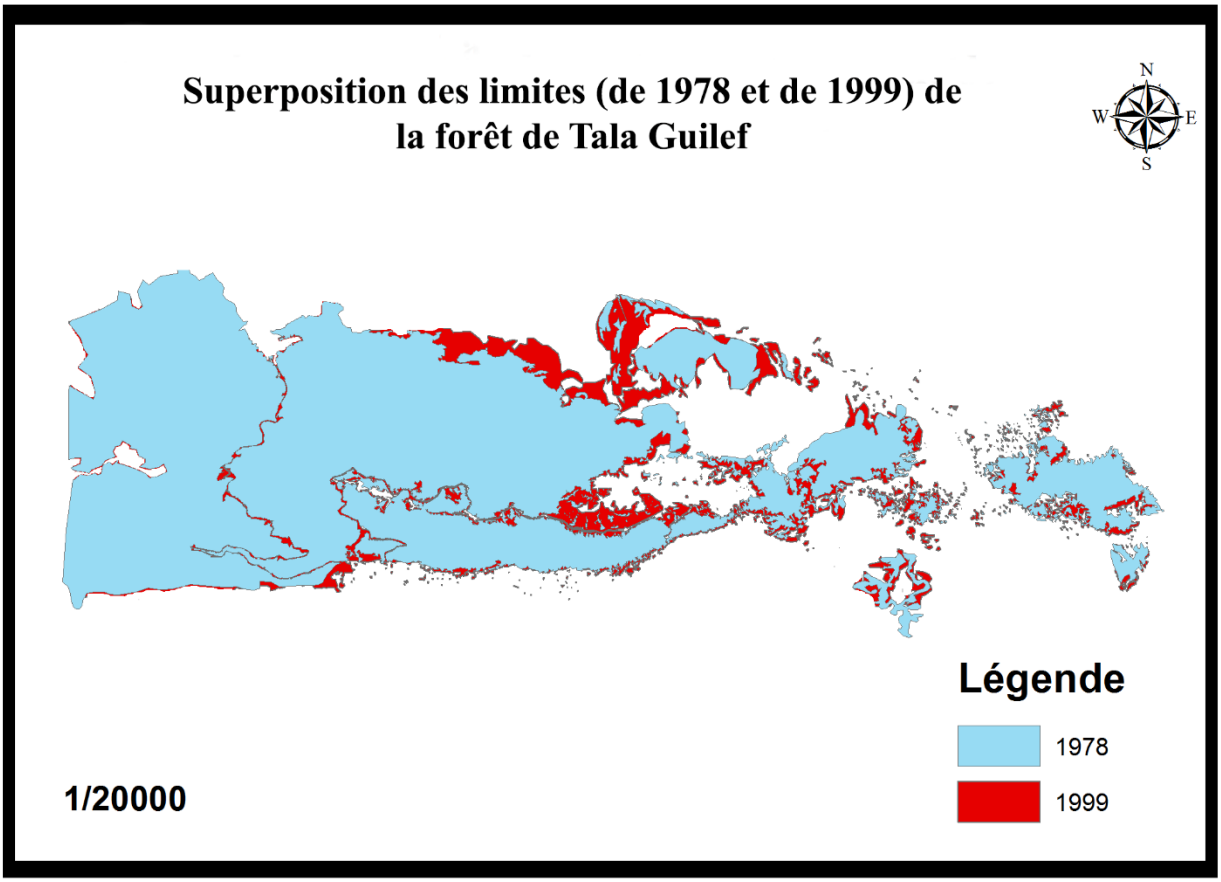


Figure 32 : Superposition des deux limites (de 1978 et de 1999) de la forêt de Tala Guilef

- La digitalisation des surfaces présentant l'avancement de la cédraie, nous a donné le polygone de la figure 33, d'une surface de 33.5 hectares ce qui représente un avancement de 4.5% de la cédraie de Tala Guilef par rapport à la surface occupé en 1978.

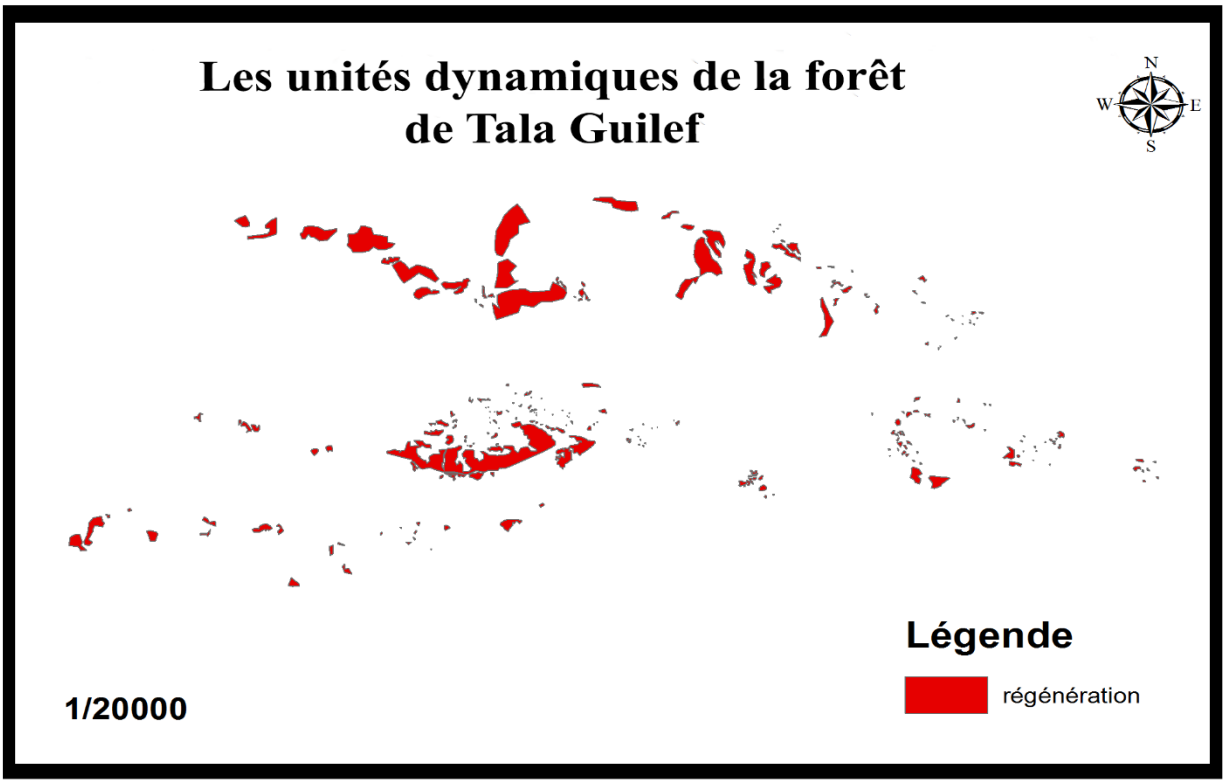


Figure 33 : Les unités dynamiques de la forêt de Tala Guilef

- En utilisant le MNT Aster 30 mètres de Tala Guilef, on a dérivé la pente, élévation et l'exposition (figure 34, 35 et 36), pour caractériser le terrain, et avoir les valeurs de pente, élévation et exposition sous forme de cartes avec des nuances de couleurs représentantes chaque une des valeurs tel que représenté sur les cartes des figures 34, 35 et 36.

- La conversion des trois rasters (pente, élévation et exposition) en points nous a donné les valeurs de ces trois facteurs, et chaque point signifie la présence de la régénération sur une surface de 30 x 30 mètres sur le terrain, qui est la surface d'un pixel sur le MNT, en tout on a obtenu 586 points.

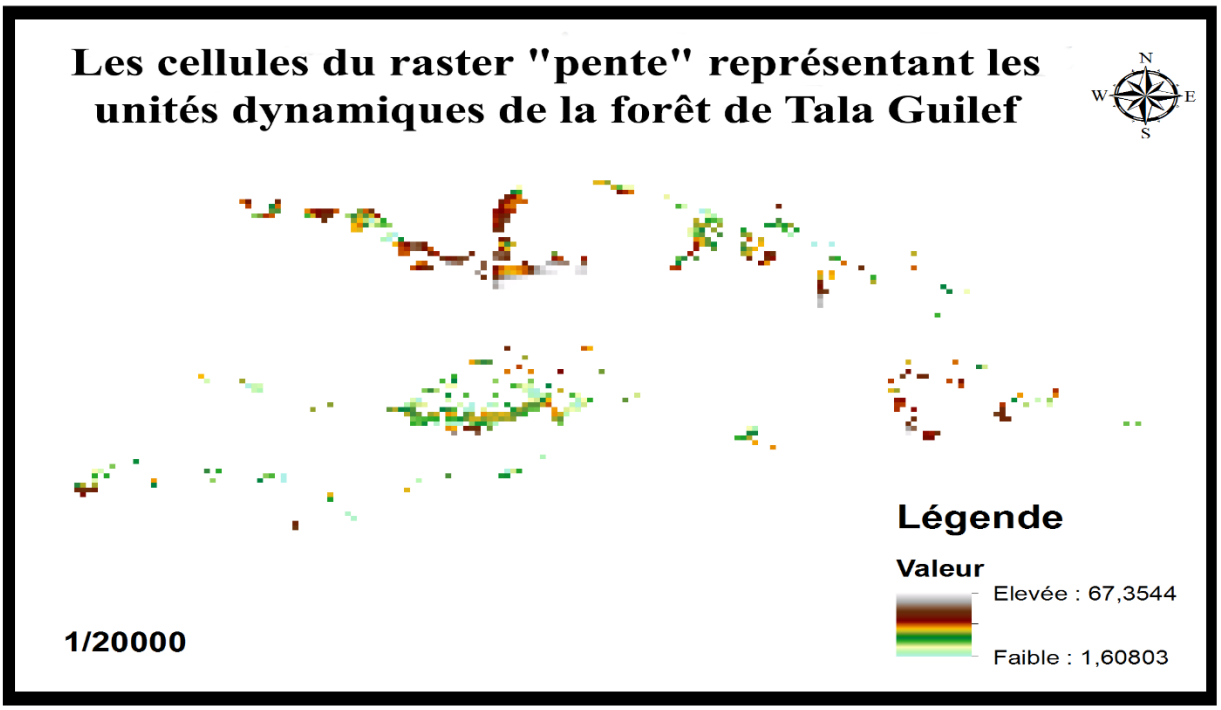


Figure 34 : Les cellules du raster "pente" représentant les unités dynamiques de la forêt de Tala Guilef

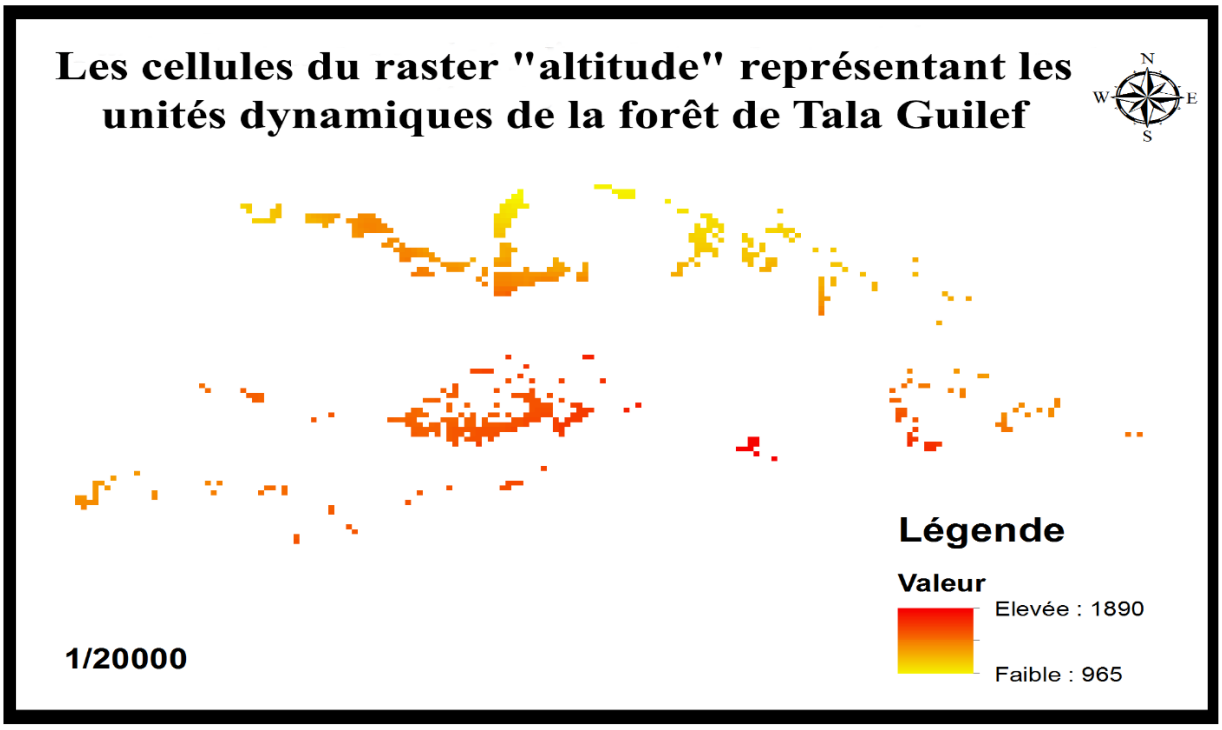


Figure 35 : Les cellules du raster "altitude" représentant les unités dynamiques de la forêt de Tala Guilef

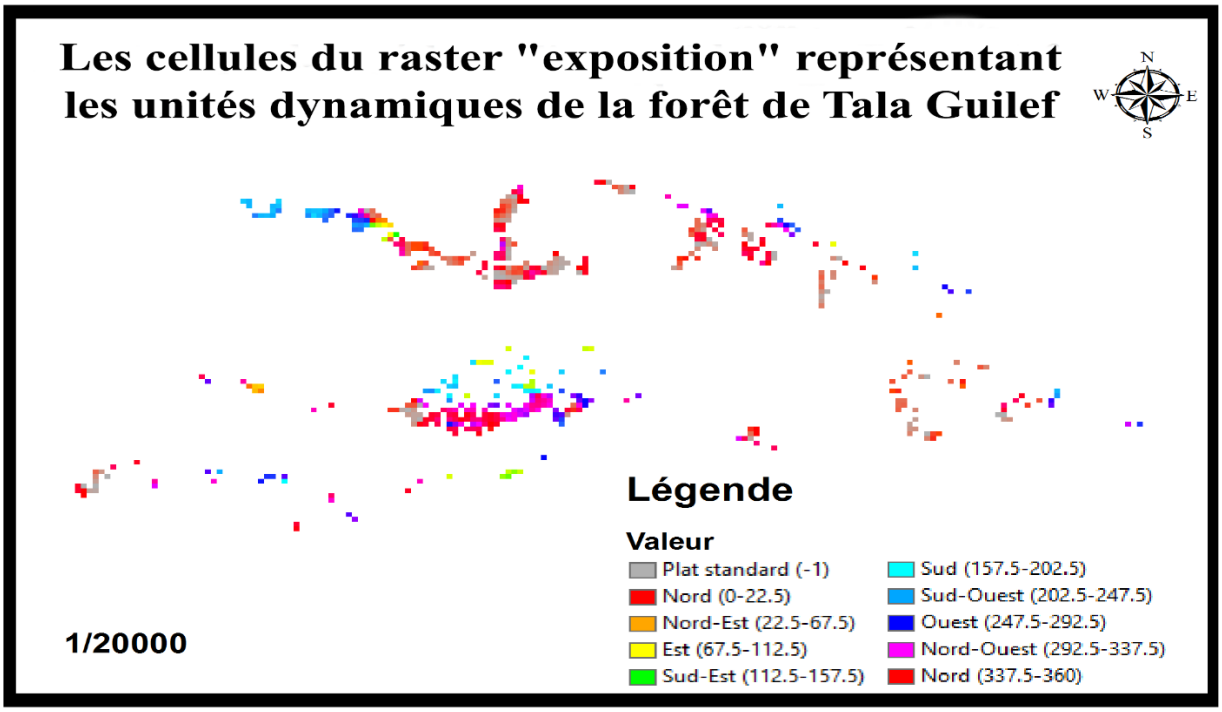


Figure 36 : Les cellules du raster "exposition" représentant les unités dynamiques de la forêt de Tala Guilef

I.4. Résultats statistiques :

- Les tables attributaires exporté à partir des fichiers points, nous ont donné les statistiques descriptives suivantes :

Pour l'altitude et la pente les deux tableaux ci-dessous résumant l'essentiel des résultats obtenu sur les valeurs altitudinales en mètres, et les degrés de pente en pourcentage.

Tableau : Récapitulatif des valeurs altitudinales, et degré de pente de territoire occupé par la régénération a Tala Guilef

	Altitude (m)	**Pente (%)**
Moyenne	**1356,63**	**27,93**
Ecart-type	**190,85**	**13,07**
Min	**965,00**	**1,61**
max	**1890,00**	**67,35**

A partir des valeurs obtenus nous avons construits des histogrammes représentatifs des valeurs altitude, pente et exposition de façon suivante :

Pour les altitudes, nous avons devisé les valeurs sur des classes altitudinales de 200 mètres, on a 5 classes (figure 37), la classe la plus représentatif est [1300-1500], qui présente le taux le plus élevé de points de présence, et la moins représentatif est la classe [1700-1900], qui ne présente que quelques points de présence de dynamique. A noté aussi, les deux classes [1100-1300] et [1500-1700] ont un taux de représentativité important.

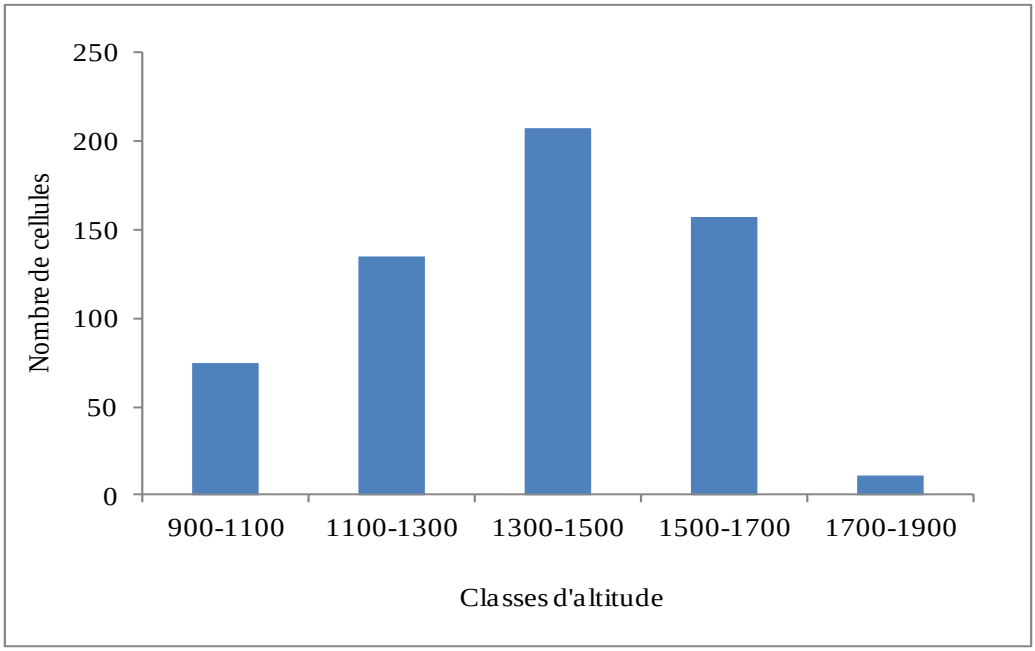


Figure 37 : Représentation en classes d'altitude des cellules caractérisant les unités dynamiques

Pour la pente, nous avons devisé les valeurs sur les classes de pentes suivantes [0-5] presque à niveau, [5-10] douce, [10-20] modérément raide, [30<] raide, on a 5 classes (figure 38). La classe la plus représentative est la classe raide [30<], qui présente le taux le plus élevé de points de présence, et la moins représentatif est la classe presque à niveau [0-5], qui ne présente que quelques points de présence de dynamique. A noté aussi, les deux classes [10-20] et [20-30] ont un taux de représentativité important.

Pour l'exposition, nous avons les valeurs des 8 classes d'expositions géographique (figure 39), l'exposition la plus représentatif est l'exposition nord, qui présente le taux le plus élevé de points de présence, et la moins représentatif est l'exposition Sud-Est, qui ne présente que quelques points de présence de dynamique, ainsi que l'exposition est aussi qui présente presque la même valeur que celle du Sud-Est. A noté aussi, les autres expositions (nord-est, sud, sud-ouest, ouest et nord-ouest) ont un taux de représentativité important.

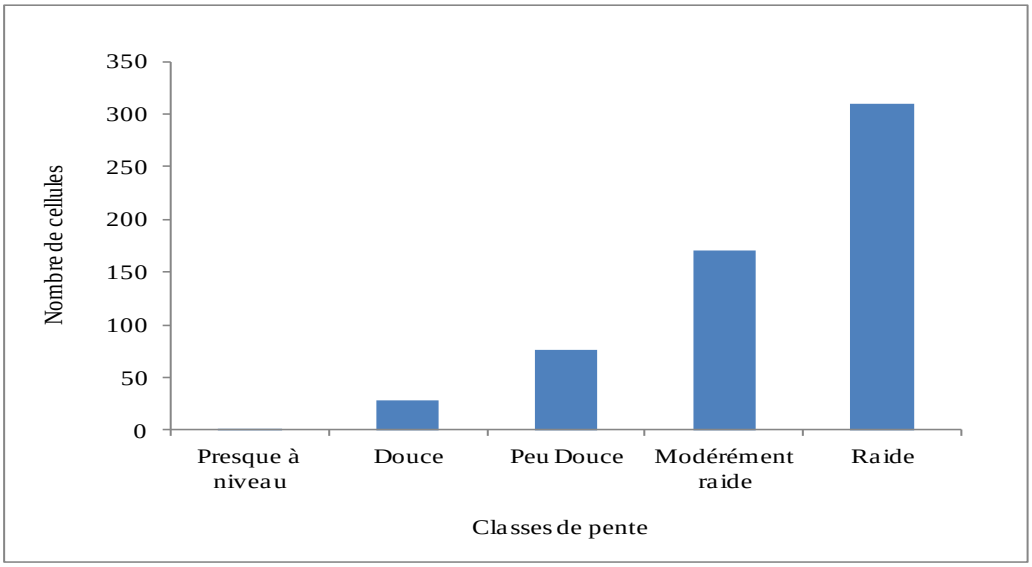


Figure 38 : Représentation en classes de pente des cellules caractérisant les unités dynamiques

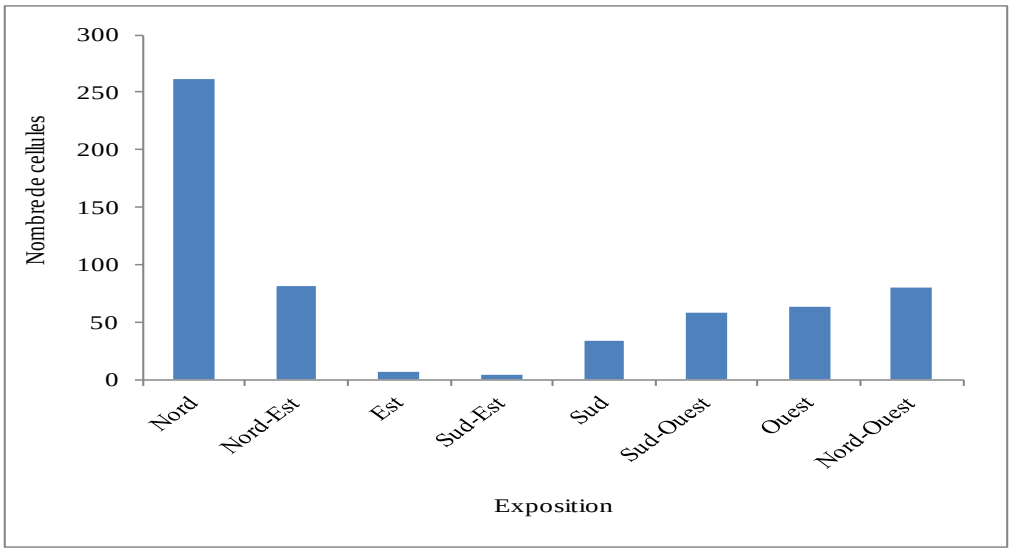


Figure 39 : Représentation en classes d'exposition des cellules caractérisant les unités dynamiques

II. Discussion générale

L'étude diachronique que nous avons réalisée sur la cédraie du Djurdjura nord-ouest (Tala Guilef) entre 1978 et 1999, nous a permis d'observer une dynamique positive de la forêt, présenté par la régénération qui a conquis des nouveaux territoires, cette dynamique a occupé une superficie estimée à 33.5 hectares, qui représente une évolution de 4.5% par rapport au peuplement existant en 1978. Ainsi que la densité de peuplement qui a évoluée, et que nous avons observé lors de l'analyse stéréoscopique, sans l'avoir quantifié.

Dans le cadre de ce travail, nous avons caractérisé cette dynamique par rapport à trois facteurs topographyques qui sont la pente, l'exposition et l'élévation, pour leurs influences directes sur la régénération de la cédraie, et pour la disponibilité de ces données.

Dans nos résultats, la distribution des cellules de régénération de la cédraie selon les classes altitudinales, nous renseigne que cette dernière se concentre plus sur la tranche altitudinale [1100-1700], qui est l'aire de la cédraie. C'est dans la partie haute de la cédraie étudiée que nous avons trouvé le maximum d'individus jeunes du peuplement (ces derniers étant presque absents dans la limite inferieure) selon Amirat (2016). D'après Harfouche & Nedjahi (2003), et Abdessamed (1981), l'étage de la cédraie commence à partir de 900 mètres sur le versant Nord sous des conditions propices, et à partir de 1600 mètres sur le versant Sud

L'action anthropique est l'un des problèmes majeurs que rencontre la cédraie, L'une des spécificités de ce massif, est d'avoir été l'objet, depuis la plus lointaine antiquité, d'une occupation humaine particulièrement dense (Derridj, 1990 ; Bensaid & al. 2006), l'homme a toujours utilisé le bois de la cédraie comme source d'énergie (chauffage), et jusqu'aux années cinquante du siècle dernier le bois de la cédraie était utilisé dans la charpenterie, ainsi que les troupeaux ovins, bovins et caprins qui broutent et saccagent les jeunes semis (Amirat, 2016), ce phénomène limite alors le renouvellement de la cédraie, mais cela se fait dans les surfaces presque de niveau, pas dans les terrains accidenté, qui sont difficile d'accès, soit pour l'homme ou pour ces troupeaux. Cela explique notre résultat concernant la distribution des cellules de régénération de la cédraie selon les classes de pente, qui se concentre sur les pentes raides et modérément raide loin de cette anthropisation. Aussi, dans les années soixante-dix des pistes forestières ont été ouvertes à l'intérieure de la cédraie de Tala Guilef, l'action qui a permis l'installation de la régénération sur les éboulis, le sol de déblaiement et le sol remués (Krouchi, 2010).

L'exposition joue un rôle très important dans la répartition des précipitations et des températures, et par conséquent de la cédraie, a mentionné Abdessemed (1990). En effet, les versants Nord sont plus humides par rapport aux versants Sud. En Algérie, les expositions Nord et Nord-Ouest sont non seulement bien arrosées mais également à l'abri des vents desséchants (Sirocco), et portent les plus belles cédraies en raison de leur humidité (khanfouci, 2005). Ce qui explique nos résultats à propos de la distribution des cellules de régénération de la cédraie selon les expositions, qui se concentrent sur l'exposition en grande majorité, puis nord-ouest et nord-est. Alors que les expositions ouest, sud-ouest et sud sont peu représentées sur le graphe, et pour l'exposition sud-est et est la distribution des cellules de régénération est presque nulle.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'étude diachronique de la progression de la cédraie dans la région du Djurdjura nord-ouest, montre qu'entre 1978 et1999, la couverture forestière a progressé de 33,5 ha, soit 4.5 % par rapport à la surface totale qu'elle occupait en 1978.

Cette étude a permis d'étudier, par SIG et télédétection, l'impact des facteurs stationnels : l'exposition, la pente et l'élévation, sur la dynamique forestière dans la cédraie du Djurdjura Nord-Ouest (Tala Guilef). L'utilisation de la télédétection et système d'information géographique nous a permis d'avoir des informations précises relatives à l'évolution spatiotemporelle de cette progression.

Dans l'ensemble, durant la période 1978-1999 au niveau de la région de Tala Guilef, nous avons constaté que même si la tendance générale de l'évolution de la cédraie était positive (33.5 ha/21 ans), due essentiellement à la diminution de l'anthropisation, après sa consécration parc national en 1983, et au sol de déblaiement après l'ouverture des pistes forestières qui est un milieu favorable à la régénération, il reste à faire le travail sylvicole et de protection, afin de préserver cette dynamique des risques à savoir les pathologies, les insectes ravageurs, les feux de forêt, l'exploitation illégale des ressources forestières,…etc.

La méthode utilisée dans cette étude, associe à la fois l'analyse, interprétation visuelle et les traitements numériques, est satisfaisante et. La base cartographique constitue un outil de gestion des unités de conservation et de suivi de l'évolution des couverts végétaux et de l'occupation du sol. Couplée aux systèmes d'informations géographiques (SIG), la télédétection apparaît comme un outil efficace à mettre à la disposition des gestionnaires, dans ce domaine, le travail réalisé constitue une première approche. Il a pour objectif de faire un suivi de l'évolution du couvert végétal dans la cédraie de Djurdjura Nord-ouest (Tala Guilef).

Au-delà de l'aspect pratique de cette étude, elle ouvre des pistes pour mener des projets d'aménagement et de réhabilitation du couvert végétal. Les données de télédétection exploitées dans le cadre de ce travail se sont avérées bien appropriées à la problématique abordée.

En termes de perspectives, il serait intéressant d'utiliser des images aériennes ou satellitaire à des résolutions plus élevées pour faire une analyse plus détaillée de la dynamique de la cédraie, à l'échelle de l'espèce. Faire d'autres études en utilisant d'autres facteurs stationels (variables climatique, sol, action anthropique...etc)

Cette étude a montré les possibilités d'analyser la dynamique de la cédraie dans le Djurdjura Nord-Ouest. À travers ce travail, nous avons montré l'état d'avancement de la végétation dans notre zone d'étude et avoir mis l'accent sur les principaux facteurs qui en sont responsables.

Références bibliographique

Références bibliographiques

1. **Abdelli, D**. 2011. Dénombrement, dendrométrie, cartographie et sex-ratio dioïque de Taxus baccata dans la cédraie de Tala-Guilef (Djurdjura Nord-Ouest). Mém Ing. UMMTO
2. **Abdessemed, K.** 1981**.** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica. Manetti*) dans le massif des aures et de belezma : étude phytosociologique, problème de conservation et d'aménagement. Thèse Doctorat. Fac. St. Jerome, Marseille. 199 P.
3. **Abdessemed, K.** 1990. Le cèdre dans les massifs de l'aures et du belezma (Algérie**).** Actes du symposium international sur le cèdre, Antalya, Turquie, P 129-143.
4. **Abed. D**. 1984. Contribution à l'étude de la végétation du versant sud de la réserve clôturée de Tala Guilef. Thèse. Ing. Agr.INA. Alger 85 p.
5. **Amirat, Y**, 2016. Analyse structurale de la cédraie en quelques points du Djurdjura nord-ouest (Thala-Guilef et Thabourth-El-Inser). Thèse Magister. Univ U.M.M.T.O. P 72
6. **Barbero, M., R. Loisel, F. Médail & P. Quézel**, 2001.-Signification biogéographique et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen. Bocconea, 13. P 11-25.
7. **Barbéro, Quézel, Rivas-Martínez**. 1981. Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. Phytocoenologia, vol. 9, n°3. P 311-412.
8. **Bellahcene O. Et Bensaad F.** 1990**.** Contribution à l'étude des relations sol-végétation de la partie nord du Djurdjura (région de Tala-Guilef). These Ing. Agro.Ummto. 89 P.
9. **Bensaid S. Gasmi A. Benhafied I.** 2006. Les forêts d'Algérie, de Césarée la romaine à ce jour. Marseille, France Assoc. For. Méd.,Tome XXVII - N°3
10. **Bentouati, 2008**, La situation du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (Algérie). Forêt méditerranéenne t. XXIX, n° 2, juin 2008. P 203-208
11. **Bonnet E**, initiation à la photo-interprétation, photographie aérienne.
12. **Bouheraoua, H.,** 1992**.** Contribution à l'étude phytosociologique et phytodynamique des groupements végétaux de la forêt du Djurdjura (Tala-Guilef, Djurdjura Occidental). Mém. Ing. Agro. Ummto.
13. **Boulerie, P**. 2008. Introduction à la télédétection, d'après les cours de "Olivier Joinville" ENSG. P 5.
14. **CPS**, 2011.guide d'initiation à la télédétection appliquée à la pêche hauturière de thonidés. Section développement de la pêche et secrétariat général de la communauté du pacifique. Nouméa, Nouvelle-Calédonie. P22.
15. **Dangermond, J**., Classification des éléments logiciels utilisés habituellement dans les système d'information géographique, fascicule n° 96 du comité français de cartographie, 1983. P 7-20
16. **Derridj, A**., 1990. Etude des pollinisations de *Cedrus atlantica* Manetti en Algérie. Thèse doctorat. Univ. Paul Sabatier, Toulouse. 288 p
17. **Didier M**. Utilité et valeur de l'information géographique. Ed. Economica, 1990. P 255.
18. **Dizier.J. L, Leo.O**. 1986. Télédétection : techniques et applications graphiques. Éditions forhom bdpa, Paris.
19. **Gaussen, H.** 1967**.** Les gymnospermes actuelles et fossiles. Trav. Lab. Forest. Toulouse, Vol.1, Fascicule VI.
20. **Harfouche & Nedjahi,** 2003. Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Bélézma et de l'Aurès à la recherche de peuplements semenciers et d'arbres plus. Biologie et écologie. P 113-122
21. **Hessas**, 2005. Evaluation cartographique et évolution diachronique par télédétection du risque

incendie de forêt. Simulation de la propagation du feu dans le bassin versant du Paillon, Nice, Alpes –Maritimes. Doctorat en Géographie Physique de l'Université Joseph Fourier. P 196-197, 218.
22. **Khanfouci, M.** 2005. Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre l'Atlas (*Cedrus atlantica* -Manetti) dans le massif de Belezma. Mémoire Mag. Dép. Agr. Batna. 249 p.
23. **Krouchi**., 2010. Etude de la diversité de l'organisation reproductive et de la structure génétique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en peuplement naturel Tala-guilef, Djurdjura Nord-Ouest, Algérie. Thèse Doctorat. Univ U.M.M.T.O. P 09
24. Laboratoire de cartographie appliquée - Élisabeth HABERT - IRD – 2000
25. **Madjour, K**, 2015. Régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica Manetti) au niveau du Parc National du Djurdjura (Secteur de Tala-Guilef). Thèse Magister. Univ U.M.M.T.O. P 78
26. **Maguire, Goodchild, Rhind**. 1991. Geographical Information Systems: Principles and Applications. vol 1, Longman, London. P 389-402.
27. **Marc Souris**. Les principes des systèmes d'information géographique, 2002. P11.
28. **Messaoudène M., tafer M., abderrahmani, Guibal F**. 2011. Le dépérissement du cèdre dans le Bélezma. Impact des changements climatiques. Com. Séminaire Inter. Sur le cèdre. Batna, 13-14 déc. 2011.
29. **Messaoudène et Rabhi, Megdoud, Sarmoum et Dahmani-Megrerouche**. 2013. Etat des lieux et perspectives des cédraies algériennes. Forêt méditerranéenne t. XXXIV, n° 4, décembre 2013. P 1-8
30. **Mhirit, O**, 1999. Le cèdre de l'atlas à travers le réseau Silva-mediterranea cèdre. Bilan et perspectives. Forêt méditerranéenne Tome XX, N°3 novembre 1999. P 91-99.
31. **Peduzzi, P**. 2009. Initiation à la télédétection. Notes du cours "satellites et applications".
32. **Quezel P. Barbero M.** (1990). Les forêts méditerranéennes, problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. Acta Botanica Malacitana, 15, P145-178.
33. **Quézel, P, F. Médail, R. Loisel & M. Barbero**. 1999. Biodiversité et conservation des essences forestières du bassin méditerranéen. Unasylva, 50. P 21-28.
34. **Quézel, Médail**. 2003. Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, p517.
35. **Sanda Gonda, H**. 2010.Cartographie de la dynamique de l'occupation des sols et de l'érosion dans la ville de Niamey et sa périphérie.thèse maitrise. UAB. P62
36. **Seltzer. P**. (1946). Le climat de l'Algérie. Vol 1. P 219
37. **Yahi. N, Djellouli. Y.** 2008. Diversités floristique et biogéographique des cédraies d'Algérie. Acta Bot. Gallica, 2008, 155 (3). P 389-402.
38. **Yahi. N, Djellouli. Y.** 2010. Groupements forestiers et préforestiers à *Cedrus atlantica* Manetti d'Algérie : état des connaissances et dynamique des syntaxons. Rev. For. Fr. LXII. P 309-3016
39. **Yahi-Guenafdi**, N. 2007. Les cédraies d'Algérie : Phytoécologie, phytosociologie, dynamique et conservation des peuplements. Thèse Doctorat en Ecologie Végétale, USTHB. P 32.

Sites internet

40. www.cdig-var.org
41. http://www.agisoft.com/
42. https://www.supinfo.com/articles/single/7078-systeme-information-geographique
43. https://slideplayer.fr/slide/1305793/
44. https://docplayer.fr/11216615-Cours-integre-photo-interpretation-3-eme-annee-licence-fondamentale-en-geographie.html

Résumé

La cédraie de Djurdjura nord-ouest (Tala Guilef) représente un ensemble phytogéographique très remarquable du point de vue de sa végétation forestière qui à était l'objet de plusieurs études et travaux. Notre travail vient compléter ces derniers par une étude de sa dynamique, en adoptant une méthode basée sur les SIG, la télédétection et de cartographie, en utilisant des photos aériennes de 1978 et 1999 et un ensemble de matériels et logiciels adéquat pour cette étude, on ayons pour objectif de mettre en évidence l'ampleur de changements du couvert forestier entre 1978 et 1999 par rapport à des facteurs topographiques du terrain (pente, élévation et exposition). Celle-ci, a permis l'estimation de la dynamique de progression de la cédraie de Djurdjura Nord-ouest, et les facteurs aient contribué à cette dynamique. Cette étude ouvrir des pistes pour mener des projets de modélisation, d'aménagement et de réhabilitation de la cédraie de Tala Guilef.

Mots clés : cédraie, Djurdjura nord-ouest, Tala Guilef, dynamique, SIG, télédétection, cartographie, facteurs

Summary

The north-western Djurdjura (Tala Guilef) cedar forest represents a very remarkable phytogeographical complex in terms of its forest vegetation, which has been the subject of several studies and works. Our work complements these with a study of its dynamics, adopting a method based on GIS, remote sensing and mapping, using aerial photographs from 1978 and 1999 and a set of hardware and software suitable for this study, our objective is to highlight the extent of changes in forest cover between 1978 and 1999 in relation to topographical factors of the terrain (slope, elevation and exposure). This made it possible to estimate the dynamics of the progression of the north-western Djurdjura cedar forest, and the factors contributed to this dynamic. This study opens up doors for conducting projects to model, develop and rehabilitate the Tala Guilef cedar forest.

Keywords: cedar forest, Djurdjura Nort-hwest, Tala Guilef, dynamics, GIS, remote sensing, mapping, factors