REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie

Par :

Mr HASSANI HOCINE

Thème :

APPORT DE LA TELEDETECTION AU SUIVI SPATIO TEMPOREL DE LA VEGETATION DU PARC NATIONAL DE CHRÉA

Soutenu publiquement le : 13/09/2018., Devant le jury composé de :

Président	Mr BELHADJ Hichem	Univ. Médéa	Grade : MAA
Examinateur	Mr GHENNAM Kamel	Univ. Médéa	Grade : MCB
Examinateur	Mme KHOUDIR Samia	Univ. Médéa	Grade : MAA
Promoteur	Mr. AIT HAMMOUDA T.	Univ. Médéa	Grade : MAA

Année universitaire 2017/2018

Résumé :

Titre : Apport de la télédétection au suivi patio temporel de la végétation du Parc national de chréa

La cartographie de la végétation et le recensement des espèces existantes et leurs états sanitaires, et l'une des anciennes taches que les pouvoirs publiques et scientifique ont amené pour la gestion rationnelle des ressources naturelles.

Notre étude consiste à faire une évaluation du suivi spatio-temporel du tapis végétal par la télédétection dans le parc national de chréa. qui se situe à 35 km au sud de la capital Alger, il repose sur une superficie de 26587 ha.

Pour réaliser notre travail nous avons utilisé deux images LANDSAT de l'année 2000 et 2018, on a procédé aux différents traitements après collecte du maximum d'information sur la zone d'étude. Des sorties de terrains ont été réalisé pour orienter la classification supervisée et limité les erreurs d'interprétation. La comparaison entre les deux cartes d'occupation du sol de 2000 et 2018 résultante des traitements, nous a conduit à conclure qu'il y a une régression du couvert végétal dans certaine classe forestière. Certaines formations et espèces végétale non pas ressortie dans nos résultats à cause de leurs signatures spectrales confuses.

A la fin nous avons conclu que la télédétection est un moyen d'analyse très rapide mais pas complet, ils restent a utilisé des images de l'hyper spectral et d'autre ressources pour pouvoir étudier tous les types de formation végétale.

Mot clé : *Cartographie, Parc, SIG, Télédétection, ENVI, NDVI, Analyse En Composantes Principales, Classification supervisée,*

Abstract

<u>Title</u>: Provision of remote sensing to spatial temporal follow-up of the vegetal carpet in the national park of Chrea.

The mapping of vegetation and the identification of existing species and their health conditions, is one of the old tasks that the public and scientific authorities have brought for the rational management of natural resources

Our study consists of an evaluation of the spatial-temporal monitoring of the vegetal carpet by remote sensing in the national park of chrea. which is located 35 km south of the capital Algiers, it rests on an area of 26587 ha.

To carry out our work we used two LANDSAT images of the years 2000 and 2018, we carried out the various treatments after collecting the maximum of information on the study area. And we have make outputs of grounds controls to guide supervised classification and to limit interpretation errors. The comparison between the two land cover maps of 2000 and 2018 resulting from the treatments, led us to conclude that there is a regression of the vegetation cover in certain forest class. Some formation and plant species not emerged in our results because of their confused spectral signatures.

In the end we concluded that remote sensing is a very fast analyze tool, but not complete means of analysis, they use hyper spectral images and other resources to study all types of plant formation.

Keyword*: Mapping, Park, GIS, Remote sensing, ENVI, NDVI, Principal Component Analysis, supervised Classification*

ملخص:

عنوان المذكرة : فعالية الاستشعار عن بعد في المتابعة الزمنية المكانية للغطاء النباتي في الحضيرة الوطنية للشريعة

اعداد خرائط الغطاء النباتي وتحديد الأنواع الموجودة فيها وظروفها الصحية، هي أحد المهام القديمة التي وضعتها السلطات العامة والعلمية من أجل الإدارة الرشيدة للموارد الطبيعية.

تمثل دراستنا في تقييم الحاصل للرصد الزماني والمكاني للغطاء النباتي عن طريق الاستشعار عن بعد في الحضيرة الوطنية للشريعة. التي تقع على بعد 35 كم جنوب العاصمة الجزائر ، و هي تتربع على مساحة 26587 هكتار.

للقيام بعملنا استخدمنا صورتين للقمر الصناعي LANDSAT لعامي 2000 و 2018 ، قمنا بتنفيذ العديد من العلاجات بعد جمع الحد الأقصى من المعلومات في منطقة الدراسة. تم إجراء رحلات ميدانية للحد من أخطاء المعالجة و لتوجيه التصنيف الخاضع للإشراف. أدت المقارنة بين خرائط شغل الأراضي لعامي 2000 و 2018 الناتجة عن المعالجات لصور القمر الصناعي، إلى استنتاج أن هناك تقلص للغطاء النباتي في فئات معينة من الغابات دون اخرى. و نشير الى ان بعض الأنواع او التكوينات النباتية لم تظهر في نتائجنا بسبب رسومها الطيفية المتشابهة.

في النهاية ، خلصنا إلى أن الاستشعار عن بعد هو وسيلة تحليل سريعة للغاية ولكنها ليست كاملة ، لذى يجب استخدام تكنولوجيا صور الفوق طيفية وموارد أخرى لدراسة جميع أنواع التكوينات النباتية.

كلمات مفتاح: رسم الخرائط ، حضيرة وطنية ، نظم المعلومات الجغرافية ، الاستشعار عن بعد ، ENVI، NDVI، تحليل العناصر الرئيسية ، التصنيف المتابع

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A

Mon père Martyr du devoir que dieu ait son âme

Ma chère mère pour ces sacrifices, son affection et sa compréhension

Mon Epouse pour son Amour et sa fidélité

A mes chers frères

A mes chères sœurs

A toutes celles et à tous ceux qui m'aiment

HASSANI HOCINE

Remerciement

Je remercie le bon Dieu tout puissant de m'avoir donné le temps, le moral, la force, le courage et la santé afin d'accomplir ce travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude à tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont aidé pour m'accomplissement de ce travail.

En premier lieu, mes plus sincères remerciements et reconnaissances vont spécialement à mon promoteur Mr AIT HAMOUDA Taher pour la qualité de son encadrement et de m'avoir dirigée et orientée avec ses précieux conseils.

Mr BELHADJ Hichem qui m'a fait l'honneur de présider le jury et donner son appréciation à ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à Mr GHENNAM Kamel et M^{me}. KHOUDIR Samia qui m'ont fait l'honneur en acceptant d'examiner ce travail.

Je remercie l'ensemble des enseignants de ma promotion de master 2 écologie et mes camarades pour la bonne ambiance qui régner pendant les cours et les travaux.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, qui m'ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

HASSANI HOCINE

SOMMAIRE

Introduction générale 5
Problématique 6
Méthode de travail 7

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE I : Forêt, Aires protégées et Parcs Nationaux en Algérie 9
I. ETAT DES LIEUX DE LA FORÊT ALGERIENNE : 9
I.1 La foret Algérienne : 9
I.2 Caractéristiques des formations forestières: 10
I.3 Nature juridique des forêts : 12
II. AIRE PROTEGEE ET PARCS NATIONAUX : 12
II.1 Aire protégée : 12
II.2 Parc national : 12
II.3 Catégories d'aires protégées : 12
III. IMPORTANCE ET INTERET DES AIRES PROTEGEES 13

CHAPITRE II : DESCRIPTION DU PARC NATIONAL DE CHRÉA 15
I. MILIEUX PHYSIQUE 15
I.1 Localisation : 15
I.2 Synthèse Climatique : 19
I.3 Hydrographie : 21
I.4 La géologie 22
II. MILIEU BIOLOGIQUE : 23
II.1 La flore : 23
II.2 La faune : 23

DEUXIEME PARTIE

CHAPITRE III : NOTIONS GENERALES SUR LES SIG ET LA TELEDETECTION 26
I. SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE : 26
I.1 Définition : 26
I.2 Démarche pour l'élaboration d'un SIG : 27
II. TELEDETECTION : 29
II.1 Définition : 29
II.2 Signatures spectrales des principales surfaces naturelles : 29

III. IMAGES SATELLITAIRES 33
III.1 La notion d'image : 33
III.2 La notion de résolution spatiale : 34
III.3 La notion de résolution spectrale : 34
III.4 La notion de résolution radiométrique : 35
III.5 La notion de résolution temporelle : 35
III.6 La notion de bandes : 35

Chapitre IV MATERIEL ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL 37
I. MATERIEL : 37
II. METHODES : 41
II.1 PRETRAITEMENT : 42
II.2 TRAITEMENT 45
II.3 TRAITEMENTS PROPREMENT DITS : 47
II.4 Evaluation des changements dans le temps : 50

TROISIEME PARTIE

Chapitre V RESULTATS ET DISCUSSION 54
I. Prétraitement : 55
I.1 Amélioration de la qualité des images : 55
I.2 Filtre : 56
I.3 Composition Colorée : 57
I.4 Analyses en composantes principales : 58
II. TRAITEMENT ; 59
II.1 INDICE DE VEGETATION NORMALISE : 59
II.2 INDICE DE BRILLANCE : 65
III. TRAITEMENT PROPREMENT DIT : 66
III.1 CLASSIFICATION NON-SUPERVISEE : 66
III.2 CLASSIFICATION SUPERVISEE : 67
IV. Evolution, de la végétation entre la période de 2000 à 2018 : 79
V. CONCLUSION : 80
CONCLUSION GENERALE 81
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 83
ANNEXE **90**

Liste des Tableaux

Tableau 1: Consistance de la forêt Algérienne 10

Tableau 2 : Superficie forestière national par classes.....11

Tableau 3: Répartition des forêts Algériennes par nature juridique 12

Tableau 4 : Répartition communale de la superficie du territoire du parc national de Chréa.....18

Tableau 5: Températures moyennes, minimales et maximales ainsi que les quantités de précipitations en mm de 1990 à 2015 (ONM 2015) 19

Tableau 6 : Caractéristiques des satellites LANDSAT.....31

Tableau 7 :Caractéristiques des bandes du LANDSAT 7 32

Liste des figures :

Figure 1 Carte représentative de la répartition des forêts en Algérie (BNEDER, 2007) 10

Figure 2 : Vue panoramique des hauteurs de Chréa.....16

Figure 3 : Carte de localisation du Parc National de Chréa 17

Figure 4 : Représentation graphique de la répartition de la superficie géographique du PNC.....18

Figure 5 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) de la région d'étude. Période (1990- 2015).....20

Figure 6 : Position de la station de Chréa sur le Climagramme d'Emberger pour la période 1990-2015.....20

Figure 7 : Carte du réseau hydrographique du PNC 21

Figure 8 : Carte hydrogéologique du PNC.....22

Figure 9 : Schéma opérationnel d'un SIG.....26

Figure 10 : Quelque outil indispensable pour la réalisation d'un SIG 27

Figure 11 : Représentation des différentes étapes d'un SIG.....28

Figure 12: Signatures spectrales des principales surfaces naturelles 29

Figure 13 :Visualisation de la scène au niveau de gris de l'image satellitaire.....42

Figure 14 :Diffèrent possibilité pour le calibrage de l'image satellitaire qu'offre l'interface ENVI.43

Figure 15 : Etalement dynamique de l'image satellitaire sur les pixels.....44

Figure 16 : Barre d'outil sur ENVI pour exécution des Filtres.....44

Figure 17 : Interface ENVI pour réaliser les différents Classification des images satellitaire 48

Figure 18 : Interface ENVI pour vectorisé les parcelles d'entraînement qui vont servir à la classification supervisée.....49

Figure 19 : Diagramme résumant toutes les phases de traitement jusqu'aux résultats final.....52

Figure 20 : Interface ENVI pour l'application de plusieurs type de rehaussement sur une image...55

Figure 21 : Application d'un filtre passe Haut pour l'image Landsat 5 TM 4.....57

Figure 22 : Réalisation d'une composition colorée à partir des Bande TM4 dans le rouge TM3 dans le vert et Le TM1 dans le Bleu.....57

Figure 23 : Image résultante du procédé Analyse en composante principales sur l'image de la composition colorée de la zone d'étude 58

Figure 24 : Histogramme des pixels de l'image généré par L'ACP de la région d'étude 58

Figure 25: NDVI de la zone Ouest du Parc National de chréa d'après l'image Landsat de 2000 60

Figure 26 : Image de L'NDVI des Parcelles de Culture autour de la ville de Mouazaïa.....60

Figure 27 : Présentation du NDVI de la ville de Blida et les pied mont de Chrea.....61

Figure 28 : Histogramme de l'NDVI du PNC le 04 Mars 2000 62

Figure 29 : Histogramme de l'NDVI du PNC le 07 Avril 2018 63

Figure 30 : Image de l'indice de végétation normalisé du PNC du 04 mars 2000.....64

Figure 31 : Image de l'indice de végétation normalisé du PNC du 07 avril 2018.....64

Figure 32 : Histogramme de l'indice de brillance appliqué suer l'image de 2000 65

Figure 33 : Comparaison entre les deux image du NDVI des année 2000 à droite et celui de 2018 à gauche.....66

Figure 34 Image résultante de la Classification Non supervise de la zone d'étude 67

Figure 35 :Localisation des relevés floristique de terrain sur Google Earth.....68

Figure 36 : Superposition du néo Canal du NDVI sur Google Earth pour réaliser la classification supervisée.....69

Figure 37 : Mosaïque de fenêtre d'une même région du visible à gauche au proche infra-rouge au milieu et le NDVI à droite.....70

Figure 38 : Signature spectral de la classe bâtis de l'image LANDSAT 71

Figure 39 : Signature spectral du lit d'oued de Chiffa sur les Bande de LANDSAT 71

Figure 40 : Signature spectral d'un verger d'orange image LANDSAT 8 72

Figure 41 Carte d'occupation des sols du PNC dans l'année 2000 78

Figure 42 : Superposition de carte d'occupations des sols de l'année 2018 sur Google Earth.....78

Figure 43 : Carte d'occupation des sols du PNC année 2018 78

Figure 44 ; Pourcentage des superficies des classes choisies d'occupation du sol de la zone d'étude pour l'année 2000 et 2018.....80

Liste des abréviations

BNEDER Bureau National des études et du développement rural

DGF Direction générale des Foret

INRF Institue Nationale de la recherche Forestière

IFN Inventaire forestier national

MAB Man And Biosphère, Programme l'Homme et la Biosphère

NDVI : Normalised Difference Vegetation Index.

PNC Parc National de Chréa

Q2 : Quotient pluviométrique

SIG Système d'information géographique

;

Introduction générale

La forêt est une richesse nationale d'une valeur inestimable protéger par la constitution dans son article 4 et par la lois 84/12 portant régime générale des forêts, elle représente le réservoir naturel de la biodiversité et des ressources naturelles sur le plan faunistique et floristique.

En 1830, l'Algérie comptée une superficie forestière avoisinante des 5 millions d'hectares. Aujourd'hui, cette superficie s'est rétréci à 4.1 millions d'hectares, dont 1.3 millions d'ha de forêt naturelle **(FAO, 2000)**. La gestion de ces milieux naturelles est une des tâches difficiles à concrétiser par les pouvoirs publics d'une part et les groupes scientifiques et de recherche d'une autre part. Sa préservation son utilisation rationnelle, sa protection contre les feux et les maladies reste des enjeux et défis que les gestionnaires essayent de contrer chaque jour.

Selon **PERENNOU et al, 1996 in AKLI, 2008,** l'augmentation de la valeur patrimoniale des milieux naturel consiste à maintenir des activités traditionnelles des riverains avec des techniques modernes. Surveiller l'évolution du milieu naturelle afin d'entretenir ou de modifier l'équilibre écologique en fonction des objectifs précis de conservation.
Dans cette objectif la création de zones protégées considérées comme réserves de biosphère a été la meilleure solution pour consolider trois axes de développement primordiaux qui sont :

- Obtenir une meilleure gestion en matière de protection et de développement des milieux naturelles.
- Obtenir une satisfaction sur le plan des besoins socio-économique du pays.
- Obtenir une meilleure coopération scientifique internationale.

Dans ce travail on a pris le parc National de CHRÉA comme zone d'étude puisqu'il est classé comme réserve de biosphère, influencé par plusieurs facteurs d'ordre naturel et humaines qui menacent sa pérennité et son existence.

Ce Parc donc est un grand laboratoire scientifique qui peut servir à tirer des leçons dans la gestion future du patrimoine forestier en général toute en assurant la pérennité de la biodiversité et du patrimoine génétique pour les générations futures et pour le monde entier.

Problématique

La préservation des aires de biosphère et des sites classé et l'une des priorités du pays, le parc national de Chréa est caractérisé par sa belle cédraie qui culmine à 1600 m d'altitude avec des sujets centenaires d'If d'Erable et de Houx; sur le plan faune le singe magot est l'une des espèces endémiques de l'Algérie présente en grande population peuplant les gorges et les cascades impressionnantes de la CHIFFA.

Du point de vu superficie le PNC est le quatrième parc national en Algérie après ceux de Tassili, de l'Ahaggar et d'El Kala avec une superficie de **26 587 ha.**

Ce parc comme les autres étendus de biosphère subie une grande pression anthropozoïque en matière de destruction de la faune et de la flore. La fréquence des feux de forêts qui ne cesse d'augmenter, le projet de la réalisation d'une autoroute CHIFFA, BERROUAGUIA sur la RN 1, les carrières installées à l'intérieur de la zone protégée et périphérique qui utilisent des explosifs pour l'extraction du gravier et des granulats, détruisent les niches écologiques et les milieux naturels de plusieurs espèces en voie de disparition. Les cultures et les pratiques agricoles inappropriées agissent de même, et favorise la destruction du patrimoine naturel de la réserve.

Tous ces facteurs ont rendu l'environnement et les écosystèmes fragiles et vulnérables, pour pouvoir déterminer l'ampleur de ces changements et décelée ses causses, cette étude va nous permettre de ressortir les changements et l'évolution du couvert végétal au fil des années en déterminant les zones de progression et de régression toute en essayant de déterminer les causes de chacune.

Pour cela **Quatre objectifs principaux** seront fixés :

- ✓ Identification de l'état actuel du couvert végétal dans le PNC par télédétection.
- ✓ Identification de l'état du couvert végétal dans les 10 dernières années.
- ✓ Ressortir les zones de propagation et de régression du couvert végétal
- ✓ Ressortir les avantages et les inconvénients de l'utilisation des images satellitaires.

Une question essentielle peut être posée :

EST-CE QUE la télédétection peut être utilisée comme outil de suivi spatio-temporel du couvert végétal ?

Pour répondre à notre questionnement on se propose la vérification des hypothèses suivantes.

Hypothèse 1 L'analyse des images satellitaires ne fait pas ressortir toutes les classes du couvert végétal

Hypothèse 2 La disponibilité des images satellitaires dans des périodes définie dans le passé n'est pas évidente.

La problématique de cette étude est basée sur les deux hypothèses citées ci-dessus. Pour les contrarier la méthode de travail est la suivante :

Méthode de travail

La première étape : consiste à réaliser une recherche bibliographique exhaustive de la zone d'étude et sur les réserves de biosphère, tous documents (Article scientifique, Rapport de recherche, thèse, mémoires, documents officiels et revues scientifique…etc.) vont servir à donner une large vision et une meilleure illustration a ce travail.

Une approche sur la cartographie par télédétection et les systèmes d'information géographiques sera utile pour appréhender le sujet par tous ces volets.

La deuxième étape : est consacrée à l'acquisition de quelques notions générales sur la télédétection et les SIG, l'objectif est d'analyser et interpréter des images satellitaires sur différentes périodes avec un intervalle de dix ans entre une image et une autre. Par suite établir les cartes de végétation.

La Troisième étape : est une phase purement d'analyse et d'interprétation des images satellitaires afin de réaliser les cartes de végétations le résultat obtenu sera vérifier et corriger par des sorties de terrain et prise de relevés dans les zones de confusion ou de doutes sur la classification de la couverture végétale. L'extrapolation des résultats permet de finaliser les cartes de végétation sur différentes années et enfin pouvoir ressortir les zones de changement de la couverture végétale qui peut être progressive ou régressive

Conclusion générale : Le résultat de cette étude va démontrer l'apport de la télédétection dans le cadre du suivi diachronique du tapis végétal en ressortant les avantages et les inconvénients de cette démarche.

PREMIERE PARTIE

:

Quelques Notions Sur La Forêt Algérienne

CHAPITRE I :

Forêt, Aires protégées et Parcs Nationaux en Algérie

Le but de ce chapitre et de présenter une petite illustration de la richesse et l'importance biologique de la forêt algérienne. Aussi, donner une idée sur son état actuel et faire ressortir les facteurs qui menacent son existence et sa pérennité. Les parcs nationaux et les aires protégées font partie de ce patrimoine mais avec une régie un peu plus spéciale car la biodiversité de ces zones est multipliée est spécifique, la loi vise la conservation le développement et la valorisation de ces espaces.

I. ETAT DES LIEUX DE LA FORÊT ALGERIENNE :

I.1 La foret Algérienne :

L'Algérie par sa position géographique pratiquement au milieu de la rive Sud-Ouest du bassin méditerranéen et par son histoire depuis l'antiquité à savoir les différents civilisations et peuples qui ont envahies cette région pour les richesses qu'elle recèle. La forêt a eu une grande part de ravage et de destruction toute au fil de l'histoire est devenu par suite un milieu naturel fragile profondément blessé et perturbé par les agressions multiples commises par l'homme (ZERAÏA ,1981), (BOUDY, 1955). Ces dernières variaient en fréquence et en intensité en fonction de la démographie et des besoins ce qui a déterminé des phases de progression ou de régression de la surface et de la biodiversité de cette forêt (QUEZEL& BARBERO, 1990).

Dans notre aire l'Algérie occupe une superficie de 2,388 millions de km² avec un Sahara considéré comme l'un des plus vastes et chaud déserts du monde s'étalant sur plus de 2 millions de km² soit 84% du territoire.

Au Nord les conditions climatiques sont plus favorables au développement des formations forestières qui occupent 250 000 km² soit un peu plus de 10% de la superficie totale (BNEDER, 2007), les forêts et maquis couvrent 4,1 millions d'hectares soit un taux de boisement de 11% et de 1,7 % seulement pour les régions sahariennes arides (figure 1). Ces taux de boisement sont trop insuffisants pour assurer un équilibre physique et biologique des milieux naturels (FOSA, 2001).

Actuellement l'Algérie fait face à une dégradation intense de ses massifs forestiers et de sa faune et flore causée essentiellement par les défrichements, le surpâturage, la surexploitation des richesses, et les incendies.

La dégradation progressive de ces forêts a donné des formations forestières de faible potentiel ligneux et de nouvelles formations et associations végétales. Cette situation a fait pousser plusieurs chercheurs et laboratoire à élaborer des études poussées sur les différents aspects de la forêt, son écologie toute en essayant de trouver les rapports entre les changements climatiques, la dégradation

des sols, et de la biodiversité, et de trouver par suite des solutions aux problèmes de reboisements et de préservation des écosystèmes.

I.2 Caractéristiques des formations forestières:

Le **BNEDER** dans le cadre de ces missions et de ces activités a réalisé un inventaire forestier en 2007 pour la direction générale des forets à partir d'imagerie satellitaires et des vérifications sur terrain a fait estimer la superficie du patrimoine forestier nationale a 4.118.940 hectares répartie entre forêts naturelles, maquis et reboisements. (Tableau 1)

Tableau 1: Consistance de la forêt Algérienne

Formation forestière	**Superficie (ha)**
Forêt proprement dite	**1 515 000**
Maquis	**1 876 000**
Reboisements (de 1962 à 1998 par la DGF)	**536 000**
Plantations réalisées	**191940**
Total de formations forestières	**4 118 940**

(BNEDER, 2007)

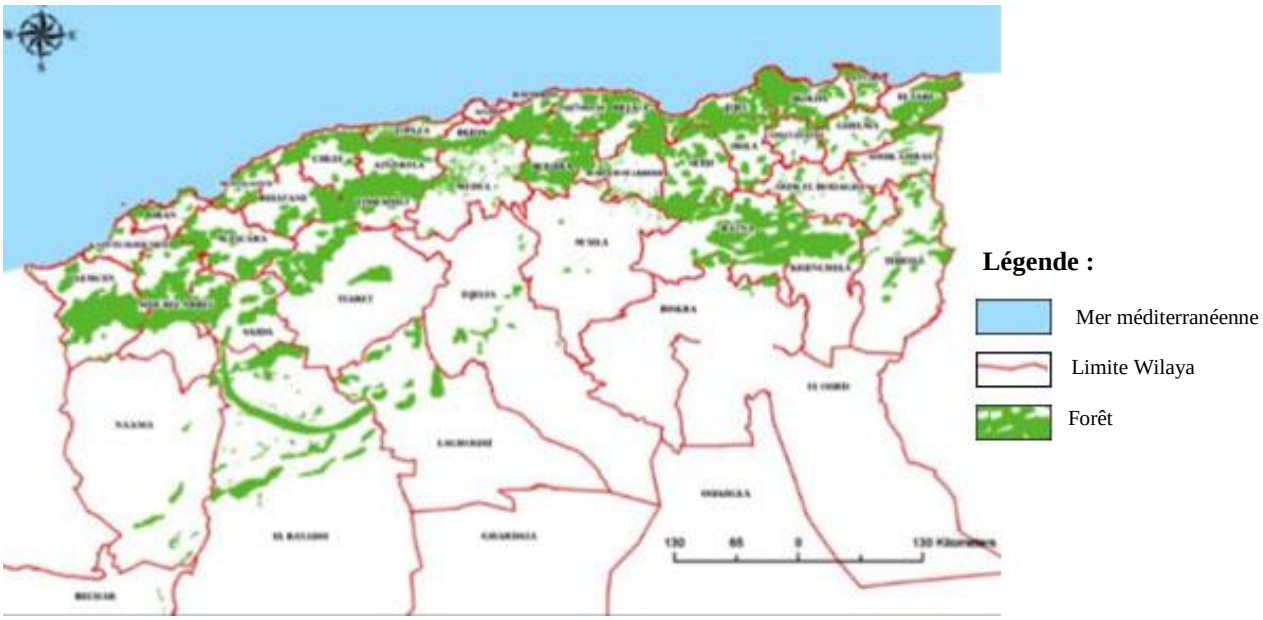


Figure 1 Carte représentative de la répartition des forêts en Algérie (BNEDER, 2007)

L'Algérie est un territoire très vaste et très multiples du point de vu géomorphologique, les côtes méditerranéennes longent notre pays d'Est en Ouest sur une distance de 1622 km, Le Sahara s'étend sur 2000 km de longueur du Nord au Sud du pays. Ce vaste territoire abrite de grands ensembles géographiques, des montagnes, haut plateaux, plaines et désert. La sylve algérienne est formée

essentiellement de trois types de formations végétales : la forêt, les maquis et la broussaille, les caractéristiques du milieu (climat pédologie, et orographies) ont rendu la forêt algérienne très diverse et vulnérable composée essentiellement de peuplements de feuillus ou de résineux formés d'arbres de toutes tailles et de tout âge en mélange, avec un sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires limitant l'accessibilité et favorisant la propagation de feux.

Considéré par les établissements étatiques comme forêt de protection la productivité moyenne annuelle est très faible et la plus part des formations forestières sont utilisées comme des terrains de parcours (LOUNI, 1994).

Les maquis qui repentent plus de (41%) de la superficie forestière est le résultat de la dégradation continuelle du patrimoine forestier signalée depuis l'époque coloniale où furent détruits plus de 116.000 hectares de forêts, cette régression du patrimoine forestier s'est poursuivie après l'indépendance et jusqu'à nos jours sous l'effet conjugué d'une surexploitation anthropique et d'une fréquence élevée des incendies; L'évolution des superficies par classes établie dans le Tableau ci-dessous donne une idée sur la vitesse de dégradation du couvert forestier avec une réduction de 80.000 hectares des forêts denses en 16 ans seulement,

Cette période a vue aussi l'augmentation considérable des vides qui ont dépassé les 190.000 hectares donc avec une progression de 4,56 %, la situation actuelle se présente comme l'une des plus critiques dans la région méditerranéenne (IKERMOUD, 2000)

Tableau 2 : Superficie forestière national par classes

Classes	**1984**		**2000**	
	Sup (ha)	**%**	**Sup (ha)**	**%**
Forêts denses	753 000	20,65	673 000	16,63
Forêts claires	719 000	19,72	754 000	18,63
Maquis	1 876 000	51,46	1 662 000	41,07
Reboisements	24 700	0,67	717 000	17,72
Vides	50 000	1,37	240 000	5,93
Total	3 645 000	100	4 046 000	100

(IKERMOUD, 2000)

I.3 Nature juridique des forêts :

La seule administration qui a habilité de détenir des informations sur la nature juridique de nos forêts appartenant au domaine national de l'état c'est bel est bien la Direction Générale des Forets représentée par ces conservations des forets aux niveau de chaque wilaya.

Le tableau ci-dessous démontre que 91% du patrimoine forestier appartient au domaine nationale de l'état, le reste ne dépassant pas les 9% appartenant aux particuliers Arche ou Melk.

Tableau 3: Répartition des forêts Algériennes par nature juridique

Nature juridique	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Forêts domaniales	3.351.791	85.60
Forêts communales	215.000	05.50
Forêts privées	350.000	08.90
Total	**3.916.791**	**100**

(D.G.F, 1996)

II. AIRE PROTEGEE ET PARCS NATIONAUX :

II.1 Aire protégée :

Une aire protégée est une zone de terre ou de mer particulièrement consacrée à la protection de la biodiversité, des ressources naturelles et culturelles qui lui sont associées et gérées selon les lois ou d'autres moyens efficaces **(UICN, 1994)**.

II.2 Parc national :

Un parc national est une zone naturelle, terrestre et/ou marine désignée pour protéger l'intégrité écologique dans ou plusieurs écosystèmes dans l'intérêt des générations actuelles et futures, pour en exclure toute exploitation ou occupation incompatible avec des objectifs de sa désignation et pour offrir des possibilités de visites à des fins spirituelles, scientifiques, éducatives, récréatives et touristiques dans le respect du milieu naturel (**UICN, 1994)**.

Les aires protégées sont classées en sept (7) catégories d'après l'article 4 de la loi n°11-02 du 17 février 2011 relative aux aires protégées, elle énonce comme suit :

II.3 Catégories d'aires protégées :

- **Parc national :** est un espace naturel d'intérêt national institué dans le but de protéger l'intégrité d'un ou de plusieurs écosystèmes, il a pour objectif d'assurer la conservation et la protection des régions naturelles uniques, en raison de leurs diversités biologiques, tout en les rendant accessibles au public à des fins éducatives et de récréations.

- **Parc naturel :** est un espace visant à assurer la préservation, la protection et la gestion durable des milieux naturels, de la faune, de la flore, d'écosystèmes et de paysages représentatifs et /ou significatifs d'une région.
- **Réserve naturelle intégrale :** est un espace institué pour assurer la protection intégrale d'écosystèmes, ou de spécimens de faune ou de flore rares méritant une protection intégrale.
- **Réserve naturelle :** est un espace institué à des fins de conservation, de protection et /ou de restauration des espèces de faune, de flore, des écosystèmes et des habitats.
- **Réserve de gestion des habitats et des espèces :** est un espace ayant pour objectif d'assurer la conservation des espèces et de leurs habitats, de garantir et de maintenir les conditions d'habitats nécessaires à la préservation et à la protection de la diversité biologique.
- **Site naturel :** tout espace contenant un ou plusieurs éléments naturels d'importance environnementale et notamment les chutes d'eau, les cratères et les dunes de sable.
- **Corridor biologique :** tout espace assurant la liaison entre écosystèmes ou entre différents habitats d'une espèce ou d'un groupe d'espèces interdépendantes permettant sa dispersion et sa migration. Cette aire est nécessaire au maintien de la biodiversité animale et végétale et pour la survie des espèces.

Toutes ces définitions amènent à une seul est unique idée c'est que les aires protégées sont des zones de protection et de conservation des écosystèmes naturel existant.

III. IMPORTANCE ET INTERET DES AIRES PROTEGEES

Ces espaces aussi bien délimités et bien protégés par la loi et toutes les instances nationales et internationales, représentent une banque de donnée biologique et culturel en plein air, elles influent d'une façon directe et indirecte sur notre quotidien et même sur notre avenir socio-économique. La diversité biologique et les richesses que recèle ces régions dépend directement de ces espaces qu'il faut sauvegarder protéger développer. On peut citer comme rôle de ces aires comme suit :

Préservation de la biodiversité :

La diversité biologique de ces espaces est fortement menacée par la forte demande en ressources et en matière première que recèlent ces endroits, les rendre protégées par la loi assures une pérennité de la diversité des écosystèmes et les êtres qui vivent à l'intérieur.

Etudes scientifiques :

Comme elles représentent des sites exceptionnellement particuliers par leurs uniques écosystèmes et leurs faunes et flores particulière, Les aires protégées sont des milieux naturels qui permet de donner des signes sur la progression ou la régression de la qualité de l'environnement et du milieu dont ont vivent.

Rôle éducatif :

Les aires protégées sont des laboratoires à ciel ouvert procurant un contact direct avec la nature. Elles contribuent donc d'une façon directe dans l'appui volontaire de la conscience des générations futures en faveur de la conservation et du développement durable.

Rôle social et culturel :

Les aires protégées contribuent au développement de la conscience environnementale au sein de la population et aide à renforcer l'identité culturelle et sociales de chaque région ou elle se trouve. Et peut-être considérer comme un patrimoine culturel moral et immorale d'une communauté.

Rôle économique :

En matière d'économie et de richesse, ces aires peuvent jouer un rôle primordial dans plusieurs créneaux d'investissement et de création de richesses dans une région donnée par exemple l'exploitation de bois nobles ou de plantes aromatiques et médicales, l'éco-tourisme la chasse, la pêche, et le loisir.

Conclusion :

Les aires protégées sont assez représentatives à l'échelle nationale, elles sont constituées de 11 parcs nationaux, six sont classés comme réserves de biosphère du réseau MAB (du programme Man And Biosphère, l'Homme et la Biosphère), 05 réserves naturelles, 04 réserves de chasse et 05 centres cynégétiques et 42 sites humides d'importance internationale (ou site Ramsar).

CHAPITRE II :

DESCRIPTION DU PARC NATIONAL DE CHRÉA

Le parc national de Chréa est fondé par arrêté gouvernemental du 03 Septembre 1925 pris en application de l'arrêté général du 17 Février 1921 fixant le statut type des parcs nationaux en Algérie. Il renfermait alors l'ensemble de la forêt de cèdre couvrant près de 1351 ha répartis entre les forêts sectionnelle de Sidi el Kebir et celles de Ghellaie appartenant toutes les deux à la commune de Blida et la forêt sectorielle de Terga appartenant à la commune de Bou Arfa.

La loi n° 83-03 du 05 Février 1983 relative à la protection de l'environnement avec une politique de conservation de la nature à amener à reconnaître la nécessité de reclasser et d'élargir le territoire du parc national originel.

Le parc national de Chréa est de nouveau crée par décret n° 83-461 du 23 Juillet 1983 avec une nouvelle délimitation faite à partir d'une étude du Bureau National des Etudes Forestières couvrant une superficie de **26 587 ha**

I. MILIEUX PHYSIQUE

I.1 Localisation :

Le parc national de Chréa se situe à 35 km vol d'oiseau au Sud-Ouest d'Alger. Il s'étale sur l'atlas blidéen d'Est en Ouest depuis les monts de Hammam Melouane, les crêtes de Chréa et les monts de Djebel Mouzaia à l'ouest entre les latitudes Nord 36°19' / 36° 30' et les longitudes Est 2°38' / 3° 02'. Il chevauche les wilayas de Blida, de Médéa et une fine partie de Ain Defla.

En allant vers le Nord le PNC domine la plaine de la Metidja depuis l'Oued Djer à l'ouest jusqu'à oued Isser à l'est, le mont de Chinoi est apparent au Nord-Ouest. Si on se dirige vers le Sud-Ouest on trouve au premier plan l'anticlinal sauvage de Taguitount de l'atlas de Médéa et la terminaison orientale de l'Ouarsenis. Au sud-est on trouve la plaine de Beni Slimane et les monts de Baatta et de Tablat .



Figure 2 : Vue panoramique des hauteurs de Chréa.

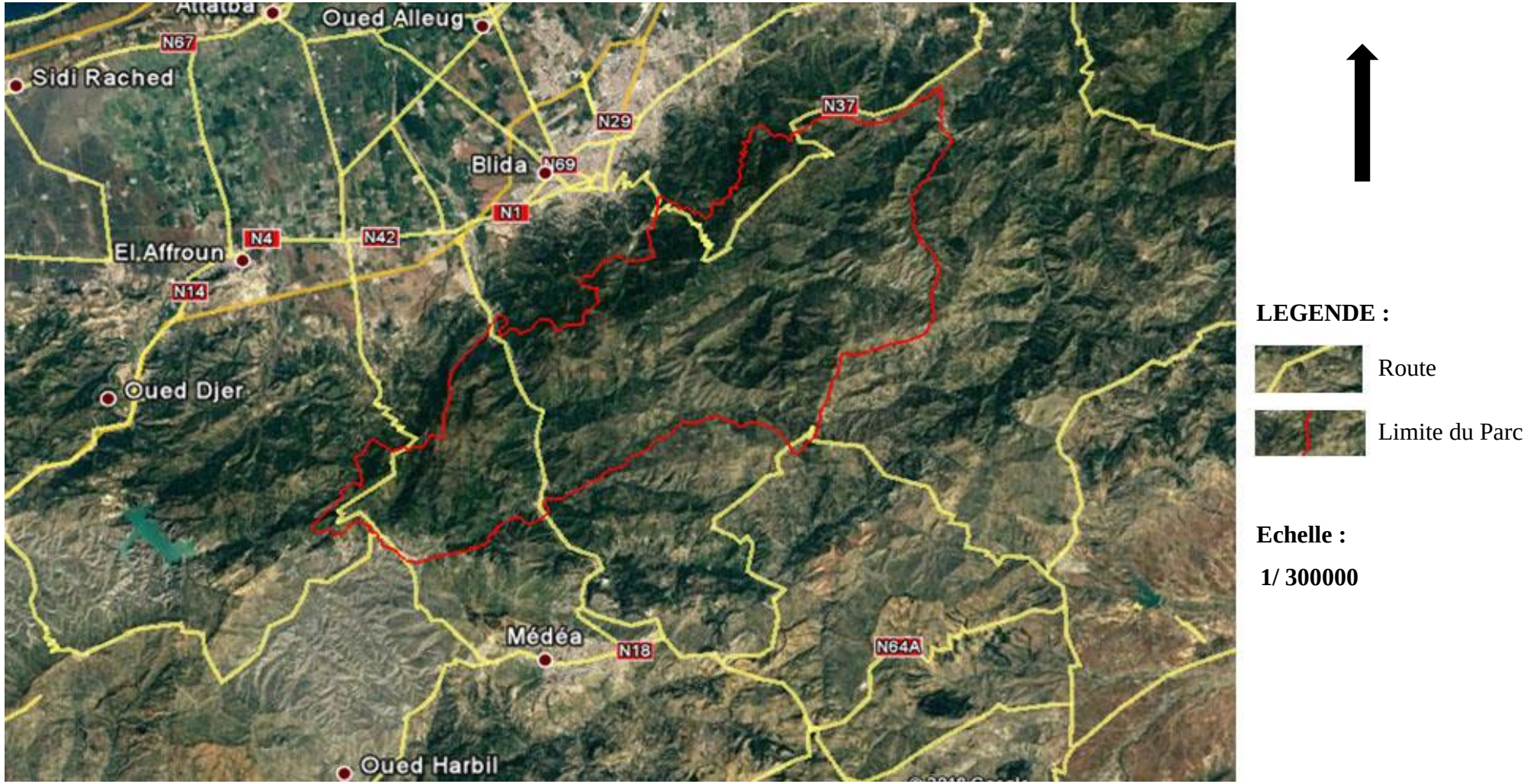


Figure 3 : Carte de localisation du Parc National de Chréa

La plus grande partie de la superficie du parc national de Chréa est repartie entre les communes de Chréa avec 29 % puis celle de Hammam Melouane et El Hamdania avec 17% et en dernier Tamezguida avec 15% et Bou Arfa avec 13%

Tableau 4 : Répartition communale de la superficie du territoire du parc national de Chréa

Wilaya	Communes	Superficie (ha)	%	%Wilaya
BLIDA	Ain Romana	336	1,26	67,1 %
	Chiffa	1225	4,61	
	Bou Arfa	3343	12,57	
	Blida	84	0,32	
	Chréa	7602	28,59	
	Ouled Yaich	56	0,21	
	Soumaâ	273	1,03	
	Bouinan	174	0,5	
	Hamam Melouane	4764	17,92	
MEDEA	Tamezguida	4100	15,42	32,6 %
	El Hamdania	4550	17,2	
Ain Defla	Djendel	80	0,3 %	0,3 %
Total	12	26.587	100%	

(PNC, 2002)

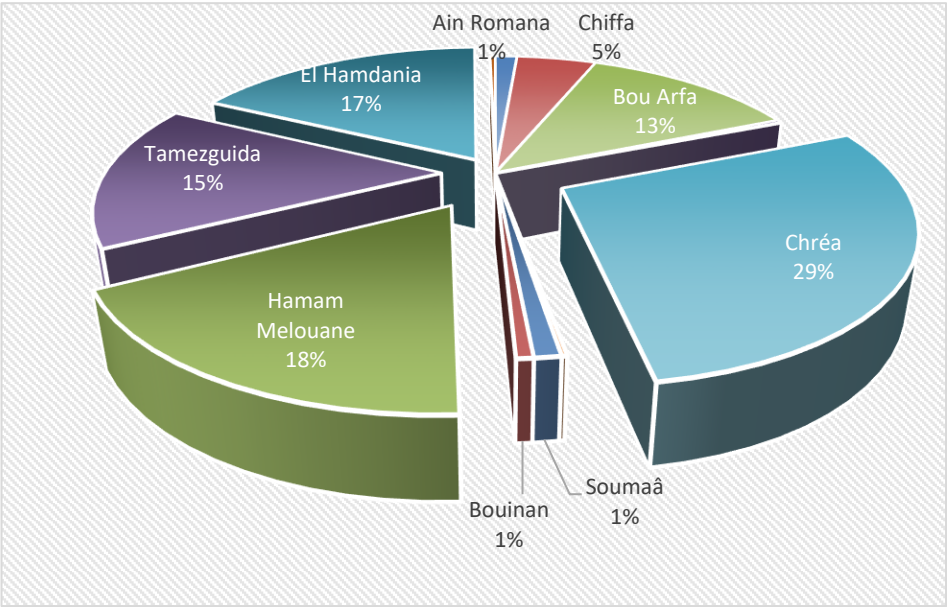


Figure 4 : Représentation graphique de la répartition de la superficie géographique du PNC

I.2 Synthèse Climatique :

Le bioclimat représente la transposition des données du climat physique en facteur intéressant la vie et le développement des êtres vivants **(DAGET, 1967).**

Notre région évolue sous deux ambiances climatiques très différents vu la géomorphologie et l'orientation des massifs. La première apparente dans les expositions nord avec une ambiance maritimes tempérée liée directement à l'influence de la mer méditerranéenne et l'autre dans les expositions Sud avec une ambiance continentale xériques plus sec et plus aride.

Sources de données :

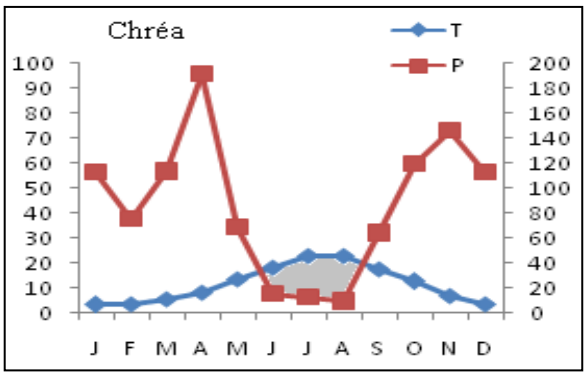
Nous avons utilisé les données climatiques (Températures et précipitations) issues de l'Office National de la Météorologie de la période 1990 à 2015 (Tableau 5).

Tableau 5: **Températures moyennes, minimales et maximales ainsi que les quantités de précipitations en mm de 1990 à 2015 (ONM 2015)**

	Jan	**Fev**	**Mar**	**Avr**	**Mai**	**Jui**	**Jut**	**Aou**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dec**	**Ann**
M (°C)	6.19	6.5	8.25	11.92	16.68	22.51	**27**	26.74	21.32	16.03	9.6	6.32	14,92
m (°C)	**0.41**	0.48	2.66	4.87	10.42	14.31	18.93	**18.95**	13.99	9.81	4.06	1.28	8,35
T moy	3.30	3.49	5.46	8.39	13.55	18.41	**22.96**	22.85	17.61	12.60	6.83	3.80	11,64
P(mm)	112.63	74.91	113.3	191.01	68.75	15.54	12.74	9.24	63.98	119.61	146.24	113.08	1041

Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Un mois est défini comme étant sec lorsque la somme des précipitations moyennes (P), exprimées en millimètres (mm) est inférieure au double de la température de ce mois (P < 2T). Pour notre zone d'étude la moyenne des températures minimales mensuelles la plus basse est enregistrée en mois de janvier, elle est de 0,41° C (période entre 1990 et 2015), tandis que la moyenne des températures maximales mensuelles la plus haute est enregistrée en mois de juillet avec 27° C (Tableau 5). Depuis le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour le parc national de Chréa, la période sèche s'étale sur trois mois et demi depuis juin jusqu'à mi-septembre ce qui est typique de la région méditerranéenne.



T : Température moyenne (°C) ; P : Précipitations (mm) ; : Période sèche

Figure 5 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) de la région d'étude. Période (1990- 2015)

Climagramme d'Emberger :

Cet indice permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans un étage bioclimatique. Il est calculé par le biais du coefficient pluviométrique et obtenu par la formule qui suit :

$$Q2 = 2000*P / (M^2-m^2)$$

Avec :

P : la pluviométrie annuelle en mm

M : la température maximale du mois le plus chaud en °K

m : la température minimale du mois le plus froid en °K

La température moyenne minimale du mois le plus froid est de 0,41° C, placée en abscisses et la valeur du coefficient pluviométrique Q_2 placée en ordonnées, donnent la localisation de la station météorologique choisie dans le Climagramme d'Emberger. La valeur de Q_2 calculée à partir d'une synthèse de 25 années est de 136,55 ce qui permet de classer notre zone d'étude dans l'étage bioclimatique humide **à hiver frais** (Figure 4).

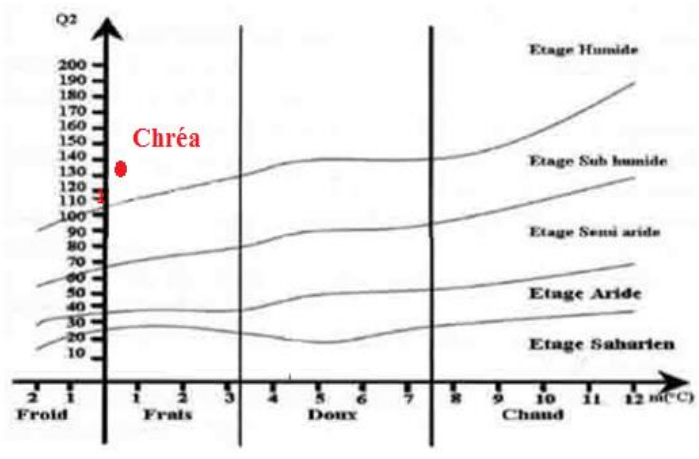


Figure 6 : Position de la station de Chréa sur le Climagramme d'Emberger pour la période 1990-2015

I.3 Hydrographie :

Le parc national de Chréa totalise une longueur de chevelu hydrographique évalué à 898.87 km linéaire**),** soit une densité hydrographique de 33 ml/ha (SOURCE DPNC). Il contribue de la sorte au ressourcement continu de la nappe phréatique mitidjienne avec près de 01 milliard de m^3 par an. Il est formé par une série de ramifications qui s'éparpillent dans toutes les directions pour s'agencer sous forme d'Oueds s'écoulant suivant l'orientation tectonique sud-ouest, nord-est de l'Atlas Tellien, sachant que ce réseau hydrique est alimenté par une pluviométrie annuelle importante (1400 mm environ), et par la fonte des neiges **(NEDJAHI, 1988).**

Le parc national de Chréa occupe les parties amont de deux bassins versants contigus :

À l'Est le bassin versant de l'Oued El Harrach s'étendant sur 12.450 ha.

À l'Ouest le bassin versant de l'Oued Mazafran s'étendant sur 14.137 ha.

Le réseau hydrographique du parc national de Chréa est caractérisé par la présence :

- D'oueds à écoulement permanent (Oued Chiffa, Oued Boumaâne, Oued El Harrach...).
- D'innombrables chutes et cascades d'eau (Oued Chiffa, Oued Merdja, Oued El Djir, Oued Boumaâne).
- De réserves naturelles d'eau (Oued Merdja, Oued Chiffa, Oued El Harrach).
- D'un lac de haute altitude situé à 1230 m au niveau du Djebel Tamesguida. Il s'étend sur 08 ha et renferme une importante richesse aquacole. - De nombreuses sources et points de résurgences d'eau.

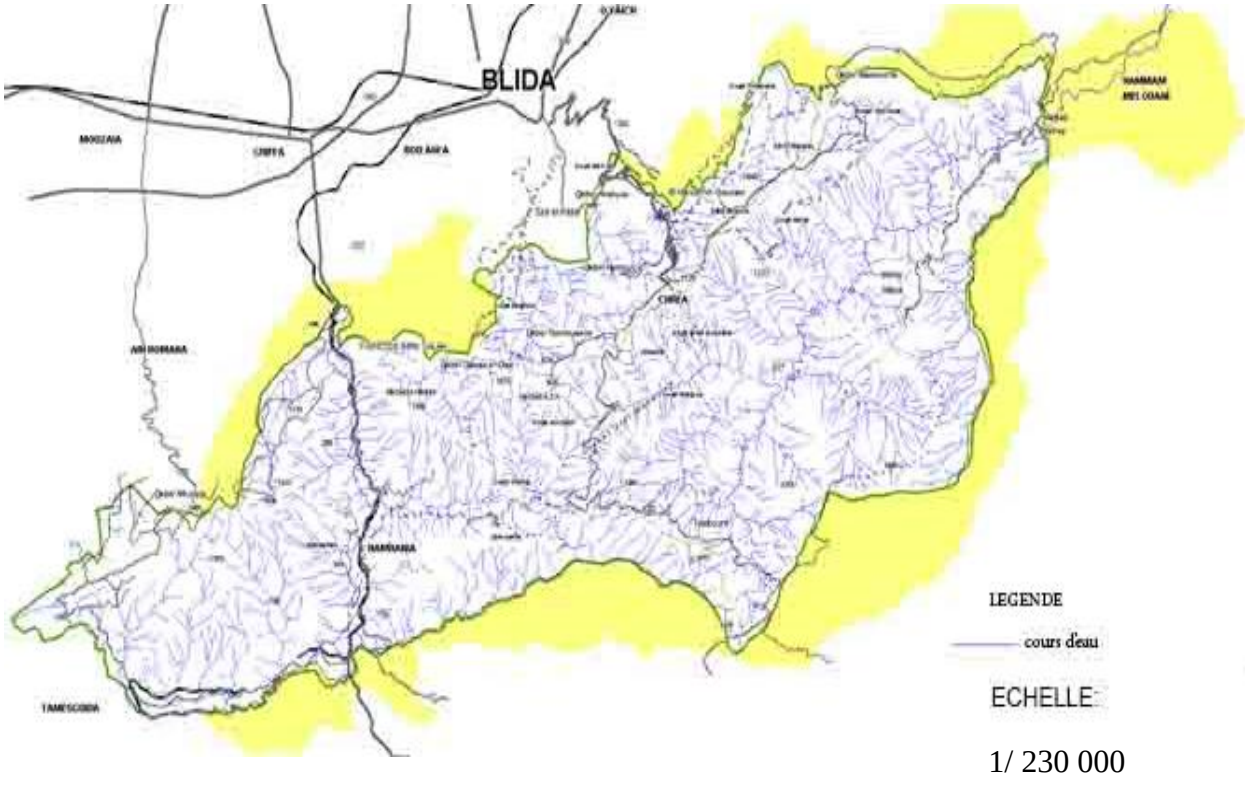


Figure 7 : Carte du réseau hydrographique du PNC

I.4 La géologie

Notre région d'étude appartienne aux monts de l'Atlas Blidéen est presque entièrement constitué de schiste d'âge crétacé inférieur sans fossile **(HALIMI, 1980).** Par contre les premiers géologues, qui avaient crus identifier des schistes d'âge silurien **(FAUREL, 1947).**

L'atlas Blidéen a subi de violents mouvements orogéniques datant de la dernière partie du tertiaire. Du point de vue tectonique il se caractérise par deux vastes anticlinaux de direction NE-SW en l'occurrence l'anticlinal de Blida au Nord et celui de Taguitount au Sud.

- L'Anticlinal de Blida, formé par Djebel Mouzaia (1603 m) et Koudiet Arbain Ouali (1392 m). S'allongeant sur plus de 25 Km. Il se compose de terrains du crétacé inférieur, ainsi que des calcaires probablement jurassiques, on les trouve à Oued El Kebir.
- Le Synclinal est situé entre Koudiet Alloué (1313 m) et le col de Kalakat.
- L'Anticlinal de Taguitount s'étendant entre l'Oued Boumaane et Djebel Sidi Mohamed (1407 m) formé de schistes, de calcaires à silex et d'argiles noires de paléocène.

Leur structure géologique est composée de :

- Calcaires du jurassique supérieur.
- Schistes, grès et calcaires du néocomien, aptien et crétacé inférieur.
- Argiles de l'albien inférieur et moyen et du crétacé inférieur.
- Marnes et calcaires de l'albien supérieur et du crétacé moyen.
- Marnes et calcaires et du crétacé supérieur.
- Argiles noires et calcaires à silex du paléocène et de l'éocène inférieur.

Et enfin la série schisteuse du crétacé inférieur.

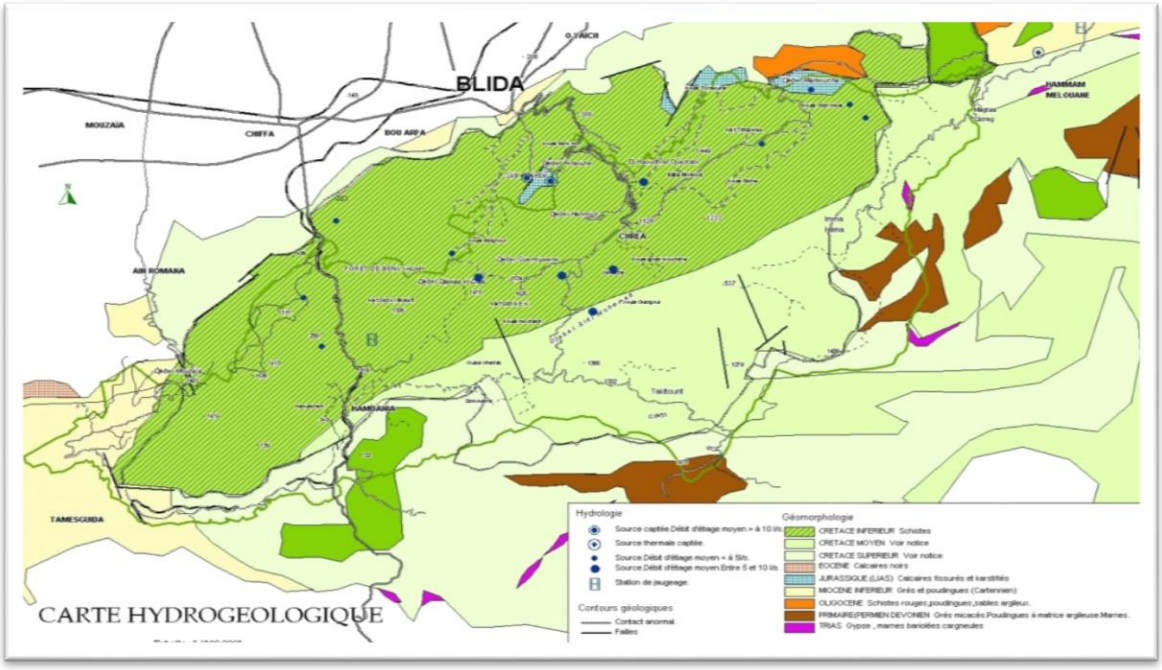


Figure 8 : Carte hydrogéologique du PNC

II. MILIEU BIOLOGIQUE :

Le parc national de Chréa présente une distribution végétale très diversifiée en matière d'espèces animales et végétales répartie dans l'espace sous l'influence des deux ambiances climatiques déjà cité au paravent qui sont l'influence maritime du Nord et la présaharienne du Sud,. Aussi cette végétation

II.1 La flore :

L'analyse floristique du tapis végétal, révèle l'existence de différents groupes végétaux en fonction des situations écologiques particulières et anthropiques, une flore très diversifiée à travers les étages bioclimatiques allant du Sub Humide au nord vers le semi-aride au sud **(**CHIBANE, 2006). Les formations végétales naturels sont des maquis présente à plus de 80% de la superficie du parc, aussi on peut trouver des forêts cèdre de l'Atlas dans les sommets a plus de 1200 m; les forêts de chêne vert et de chêne liège ; de chêne Zen ; et grande étendue de forêt de pin d'Alep ; et de thuya de Berbérine. Ces endroits sont des milieux favorables pour le développement d'une multitude d'espèces endémique et jouent un rôle prépondérant dans la vie de nombreuses espèces biologiques par le nourrissage, le refuge et la reproduction.

Les derniers inventaires ont permis de recenser environs 1153 taxons de rang d'espèces et sous-espèces. Ce qui représente 34,52% de la richesse floristique nationale. Ils se répartissent dans les différentes formations végétales qui sont les habitats vitaux nécessaires à leur substance ; 878 de ces espèces sont des végétaux autotrophes et le reste est représentés par les lichens et les champignons. La flore du parc national de Chréa est également caractérisée par sa valeur patrimoniale représentée, entre autres, par son taux d'endémisme. A cet effet, une cinquantaine d'espèces, celle-ci peut être endémique à la méditerranée, au nord-africain, au Maghreb, à l'Algérie ou encore à l'Atlas Blidéen. Les espèces protégées, par décret, sont au nombre de 15 dont 6 espèces sont des arbres tels que le Cèdre de l'Atlas, les deux sorbiers et l'if et 5 sont des orchidées

II.2 La faune :

Par ailleurs, l'inventaire de la faune réalisé est aussi considérable que diversifié ; il représente une part importante par rapport à l'inventaire algérien voire 23,64% ou les mammifères représentent plus de 28%, les oiseaux dépassent les 30%, les amphibiens plus de 90% et les arthropodes 25%.

Les mammifères sont évalués à 25 espèces ou le singe magot, endémique au Maghreb est protégé par décret (51 ; 58 et 59). A ce titre, il est à la base du classement de son biotope en Réserve Intégrale aux gorges de la Chiffa qui renferme les sites de notre présente étude. L'importance des mammifères est également démontrée par la catégorie trophique des espèces inventoriées : Insectivores (27,3%) ; Carnivores (33,4%) ; Omnivores (17,3%) ; Herbivores (9,1%) et Piscivores (3%) SIAB B, (2011).

Les oiseaux : les 123 espèces recensées appartiennent à 35 familles différentes ou les rapaces sont bien représentés aux Gorge de la Chiffa. Cette richesse se compose d'insectivores (54%) ; Polyphages (19%) ; Carnivores (18%) ; Granivores (17%) ; Charognards (2%) et Omnivores (1%).

Les arthropodes : un effectif de 490 espèces, associés à divers écosystèmes forestiers qui sont la cédraie, la pinède, les chênaies et la châtaigneraie, ont été inventoriés.

Elles sont Défoliatrices, Opiophages, Xylophages, Mycophages, Algophages, Détriticoles, prédateurs et parasites, certaines espèces sont inféodées à une seule essence forestière et d'autres, à plusieurs espèces végétales. Les espèces recensées se répartissent entre 22 ordres et 87 familles

Les reptiles : représentent 13 espèces réparties comme suit :

Insectivores (54%) ; Carnivores (15%) ; Omnivore (7,5%) et Herbivores (7,5%).

Les amphibiens : les 11 espèces démontrent la présence de 3 espèces du genre Rana, chose qui reflète la valeur écologique du site. La catégorie trophique les répartit comme suit : Insectivores (50%) ; Carnivores (30%) ; Omnivores (10%) et Herbivores (10%).

Parmi cette richesse animale, un nombre important (59) d'espèces figure sur la liste des espèces protégées par décret : 9 mammifères ; 32 oiseaux ; 16 insectes ; 2 reptiles. **PNC (2002)**

DEUXIEME PARTIE

SIG

ET

TELEDETECTION

CHAPITRE III :

NOTIONS GENERALES SUR LES SIG ET LA TELEDETECTION

I. SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE :

I.1 Définition :

Un système d'information géographique (SIG) est un système assisté par ordinateur pour l'acquisition, le stockage, l'analyse et la visualisation des données géographiques (Gaouas, 1995).

En général un SIG est un système informatique composé d'outil, de matériels et de logiciels, avec des processus et de compilateurs qui servent à organiser des données de toutes azimutes sur un support géo référencié qui peut être imprimé où sauvegarder en format numérique,

Si on peut résumer les étapes qu'on doit passer pour l'élaboration d'un SIG, ils vont être comme si dessous :

* La collecte d'information;
* La gestion et l'organisation de cette information en base de donnée ;
* La manipulation par vectorisation des données et géo référencement ;
* L'analyse avec du matériel et des logiciels puissants ;
* La modélisation et simulation des scénarios ;
* L'affichage ou impression des résultats d'analyse ;

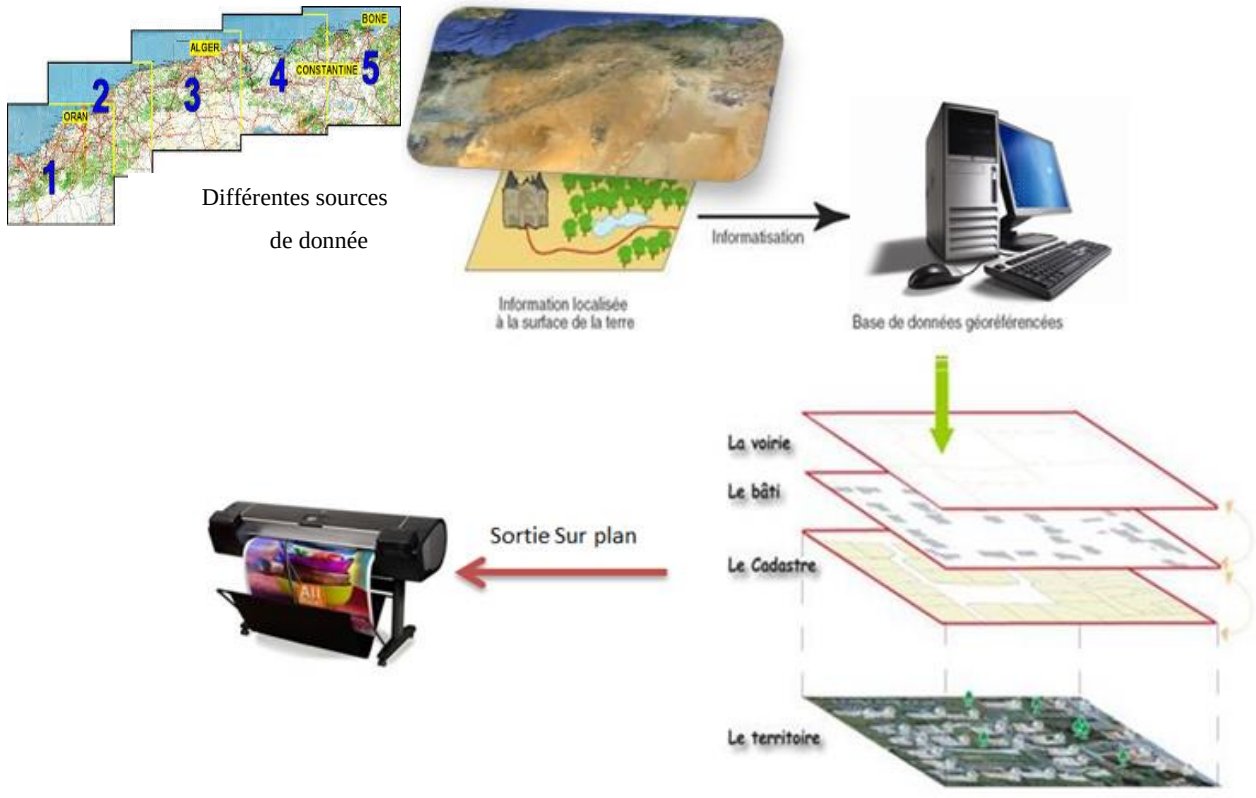


Figure 9 : Schéma opérationnel d'un SIG

I.2 Démarche pour l'élaboration d'un SIG :

Cette étape est un vrai défi dans la conception d'un SIG, car il faut réaliser un travail en premier temps de terrain, d'où le choix du matériel et la qualité d'information dépend de l'objectif du SIG. Une fois la collecte de données est faite il faut introduire tous les donnée et information dans des bases de données numériques et les analysées au bureau. L'examen et la correction d'éventuelle erreur peut se faire depuis le terrain une fois de suite.

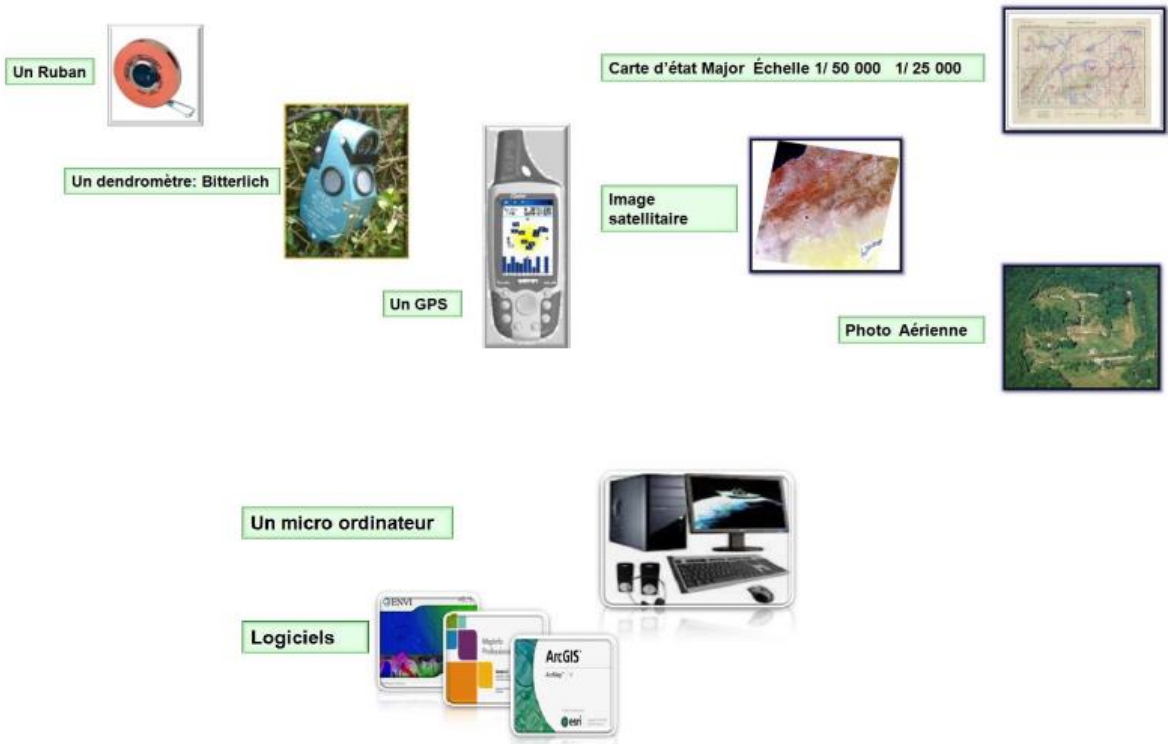


Figure 10 : Quelque outil indispensable pour la réalisation d'un SIG

Le choix des logiciels de traitement et de géo référencement (Mapinfo Arcgis et ENVI) est basé sur :

- Leurs bonnes disponibilités sur le marché avec des mises à jour récente
- Souplesse dans la gestion des données géographique
- Compatible avec les logiciels Microsoft
- Permettent l'analyse spatiale
- Permettant l'interrogation au moyen du SQL
- Reconnaissance de plusieurs formats de fichier
- Disposition d'un langage de programmation MapBasic

Récolte de donnée sur terrain :

Cette phase consiste en la collecte des données nécessaires à l'obtention des résultats escomptés. Pour la collecte des données, des tableaux de relevé sont utilisés pour noter les principales observations suivantes:

- la localisation des peuplements;
- les données quantitatives; (mesure dendrométriques)
- les données qualitatives; (état sanitaire, texture des sols, …)

Phase de bureau :

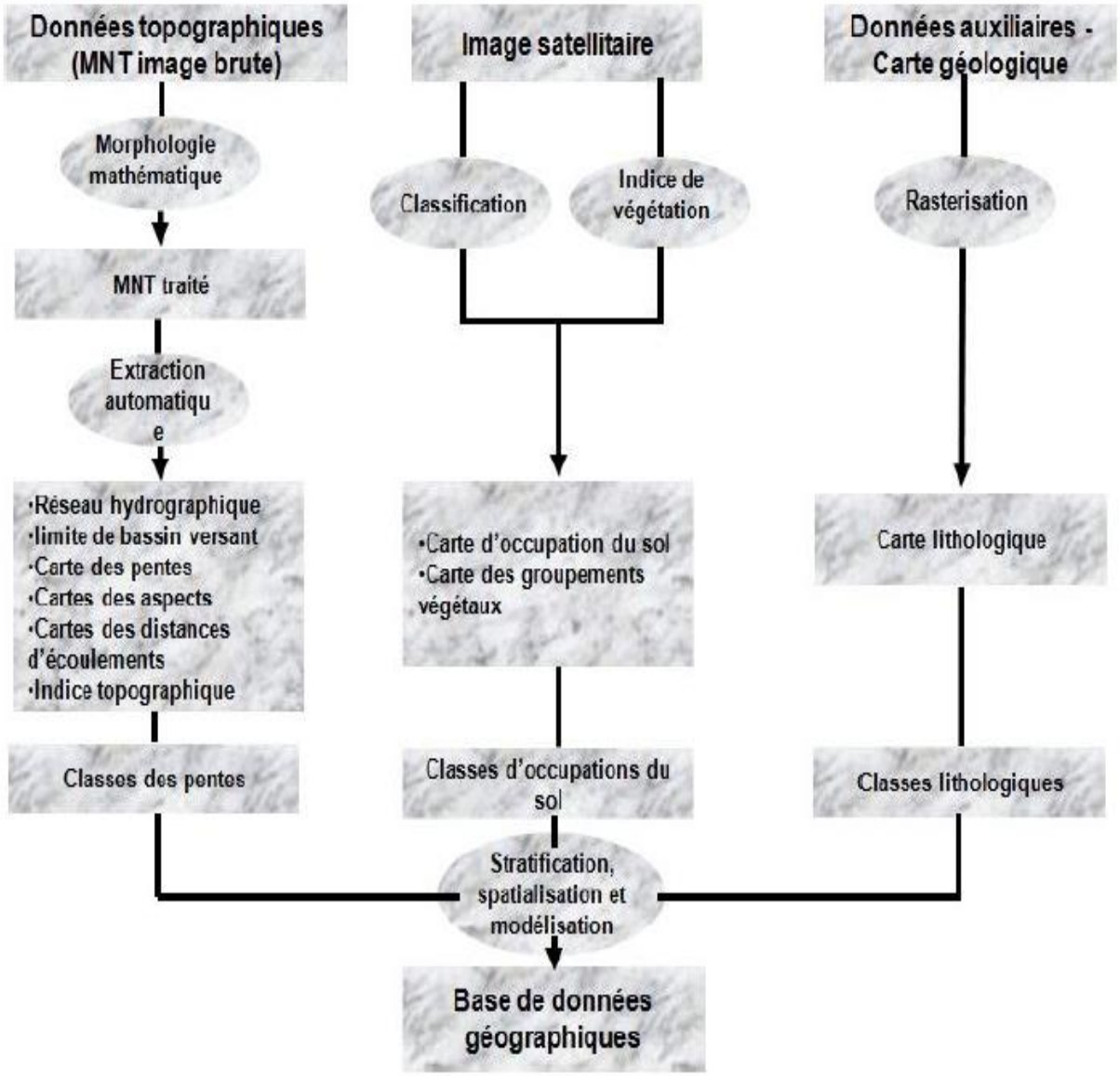


Figure 11 : Représentation des différentes étapes d'un SIG

II. TELEDETECTION :

L'histoire de la télédétection commence en 1858 quand Gaspard Félix Tournachon dit Nadar prend la première photographie aérienne à partir d'un aérostat au-dessus du quartier du Kremlin Bicêtre à Paris. Si l'usage de la télédétection a longtemps été cantonné surtout au domaine militaire, l'offre et la demande ont explosé notamment dans le domaine civil faisant ainsi écho à l'avènement de la société de l'image. Aujourd'hui, l'imagerie spatiale s'est largement diffusée et vulgarisée.

II.1 Définition :

'' 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 le 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. '' (d'après le site Web du Centre Canadien de Télédétection : http://www.ccrs.nrcan.qc.ca)

II.2 Signatures spectrales des principales surfaces naturelles :

En fonction de la nature et des caractéristiques intrinsèques des objets et des surfaces, le rayonnement incident interagira avec la cible selon l'une ou l'autre des propriétés citées précédemment, ou de manière générale selon une combinaison de ces propriétés.

Chaque surface possède ainsi une signature spectrale (quantité d'énergie émise ou réfléchie en fonction de la longueur d'onde) qui lui est propre et qui permettra son identification sur les images satellitaires.

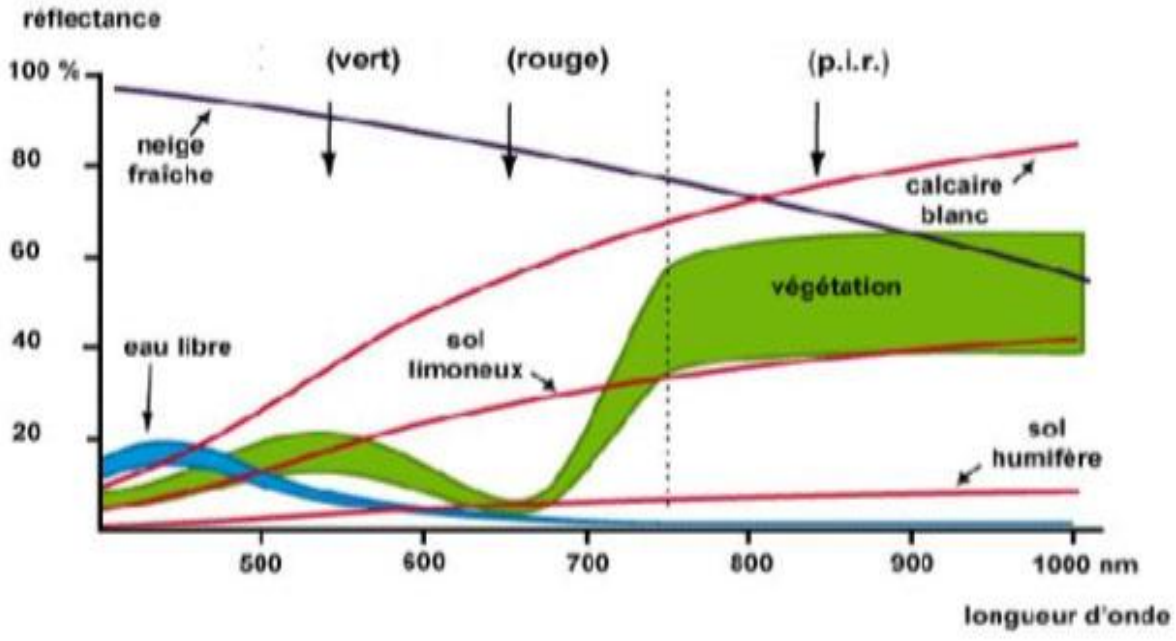


Figure 12: Signatures spectrales des principales surfaces naturelles

Satellites optiques à moyenne résolution :

LANDSAT (Land Satellite)

Le programme **LANDSAT** connu à l'origine sous l'acronyme **ERTS** (Earth Resources Technological Satellite) utilisant les satellites ERTS-1, est dû à la NASA. Sept satellites **LANDSAT** ont été lancés depuis le 23 juillet 1972. Le dernier, **LANDSAT-7**, a été lancé le 15 avril 1999. Les instruments embarqués sur les satellites LANDSAT ont fait l'acquisition de plusieurs millions d'images. Elles constituent des ressources uniques pour l'étude des changements climatiques, l'utilisation des sols, la cartographie, la gestion de l'habitat ; ainsi que pour de nombreuses autres applications dans les domaines de l'agriculture, la géologie, la sylviculture, l'éducation etc. Bien que le programme LANDSAT **est** gère par la NASA, les données du Landsat-**7 sont** recueillies et distribuées par l'United States Geological Survey (USGS).

caractères spectraux des surfaces naturelles dans le domaine du visible du proche infrarouge et de l'infrarouge moyen (d'après Lillesand et Kiefer, 1987)



Landsat 1,2 et 3



Landsat 4 et 5



Landsat 7

Tableau 6 : Caractéristiques des satellites LANDSAT

	LANDSAT 1,2 et 3	LANDSAT 4 et 5	LANDSAT 7
PAYS	États-Unis	États-Unis	États-Unis
ANNEE DU LANCEMENT	1972, 1975 et 1978	1982 et 1984	1999
ALTITUDE	705 km	705 km	705 km
CAPTEUR	MSS (Multi spectral Scanner)	TM (Thématique Mapper)	ETM+ (Enhance Thematic Mapper Plus)
TYPE	Radiomètre à balayage	Radiomètre à balayage	Radiomètre à balayage
RESOLUTION SPECTRALE	V (0,5 – 0,6 µm) R (0,6 – 0,7 µm) IR (0,7 – 0,8 µm) IR (0,8 – 1,1 µm)	B (0,45 – 0,52 µm) V (0,52 – 0,60 µm) R (0,63 – 0,69 µm) IR (0,76 – 0,90 µm) MIR (1,55 – 1,75 µm) IRT (10,4 – 12,5 µm) MIR (2,08 – 2,35 µm)	B (0,45 – 0,52 µm) V (0,52 – 0,60 µm) R (0,63 – 0,69 µm) PIR (0,76 – 0,90 µm) MIR (1,55 – 1,75 µm) IRT (10,4 – 12,5 µm) MIR (2,08 – 2,35 µm) Pan (0,52 – 0,90 µm)
RESOLUTION SPATIALE	60 x 80 m	Multi spectral : 30m IRT : 120m	Multi spectral : 30m IRT : 60m Panchromatique : 15m
DIMENSION DE L'IMAGE	185 x 185 km	185 x 172 km	185 x 172 km
FREQUENCE DE PASSAGE	18 jours	16 jours	16 jours
APPLICATION	Occupation du sol et végétation	Occupation du sol et végétation	Occupation du sol et végétation
PARTICULARITE	En archive depuis 1972	Grande variété spatiale	Grande variété spatiale

Tableau 7 :Caractéristiques des bandes du LANDSAT 7

Bandes	Domaine spectrale	Application
TM1	**B** (0,45 – 0,52 µm)	Discrimination entre le sol et la végétation, bathymétrie/cartographie côtière, identification des traits urbains
TM2	**V** (0,52 – 0,60 µm)	Cartographie de la végétation verte, identification des traits urbains
TM3	**R** (0,63 – 0,69 µm)	Discrimination entre les espèces de plantes à feuilles ou sans feuilles (absorption de chlorophylle), identification des trais urbains
TM4	**PIR** (0,76 – 0,90 µm)	Identification des types de végétation et de plantes, santé et contenu de la masse biologique, délimitation des étendues d'eau, humidité des sols
TM5	**MIR** (1,55 – 1,75 µm)	Sensible à l'humidité dans le sol et les plantes, discrimination entre le neige et les nuages
TM6	**IRT** (10,4 – 12,5 µm)	Discrimination du stress de la végétation et de l'humidité dans le sol relié au rayonnement thermique, cartographie thermique
TM7	**MIR** (2,08 – 2,35 µm)	Discrimination entre les minéraux et les types de roches, sensibles au taux d'humidité dans la végétation
TM8 (Pan)	**Pan** (0,52 – 0,90 µm)	Texture, structures urbaines et agricoles, réseaux

III. IMAGES SATELLITAIRES

De nos jours, les données de télédétection étant sous format numérique, où chaque pixel correspond à un enregistrement de n *valeurs* : sa signature spectrale. Le problème de la télédétection est de permettre le passage de l'information radiométrique à une information opérationnelle, c'est-à-dire explicitée par rapport aux phénomènes réels auxquels on s'intéresse et localisée par rapport aux terrain. Les traitements en télédétection ont pour but de résoudre ce problème et pour fonction de réaliser ce passage.

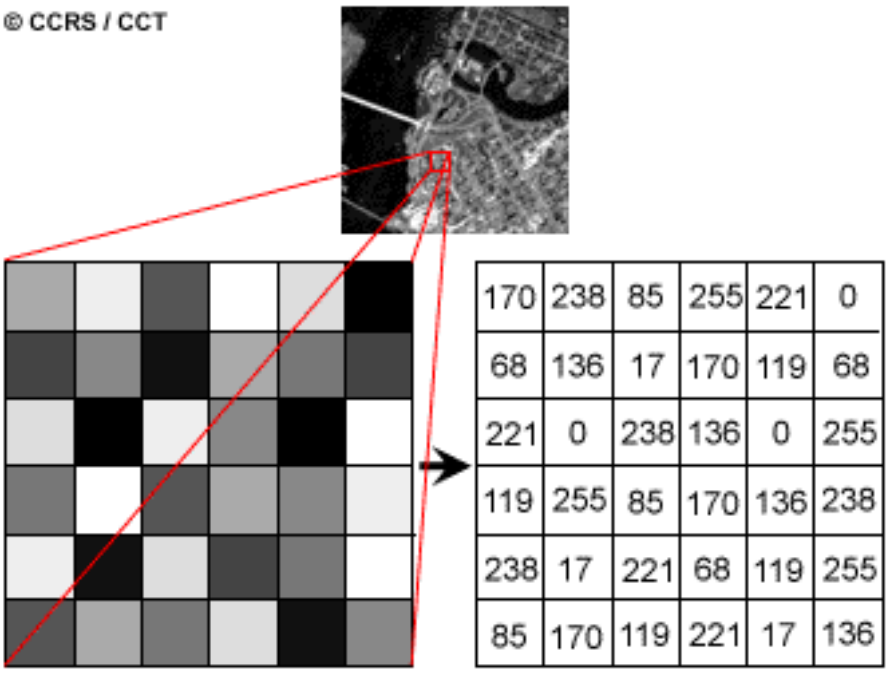
Le traitement des données de télédétection nécessite l'utilisation d'un système informatique ainsi que l'équipement et les logiciels pour traiter les données.

D'une manière fondamentale, les opérations de traitement des images satellites peuvent être Regroupées en quatre catégories :

- Prétraitements;
- Traitements d'amélioration (Rehaussement de l'image);
- Transformations;
- Classifications.

III.1 La notion d'image :

Les données de télédétection sont le plus souvent fournies en format d'images numériques. L'image correspond à une matrice de pixels. La taille du pixel correspond à la résolution spatiale et son contenu correspond à l'intensité du rayonnement réfléchi ou émis. Cette intensité est exprimée en niveaux de gris (0–255).

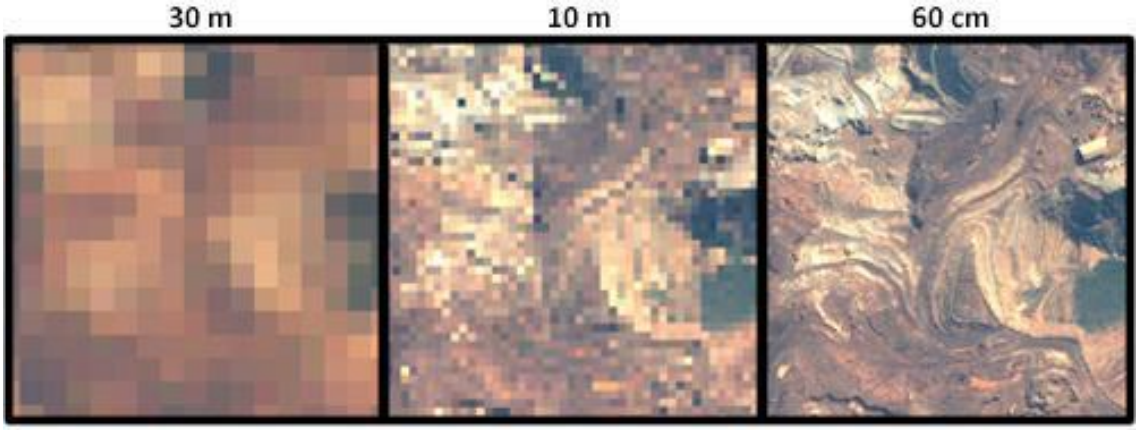


(Document CCRS/CCT)

III.2 La notion de résolution spatiale :

Généralement, nous pouvons dire que la résolution spatiale nous indique la distance minimale entre deux objets voisins (ayant un bon contraste), qui sont vus par le capteur comme des objets distincts. Cette distance minimale sera donc fonction du type de capteur utilisé ainsi que de la distance qui le sépare des objets.

La taille du pixel au sol est une caractéristique importante puisque c'est elle qui déterminera les éléments pouvant être distingués sur une image. Par exemple, une route d'un quartier peut être visible comme un élément distinct du terrain avec une résolution spatiale de *lm x 10m*, mais indissociable de son environnement à partir de *30m x 30m*.

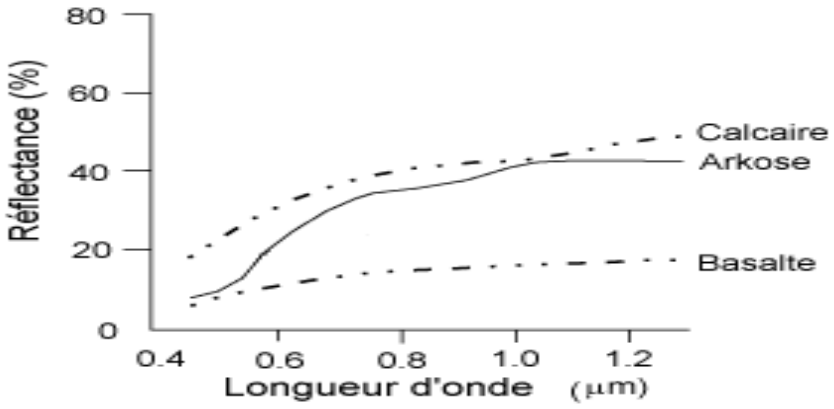


Résolution spatiale des images du Quickbird (Document Digital Globe 2008)

III.3 La notion de résolution spectrale :

La résolution spectrale est déterminée par la largeur des bandes spectrales utilisées par le capteur ainsi que par le nombre de bandes. Il est évident, qu'un grand nombre de bandes spectrales étroites peut nous aider à mieux évaluer la signature spectrale de différents objets.

Certains types d'objets, ayant des classes spectrales très spécifiques, seront plus faciles à différencier en utilisant un intervalle de longueur d'onde beaucoup plus fin.



Document CCRS/CCT

III.4 La notion de résolution radiométrique :

La résolution radiométrique exprimela capacité d'un détecteur de mesurer des faibles variations de la quantité du REM. Elle est fonction du système de détection mais aussi du nombre de niveaux de gris utilisés pour créer l'image finale. Ainsi, le même territoire observé sur une image crée avec une échelle de 4 niveaux de gris montre beaucoup moins de nuances qu'une image à 256 niveaux de gris. La plupart des capteurs actuels utilisent des échelles de gris en 8 bits (28= 256). Des capteurs avec un enregistrement de 12 ou 16 bits existent également.





Document CCRS/CCT

4 niveaux de gris (2 bits)

255 niveaux de gris (8 bits)

III.5 La notion de résolution temporelle :

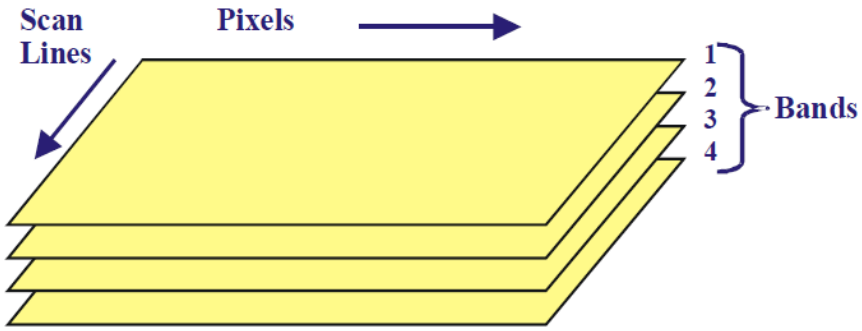
La résolution temporelle exprime le nombre de jours nécessaires pour qu'un satellite puisse observer de nouveau la même région. Par exemple, un système satellitaire avec une résolution temporelle de 18 jours ne peut être utilisé à l'étude d'un phénomène dynamique nécessitant des observations tous les 3 jours, même si les autres caractéristiques de l'imagerie sont adéquates.

Notons que le satellite SPOT offre la possibilité de viser un site sur commande permettant ainsi d'assurer une excellente résolution temporelle. Sans manœuvre, la résolution temporelle de SPOT est de 26 jours, 16 jours pour LANDSAT TM et 14.5 jours pour NOAA- AVHRR.

III.6 La notion de bandes :

Les données images comprennent un certain nombre de bandes d'information. Chaque est une sorte de fichier de données, soit pour :

- Une portion spécifique du spectre électromagnétique;
- La combinaison ou le rehaussement de la bande originale;
- La création de nouvelles bandes à partir d'autres sources.;



Structure d'une image multi spectrale

Les longueurs d'onde sont approximatives, les valeurs exactes dépendent des instruments du satellite :

Bleu (450/515-520 nm) : est utilisé pour l'imagerie atmosphérique et l'eau profonde, et peut atteindre moins de 50m de profondeur dans l'eau clair;

Vert (515-520/590-600 nm) : est utilisé pour l'imagerie de la végétation et les structures en eaux profondes jusqu'à 30m dans l'eau claire;

Rouge (600-630/680-690) : est utilisé pour l'imagerie d'objets fabriqués par l'homme, sol et végétation, et peut atteindre jusqu'à 9m;

PIR (750/900 nm) : est principalement utilisé pour l'imagerie de la végétation;

MIR (1550/1750 nm) : est utilisé pour la végétation, la teneur en humidité du sol et quelques incendies de forêts;

MIR (2080/2350 nm) : est utilisé pour le sol, pour l'humidité, les caractéristiques géologiques, les silicates, les argiles et les incendies;

Infra-rouge thermique (10400/12500) : utilise le rayonnement émis au lieu de réfléchi, pour l'imagerie des structures géologiques, les incendies, etc.

RADAR : utiles pour la cartographie de terrain et pour 'la détection d'objets divers

Chapitre IV

MATERIEL ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL

INTRODUCTION :

Pour la réalisation de ce travail il était impératif d'avoir une très bonne connaissance du terrain d'étude des techniques de traitement des images satellitaire et une très bonne bibliographie.

Dans ce chapitre on va essayer de faire illustrer les démarches entreprises dans le traitement des images satellitaire et donner quelques descriptions des phases et leurs utilités, il faut signaler qu'il n'entre pas dans le cadre de notre thématique d'insister sur les différents traitements qui peuvent exister dans ce domaine qui ne cesse d'évoluer de jour en jour.

On rappelle aussi que notre problématique et focalisé sur l'apport de l'imagerie satellitaire dans l'étude diachronique sur la végétation.

Plusieurs travaux très intéressant nous ont étaient d'une très grande utilité qui nous permis d'éclaircir certains volets de notre étude et nous ont aider à prendre des décisions sur la méthodologie de travail On peut citer ceux de GUETOUCHE, 1991 et KINECHE, 1983. Le premier a réalisé une carte d'érosion, en utilisant l'indice de végétation comme technique de base pour identifier le couvert végétal. Le deuxième a essayé de réaliser une carte de végétation avec une classification non supervisée avec des images LANDSAT MSS dont il a déclaré qu'il été quasiment impossible de caractériser les formations végétales avec ces différentes espèces. En outre il affirme que la discrimination entre feuillus et résineux est possible, et que les autres thèmes d'occupation du sol sont bien discriminables.

I. MATERIEL :

Pour la réalisation de cette étude il nous a été requis de se disposer de plusieurs documents, et de logiciels, etc.

I.1 Cartes:

- **Carte d'état-major:** on a utilisé les cartes suivantes :
  - ✓ Carte de BLIDA 1/50 000 (INC,1989)
  - ✓ Carte de MEDEA 1/50 000 (INC,1989)
  - ✓ Carte de TABLAT 1/50 000 (INC,1989)
  - ✓ Carte de BLIDA 1/50 000 (IGN, type 1922)
  - ✓ Carte de MEDEA 1/50 000 (IGN, type 1922)
  - ✓ Carte de MEDEA 1/200 000 (IGN, type 1960)

- **Carte Thématiques :**
  - ✓ Carte des unités écologiques du parc national de Chréa au 1/5000 (Conservation des Forets, Parc National de CHRÉA, 1990).
  - ✓ Carte des versants Nord de CHRÉA 1/1000 (INA 1988)
  - ✓ Carte international du tapis végétal et des conditions écologiques au 1/1000000 (Barry et al,1974)
  - ✓ Carte d'occupation des sols de Médéa au 1/50000 (B.N.E.D.E.R ,1985)
  - ✓ Carte géologique de l'Algérie, feuille de Blida au 1/200000 (O.N.I.G, 1984).

I.2 Image satellitaire :

Pour la réalisation de cette étude basée sur l'imagerie satellitaire dans le suivi du couvert végétal, nous avons opté à la durée la plus long possible de plus de dix ans qui est suffisamment significatif pour décelé tous changement sur le couvert végétal, et vu les coûts financiers énormes de ces images satellitaires, il a été ingénieux de procuré des images LANDSAT fourni gratuitement par le site d'EROS. **https://earthexplorer.usgs.gov/**

Ce sont des images de grande amplitude terrestre avec une résolution de 30 m. le site propose plusieurs images dans chaque année depuis 2000, les meilleures images sont celles prise en période de la remonté végétative depuis le mois de mars jusqu'au mois de juillet avec une priorité indispensable qui est celle de ne pas avoir de nuage couvrant la zone d'étude lors du passage du satellite

Pour cela nous avons décelé deux images, une en 2000 du LANDSAT 5 et l'autre en 2018 du LANDSAT 8

La période de 18 ans est une période relativement longue les changements et les différents effets naturels et anthropiques vont être facilement décelable en théorie ; Voici les caractéristiques de chaque image :

- ❖ LANDSAT 5// Image landsat LT05_L1TP_196035_20000304_20180312_01_T1
  DATE DE LA PRISE :04 Mars 2000
  Dims: 7721 x 7851 x 1 [BSQ]
  Size: [Unsigned Int] 121,298,298 bytes.
  File Type : TIFF
  Byte Order : Host (Intel)
  Projection : UTM, Zone 31 North
  Pixel : 30 Meters
  Datum : WGS-84

- LANDSAT 8// Image landsat LC08_L1TP_196035_20180407_20180417_01_

  DATE DE LA PRISE :07 Avril 2018

  Dims: 7991 x 7211 x 1 [BSQ]

  Size: [Byte] 57,681,138 bytes.

  File Type : TIFF

  Byte Order : Host (Intel)

  Projection : UTM, Zone 31 North

  Pixel : 30 Meters

  Datum : WGS-84

C'est une image du Satellite nouvellement opérationnel à partir du mois de février un capteur Oli (Neuf bandes) et un capteur infra-rouge thermique (02 Bandes) que voici ces caractéristiques

Satellites :
LANDSAT 8 (11/02/2013 - opérationnel)

Capteur OLI

Bande	Bande spectrale	Résolution	Domaine
1	0,435 - 0,451 µm	30 m x 30 m	Coastal/Aerosol
2	0,452 - 0,512	30 m x 30 m	Blue
3	0,533 - 0,590 µm	30 m x 30 m	Green
4	0,636 - 0,673 µm	30 m x 30 m	Red
5	0,851 - 0,879 µm	30 m x 30 m	Near-Infrared
6	1,566 - 1,651 µm	30 m x 30 m	SWIR-1
7	2,107 - 2,294 µm	30 m x 30 m	SWIR-2
PAN	0,503 - 0,676 µm	15 m x 15 m	Panchromatique
Cirrus	1,363 - 1,384 µm	30m x 30 m	

Capteur Thermal Infra red (TIRS)

Bande	Bande spectrale	Résolution	
10	10,60 -11,19 µm	100 m x100 m	TIRS-1
11	11,50 -12,51 µm	100 m x100 m	TIRS-2

Ref. Site internet Https:\\www.eoedu.belspo.be/fr/landsat.htm

I.3 Relevés floristiques :

La vérification sur terrain est une étape décisive dans le traitement des images satellitaires. La classification des néo canaux qui résulte de chaque opération contient toujours des erreurs qu'il faut les enlevés par vérification sur terrain de chaque parcelle.

Ces relevés de terrain (Annexe), sont réalisés à la base d'un échantillonnage aléatoire, qui se traduit par des transects pris entre deux points d'une communauté, les relevés sont pris en tenant compte, des changements d'expositions, d'altitude et de la physionomie végétale sur des surfaces homogènes du point de vue floristique et écologique.

Les caractères écologiques, la localisation et d'autres facteurs, sont résumés dans des formulaires réalisés à partir du document de GODRAN et al (1980). Appelé Formulaires d'Inventaires écologique de la végétation.

I.4 Matériel informatique :

L'utilisation de l'outil informatique est devenue indispensable pour le traitement des données qui sont devenue colossale au fil du temps, le matériel doit être très performent sur le point de vu vitesse de calcule pour le gain en temps de travail et sur le point de vue Capacité de mémoire et de stockage vu les quantités d'informations et des données en entré et en sortie des calcules

La numérisation des cartes et des documents peut se faire avec un scanner de dimension A4 et A0 pour le grand format. Ces données vont servir pour alimenter les bases de données des SIG et facilite l'interprétation et la prise de décision lors des traitements.

Les résultats obtenus sont sauvegardés sous forme numérique ou imprimé avec des tables traçantes A0,

I.5 Logiciels

Ce sont de puissant programme de SIG et de traitement d'image satellitaires pour notre travail nous avons utilisé :

ENVI 5.0 : Conçue pour le traitement des images satellites, il peut faire tous les calculs et traitements possibles, et peut réaliser des systèmes d'informations géographiques, son interface riche en commande vous donne une plasticité d'utilisation mieux que d'autre rival.

ARCGIS 10.4.1 : de ESRI le plus complet des logiciels des SIG avec une boîte à outil généreuse qui passe de la digitalisation et la vectorisation des cartes au traitement d'image satellitaires et à la modélisation des phénomènes naturels, très fastidieux dans les mises en page et le géo référencement.

Global MAPPER : Un logiciel shareware très efficace pour le traitement de fichier vecteur des Platform SIG et des images radar il peut générer plusieurs cartes thématiques pour différent service comme la télécommunication la surveillance l'environnement et les forêts.

GOOGLE EARTH PRO : Indispensable dans les traitements et la validation des données interprétées. La grande résolution des images limite les déplacements sur terrain dans les zones inaccessibles donc un gain de temps et d'argent

MAPINFO 10.1: Logiciel des systèmes d'informations géographiques par excellence, IL nous a aidés dans la génération des modèles numériques de terrain, dans la superposition des différents documents cartographiques a différente échelle sur l'image satellitaires.

EXCEL et ORIGINE : Ce sont les softwares par de Microsoft et Microcal, nous les avons utilisés pour l'exploitation statistique de nos données et résultats.

.**WINRAR** : Méta programme pour la compression et la défragmentation de fichiers, vu les grands espaces de mémoire qu'occupent les images et les résultats des traitements, le transport ou l'archivage en espaces réduit et possible.

II. METHODES :

En Télédétection, la thématique conditionne les choix méthodologiques et des données en fonction de l'échelle adoptée. Le traitement d'image proprement dit, regroupe l'ensemble des méthodes informatiques permettant de rehausser la qualité spectrale et spatiale des images, aboutissant à une meilleure interprétation :

- ✓ Correction géométrique, radiométrique et atmosphérique.
- ✓ Amélioration visuelle de l'image, en vue d'une bonne interprétation (accentuation des contrastes, composition colorée, analyse en composante principale, radio…)
- ✓ Reconnaissance automatique des formes (Filtrage numérique).
- ✓ Classification supervisée et non supervisée.
- ✓ Fusion des images avec des modèles numériques de terrain (MNT), Pour une génération d'images en 3D.
- ✓ Intégration des données images dans les systèmes d'information géographiques (SIG).

Pour notre travail, nous avons adopté le processus de traitements pour les deux images satellitaires qui est le suivant :

II.1 PRETRAITEMENT :

Visualisation de la scène

Les deux images comportent chacune plus de 57 623 101 de Pixel de 30 m (7991 x 7211) ce qui nous donne une région de plus de 230 km de côté avec une superficie qui avoisine les 52900 km^2.

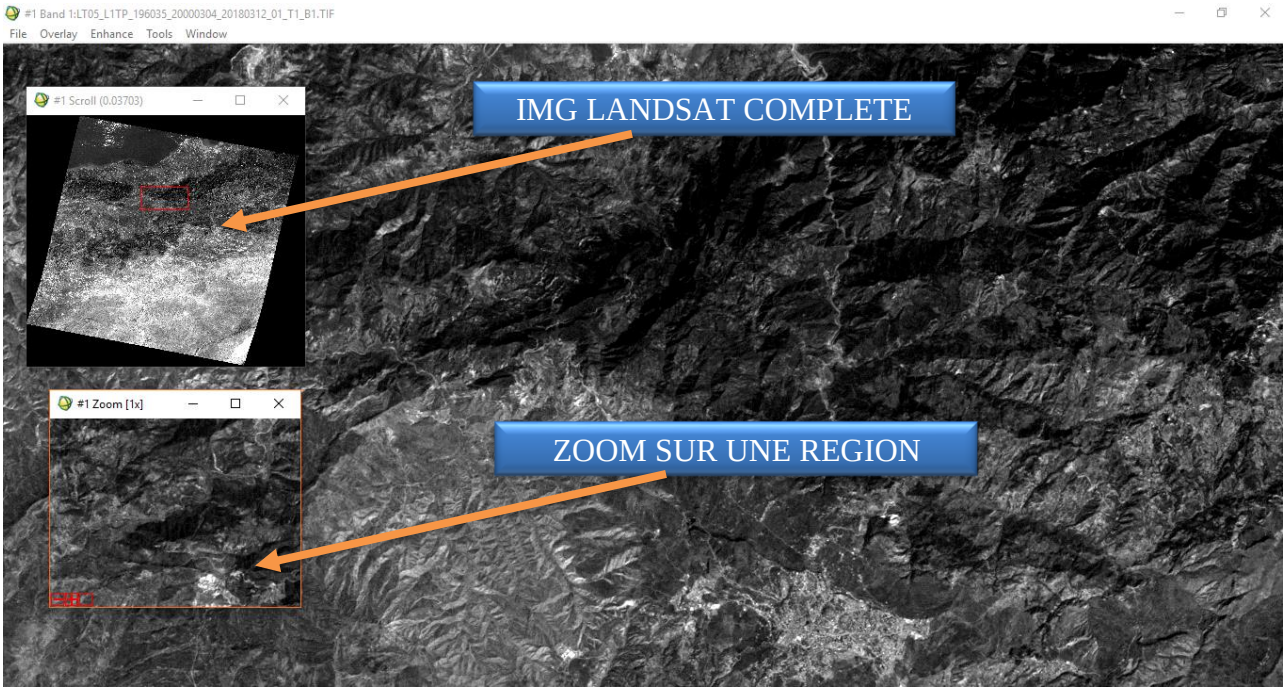


Figure 13 :Visualisation de la scène au niveau de gris de l'image satellitaire

Extraction de la région d'étude :

Le PNC ne représente qu'une fine partie de l'image toute entière, l'extraction de la zone d'étude permet la réduction des temps de calculs lors des traitements et diminue les volumes de stockage

La zone d'extraction compte 1686 colonnes et 1093 ligne, avec 1842798 pixels couvrant une superficie de 144 475 km^2. Cette fenêtre englobe les 7 bande TM de chaque image

Correction géométrique :

L'image brute livrée aux utilisateurs doit être redressées par rapport à un référentiel cartographique (LAMBERT, UTM WGS 84 J31 ou autre). Afin qu'elle puisse être superposables aux paysages et permet son exploitation sur les différents plate-forme de traitement d'image et SIG.

Trois étapes sont nécessaires à la réalisation d'une correction géométrique (FRALIT, 1981 ; JOLY, 1986) :

- **Repérage des points de calage** (Amers ou Grounds Control point) :

Sur l'image brute et sur son homologue ces point doivent être bien visibles (Angle de parcelle, croisements de routes...etc.) et bien réparties. La qualité de la correction géométrique est liée aux nombres de points de calage. Plus ils sont nombreux et bien répartis plus la correction est bonne.

On calcule la relation entre les points du fichiers source (Image brute) et le fichier référence (la carte topographique). Par une relation qui peut être linéaire de type $y= a x + b$ ou non linéaire.

Dans ce cas on utilise une fonction polynôme de degré plus élevé, en relation avec le nombre de point sélectionné. On crée ensuite une nouvelle grille dans le référentiel choisi, et on procède à l'affectation des valeurs de pixel de l'image brute à ceux de la nouvelle grille (image corrigée).

Les points d'appuis image coïncide avec les points de la nouvelle grille, dans la nouvelle projection, on obtient ainsi une image géo référencée.

L'image dont nous disposons pour les différents traitements, est corrigée géométriquement par le Centre EROS

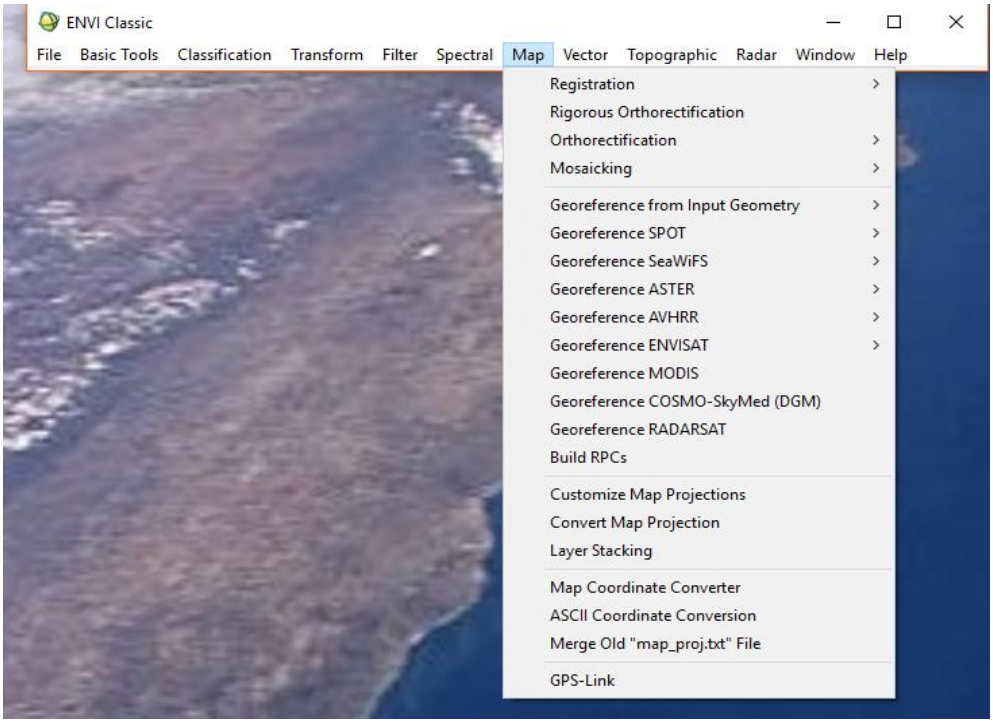


Figure 14 :Diffèrent possibilité pour le calibrage de l'image satellitaire qu'offre l'interface ENVI

Etalement dynamique

Les manipulations des niveaux de gris sont des opérations globales qui portent sur la radiométrie du pixel ; elles modifient la dynamique des niveaux de gris d'une image et transforme son histogramme a une forme plus simple.

Ce traitement permet notamment l'amélioration de l'aspect visuel d'une image par expansion de contraste et la réduction des classes de niveaux de gris

L'image est présentée sous forme d'histogramme mono dimensionnel, l'abscisse représente les classes de niveau de gris allant de 0 à 255, et les ordonnées leurs fréquence (fig. 13)

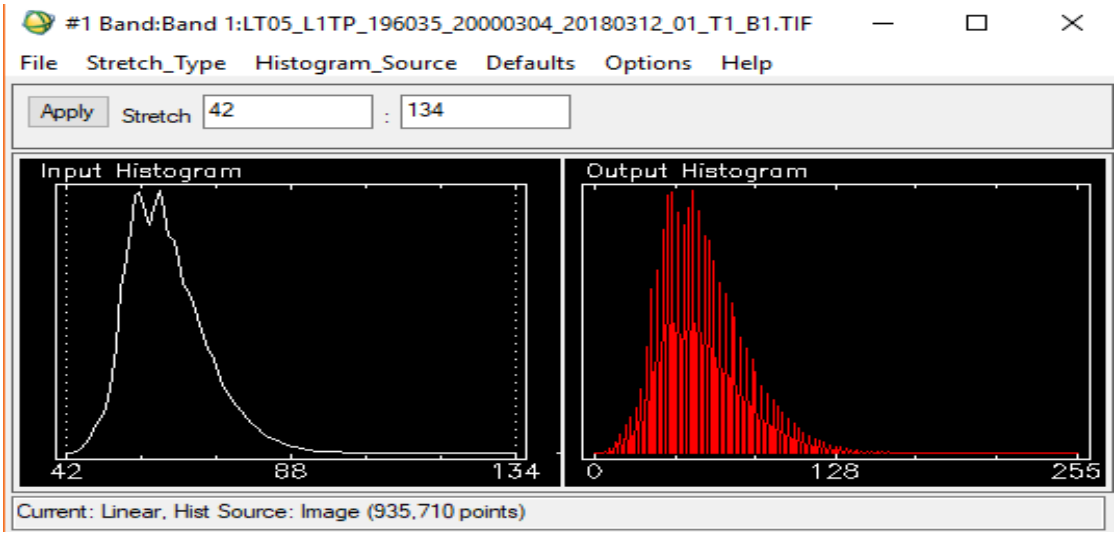


Figure 15 : Etalement dynamique de l'image satellitaire sur les pixels des valeurs allant de 42 à 134

Les filtres :

Ce sont des transformations locales d'images, elles opèrent sur les voisinages des points de pixel. Ces techniques de filtrages d'images en niveaux de gris, peuvent être utilisées en télédétection sur des canaux d'image multi-spectrale pour plusieurs raisons qui peuvent être pour le rehaussement ou l'extraction des contours, pour homogénéiser les régions perturbées par les bruits due à l'atmosphère ou pour la manipulation des formes (morphologie)

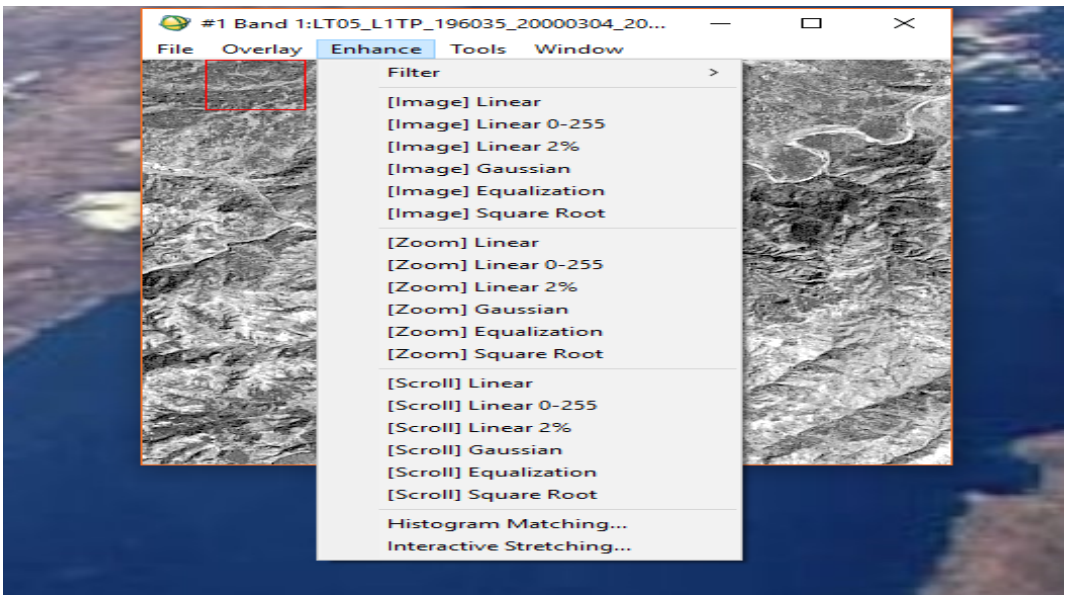


Figure 16 : Barre d'outil sur ENVI pour exécution des Filtres

Modèle numérique du terrain (M.N.T) :

Un Modèle numérique de terrain, est une représentation numérique du relief d'une zone symbolisée par une grille. A chaque pixel correspond une altitude réelle ou relative de la zone étudiée. Pour la génération de ce MNT nous avons vectorisé avec MAPINFO les courbes de niveau des cartes topographique de MEDEA au 1/200 000 et les cartes de BLIDA et TABLAT au 1/50 000 le fichier résultant est traité avec GLOBAL MAPPER qui nous a permis de générer une vue en 3 dimension de la région d'étude.

Le MNT permet d'établir des profils en long à travers tous le PNC et avoir une carte d'exposition de pente et de visibilité de n'importe quel point choisi

II.2 TRAITEMENT

Les ratios :

Correspond à la combinaison linéaire des canaux, créer à partir de la bande rouge et infra-rouge (BARIOU et al, 1985)

Indice de végétation :

Normalized difference vegetation index (NDVI)

D'après JACKSON et al (1983), l'indice de végétation idéal devrait être sensible aux couvert végétal, insensible à la brillance et à la couleur des sols.

Une étude réalisée par BANNARI et all (1996) sur divers indices, a montré que le NDVI est un excellent indice pour la caractérisation de la végétation dans les milieux ou le recouvrement est supérieur à 60¨%. D'autre auteurs comme ESCADAFALE (1989) à utiliser cet indice dans les zones à recouvrement supérieur à 30%

Pour notre région ces taux de recouvrement existent et même plus ce qui nous amène à faire de cette indice comme référence lors des traitements pour l'extraction des zones a couverture végétal

L'indice de végétation normalisé repose sur le fait qu'un végétal absorbe les rayonnements dans le Rouge et réfléchie dans le Proche Infra-Rouge, la formule est donnée de la façon suivante :

$$NDVI = \frac{PIR-R}{PIR+R} \quad \text{Ce qui correspond à} \quad NDVI = \frac{TM4-TM3}{TM4+TM3}$$

Le NDVI est compris entre les valeurs allant de -1 à +1 pour avoir des valeurs plus interprétable et plus exploitable on le multiplie par 100.

Une forte valeur du NDVI traduit une forte activité chlorophyllienne avec une biomasse végétale importante, par contre une fable valeur, ressors soit les milieux à faible couverture végétale, soit la présence de zone d'ombre (KHINECHE, 1983)

Indice de brillance :

Au contraire du NDVI, l'indice de brillance amplifie l'effet de sol, met en évidence son humidité, sa granulométrie et la rugosité des surfaces, il fait ressortir les zones à faible couverture végétale et les sols nus. Sa formule est la suivante :

$$IB = \sqrt{R^2 + PIR^2}$$

Analyse en Composantes Principales (A.C.P) :

L'analyse en composante principales est une méthode statistique qui permet la réduction du nombre de variable et en particulier le nombre de canaux (ESCADAFALE,1989 ; MANIERE et al , 1992). L'ACP génère de nouveaux néo- canaux appelés composante principale. La première est porteuse du maximum d'informations dont la variance en générale est comprise entre 80 à 90 %

La composition colorée :

La connaissance des comportements spectraux théorique de la végétation et des sols permet de réaliser une première identification des principaux composants du paysage sur une composition colorée.

Avec les données de LANDSAT, une composition colorée peut être réaliser à partir des trois bandes spectrales TM1 TM2 ET TM3, puis à chacune d'elle on attribue une couleur primaire. Pour les longueurs d'ondes de 450 nm à 520 nm (TM1), On attribue le BLEU, aux longueurs d'ondes de 520 à 600 nm (TM2), le VERT et aux longueurs d'ondes de 630 à 690 nm, (TM3), le ROUGE.

La superposition des trois bandes nous donne une image fausse couleurs, une nouvelle image un néo-canal appelé composante colorée

Pour l'interprétation de la composition colorée, des règles générales ont été définies (JACQUEMINET,1996):

- Le rouge vif indique la végétation verte très active : les faibles valeurs de réflectance de la végétation en activité chlorophyllienne dans le visible (la quantité d'énergie renvoyée dans le vert est faible : l'absorption est infra-rouge, codé en magenta sur la composition colorée.
- Le rouge violet à marron –rouge : la végétation verte moins active ou en mélange.
- Le marron-brun : Indique de façon générale, la végétation au repos
- Le bleu et le bleu- noir : des surface d'eau.
- Le bleu-vert : les sols recouverts d'herbes sèches, peu réfléchissant.

- Le bleu, le gris-beige : les sols nus, assez réfléchissants, très sec, La composition colorée constitue une synthèse de l'information contenue dans les différentes longueurs d'onde. Son analyse permet d'identifier les composants du paysage et de percevoir leurs distributions spatiales en vue verticales.

II.3 TRAITEMENTS PROPREMENT DITS :

Les traitements et prétraitements effectués sur l'image, vont aboutir à des néo-canaux. A ce stade une connaissance générale sur les grandes composantes du milieu est acquise, la couverture végétale est visible, et les autres occupations du sol sont bien localisées sur les deux images LANDSAT.

Pour approfondir l'analyse du milieu avec plus de finesse on doit passer aux traitements proprement dits.

Ces traitements sont réalisés par une segmentation d'image (ROBIN,1999), avec plusieurs méthodes de classification de pixels le principe et un algorithme qui fait regrouper les pixels qui révèlent une similarité du point de vue radiométrique dans une classe.

On distingue deux grands types de classifications :

Classification non- supervisées :

Appelée aussi méthode des nuées dynamiques, utilisées lorsque l'on ne dispose pas d'informations a priori sur la zone d'étude. Elle est basée sur la classification par critère statistique, en regroupant les pixels d'après leurs relations de proximité dans l'espace des données radiométrique, indépendamment de toute autre hypothèse sur la relation terrain – image (ESCADAFAL,1989).

Classification supervisées :

Utilisées lorsqu'on dispose d'informations préalables sur l'image à classer (photographies aériennes, cartes thématiques, relevés de terrain…).

On intervient en premier, en choisissant un nombre de classes repérable sur l'image. Ces classes correspondent à la réalité du terrain. Elles seront ensuite digitalisées sur l'image satellitaire est codées, une fois l'information est saisie par le programme qui est l'ENVI dans notre cas, l'algorithme assemble les pixels qui présente un degré de similitude avec les classes choisies. Le degré de similitude peut être choisie en fonction du besoin et du résultat obtenu par rapport au néo canal de sortie.

ENVI offre trois types de classifications supervisées :

- **Méthode parallélépipède** : la plus rapide et la moins élaborées. Le calcul se fait par l'agrégation des pixels par le minimum de vraie semblance.
- **Méthode de la distance minimum :** au centre des classes, elle est rapide, utilisées lors d'une classification de zone d'entraînement à très petites surface.

Méthode du maximum, de vrais semblances (fig. 15), la plus lente mais donne les meilleurs résultats. Ici les calculs se font d'une manière minutieuse, un traitement comme cela peut prendre beaucoup de temps.

Pour réaliser notre image classée, nous avons suivi les étapes suivantes :

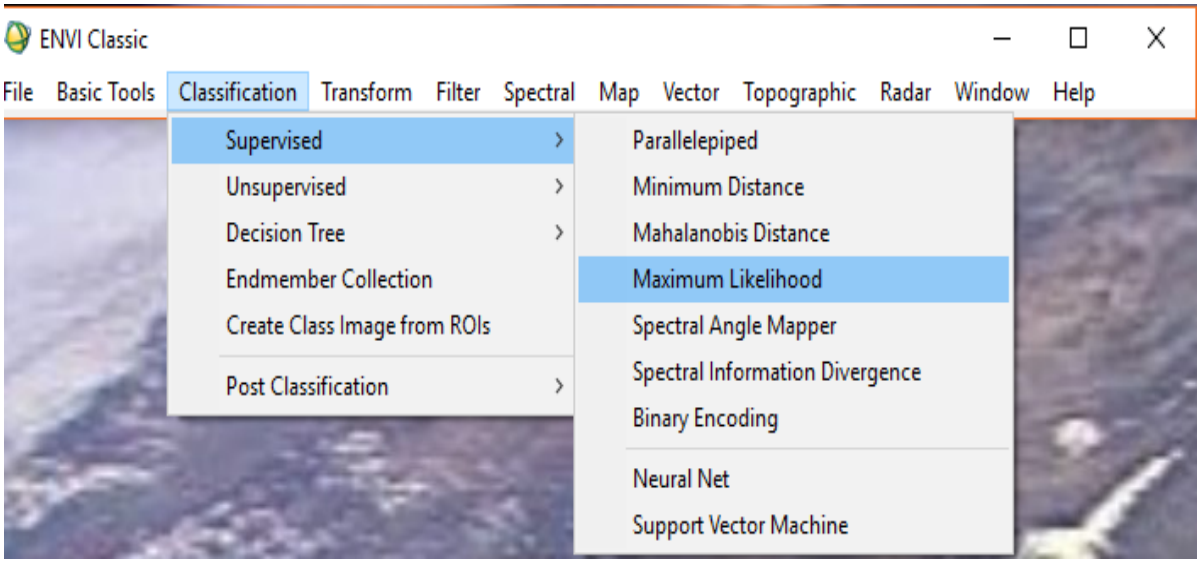


Figure 17 : Interface ENVI pour réaliser les différents Classification des images satellitaire

Sélection d'échantillons :

Ce sont des parcelles d'entraînements (training simple), ils représentent les classes d'occupations des sols qui vont figurer sur l'image classée. Ils sont digitalisés directement sur écran en polygones, chaque site peut être retrouvé à différent endroit de l'image.

Pour la création des classes nous étions confrontés à deux contraintes.

- **La première contrainte :** est l'évaluation du nombre et critère de chaque site test. Pour cela nous avons partagé les classes en deux groupes, un pour les classes végétales et l'autre pour les non végétales.

Les classes végétales ont été décelées à partir du tri de l'ensemble des relevés de terrain. Selon la formation végétale existante, il nous a ressorti trois grandes formations végétales, Forêt, maquis , pelouse.

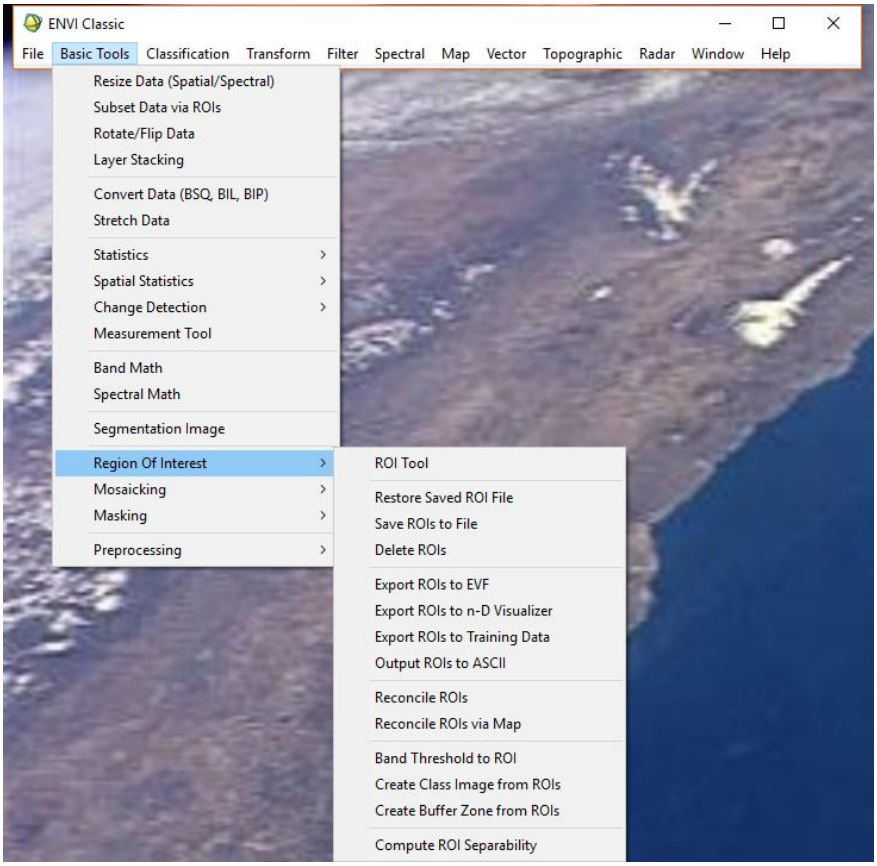


Figure 18 : Interface ENVI pour vectorisé les parcelles d'entraînement qui vont servir à la classification supervisée

Chacun de ces formations contient plusieurs espèces qui peuvent définir la nature de chaque classe. Nous avons choisi de prendre l'espèce dominante de chaque site test, puisque selon GODRAN et al (1968) : « certaines espèces sont dominantes, soit parce qu'elles sont caractéristiques du paysage végétal par la taille, le nombre, la forme ou la durée des individus (espèces sociales) ». En pratique sur une image satellite, la majorité des pixels couvrent une zone hétérogène, la réflectance exprimée dans le pixel, ne représente que la moyenne pondérée par la surface des réflectances des différentes cibles pures (LENNON et al, 1999). Ce qui fait que la réflectance exprimée dans un pixel de végétation n'est que celle des espèces dominantes.

En ce qui concerne les classe non végétales (Battis, Oued, sol dénudé … etc.) leurs localisations a été plus ou moins facile à partir des documents et les traitements que nous avons effectués.

➢ **La deuxième contrainte :** est le nombre de pixels à retenir pour chaque échantillon, c'est-à-dire la surface de chaque site test. Selon FORESTER (1985), il faut quatre pixels par objet pour en permettre l'identification. Sachant que l'image avec une résolution de 30 m pour un pixel, on s'est fixé un nombre minimal de 16 pixels ce qui fait que chaque parcelle d'entraînement a une superficie minimale de 480 m^2.

Evaluation de la qualité des échantillons :

Afin d'éviter des erreurs lors du classement, on a procédé à l'évaluation de la qualité des échantillons choisis, on les représentant dans un graphique établi à partir de leurs radiométries dans le rouge et le proche infra-rouge.

Cela ressort les sites qui peuvent appartenir à une classe qui n'est pas la sienne.

Les sites en zones de chevauchement contiennent des pixels qui présentent une hétérogénéité du point de vue radiométrique, ce qui les met en confusion avec d'autres sites. Leurs éliminations de la digitalisation permettent de diminuer les erreurs lors du traitement.

Sur le graphe on remarque que les confusions qui peuvent apparaître, sont entre les classes de végétation elles- même et les zones d'ombre, pour les sols nus et le bâti.

Evaluation de la classification supervisée :

Elle est très importante avant toute utilisation, elle permet d'éviter d'éventuelle décision fondée sur des informations erronées. La classification peur être entachés par deux types d'erreurs :

La mauvaise classification d'un pixel dans une classe qui n'est pas la sienne.

La non- classification d'un pixel alors qu'il appartient à une classe existante.

Les critères d'évaluation peuvent être qualitatifs (visuelle) ou quantitative (statistique) par construction d'une matrice de confusion. Nous avons utilisé la première, en comparant nos résultats avec les cartes thématiques et les relevés de terrain.

II.4 Evaluation des changements dans le temps :

Une fois tous les traitements réalisés et les résultats des néo canaux résultant de la classification supervisée et non supervisé sont validés. On procède directement à l'étape finale qui consiste a réalisé les cartes de végétation du PNC pour les deux années de 2000 et de 2018

La transaction des données numérique doit se faire depuis l'ENVI à ARCGIS pour une bonne maîtriser et de manipulation de données sur les Platform SIG.

En premier lieu il faut caractériser chaque classe par une couleur distincte et avoir ces superficies.

La comparaison des données obtenus entre les mêmes classes soit végétal ou non par rapport à leurs superficies va ressortir les variations de chacune ce qui va nous permettre d'aboutir à notre but qui est de ressortir l'évolution du couvert végétal dans une période de 18 ans

Résumé

Notre travail consiste en premier lieu à la collecte d'un maximum de données de toute azimute sur la zone d'étude. L'acquisition des images vient en deuxième lieu dont il faut avoir de bonne prise de vue avec un ciel complétement dégagé ci c'est possible cela permettra un meilleur traitement et limitera les erreurs d'interprétation ; la période entre mars et juillet est la plus propice pour l'activité chlorophyllienne accrue.

La deuxième Phase est le prétraitement qui consiste à obtenir des images de bonne qualité visuel par les différents traitements de filtre et de rehaussement

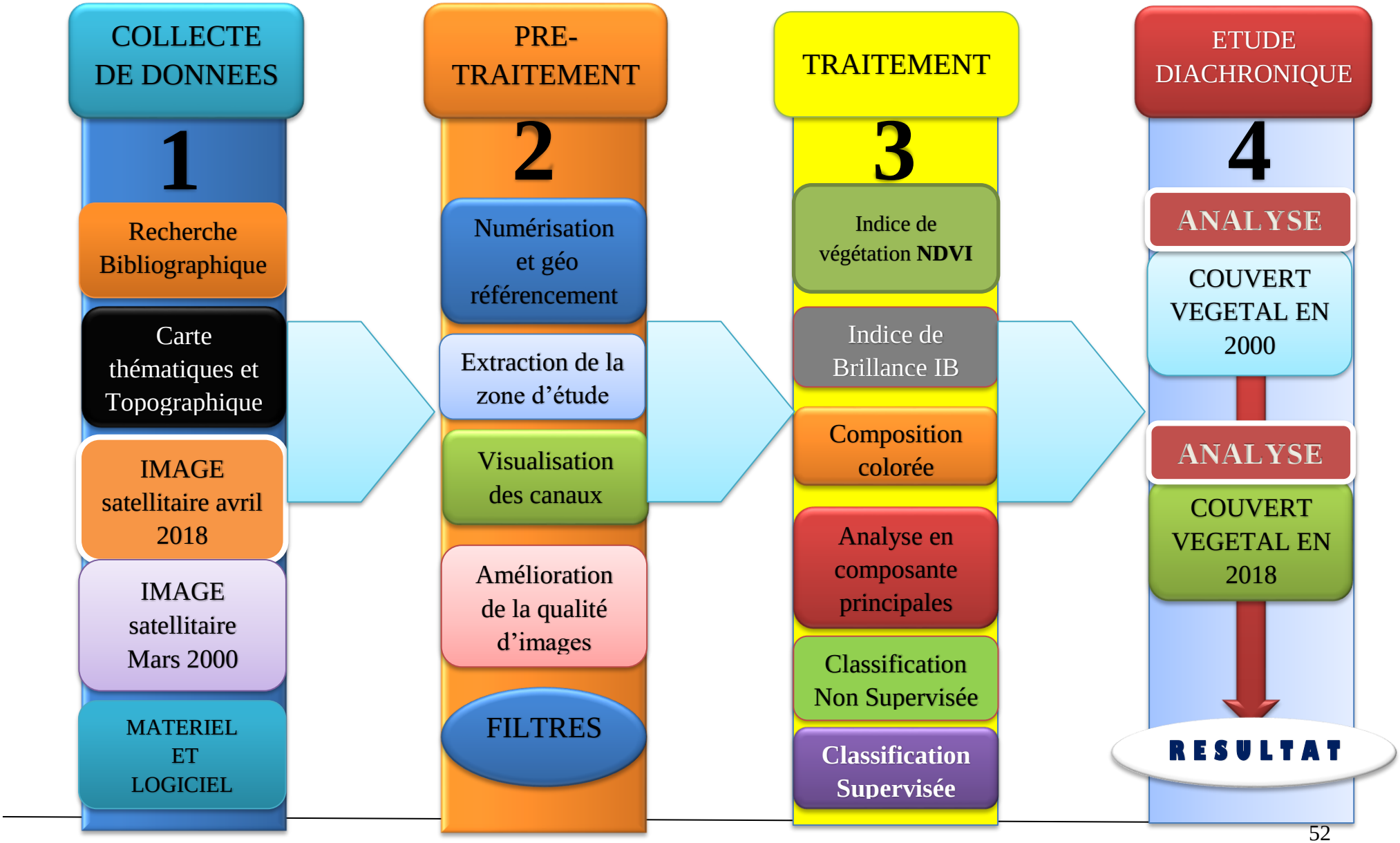
En Troisième lieu en passe directement au traitement des images par différents indices qui sont utilisés sous forme de formules introduites dans les algorithmes selon le besoin et la satisfaction du résultat obtenue.

En quatrième phase et c'est la plus délicate consiste à réaliser une image classée par catégorie de type d'occupation de sol, ici nous avons de type de classification une classification non supervisé c'est la plus rapide car l'algorithme réalise un traitement automatisé par contre la classification supervisée plus lente est une classification assistée par l'opérateur basé sur des parcelles dont la nature de l'occupation est préalablement connue.

La dernière phase est une analyse et une comparaison, entre les images classées de 2000 et de 2018 et faire ressortir le comportement du tapis végétal dans cette période

En fin une évaluation de l'apport de cette Technique du point de vu efficacité avec une critique sur les avantages et les inconvénients (fig. 18).

Figure 19 : Diagramme résumant toutes les phases de traitement jusqu'aux résultats final



TROISIEME PARTIE

RESULTATS
Et
Discussion

Chapitre V

RESULTATS ET DISCUSSION

Dans ce chapitre, on va exposer en détail les différents résultats issus des traitements effectués sur les différentes bandes des images satellitaires. Les opérations de prétraitement et traitement ont été relativement longue et difficile appliquées de la même façon sur les deux scènes celle de mars 2000 LANDSAT 5 et d'avril 2018 LANDSAT 8.

On note que certains néo-canaux, ont été difficilement interprétable les classes thématiques non pas pu être décelées, par contre d'autres néo-canaux ont été claires et superposables aux différentes cartes thématiques que nous avons utilisées.

La Confrontation des résultats des traitements effectuer avec les différents documents collectés et leurs corrections par des relevés floristiques pris sur terrain en utilisant leurs comptes numériques, étaient non pas un moyen pour la reconnaissance des unités paysagères, mais aussi pour éviter des erreurs dans les classements des images satellitaires.

L'utilisation du M.N.T par superposition des différentes cartes scannées et les différents néo-canaux résultant des traitements des images satellitaires. A été d'une très grande efficacité dans l'interprétation des images. Aussi il faut signaler que l'utilisation de GOOGLE EARTH avec son interface en 3D est ces images de haute définition nous a permis de faire des corrections dans des zones non accessibles vu la géomorphologie de la région qui présente un relief accidenté.

I. Prétraitement :

I.1 Amélioration de la qualité des images :

Apres extraction de la zone d'étude qui nous a permis de passer de près 1 gigas de volume à 15 mégas pour chacune des deux images satellitaires nous avons procédé à la prévisualisation des bandes pour nous familiariser avec le paysage et ces composantes.

Les opérations d'amélioration de la qualité visuelle des images consistent à réaliser des traitements pour améliorer la visibilité spectrale par des jeux de combinaison de banses et spatial par modification de teinte contraste et application de filtre.

La texture de l'image constituer par un groupement de pixel dans une région donné est utilisée pour caractériser les variations de niveaux de gris. Dans une image l'information textural est déterminée par la forme et la configuration d'un groupe de pixels de niveaux de gris différents (Lake, 1991, p. 2). Puisque notre thématique porte sur le suivi spatio-temporel de la végétation, nous avons travaillé beaucoup plus sur les bandes du vert et du proche infra-rouge sensible au couvert végétal et a l'activité chlorophyllienne c'est à dire respectivement les bande TM2 et TM4 dans L'image satellitaire de 2000 LANDSAT 5 et les bandes OL3 et OL5 de l'Image de satellitaire de 2018 LANDSAT 8

Rehaussement dynamique :

Appeler aussi étalement dynamique, cette Opération consiste à faire un étalement des classes de niveau de gris de pixels selon le choix. ENVI propose une multitude de choix de rehaussement (Fig. 18)

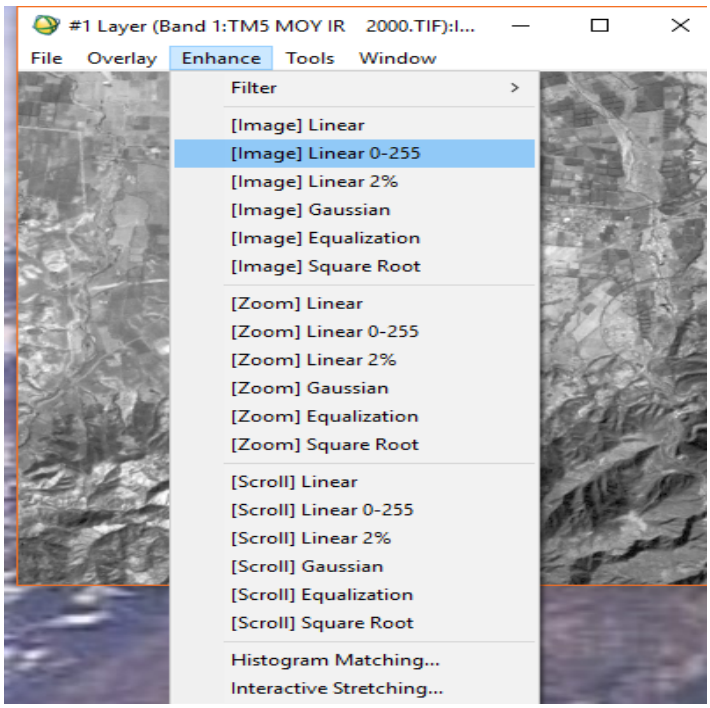


Figure 20 : Interface ENVI pour l'application de plusieurs type de rehaussement sur une image

Cette opération permet d'améliorer la qualité visuelle pour tous les types de rehaussements en général. En ce qui concerne les bandes TM4 PIR la transformation n'est pas significatif lors de l'application des rehaussements par contre dans la bande du rouge TM3 le contraste des niveaux de gris est plus amplifié ce qui rend la reconnaissance du paysage plus fiable figure ci-dessous.

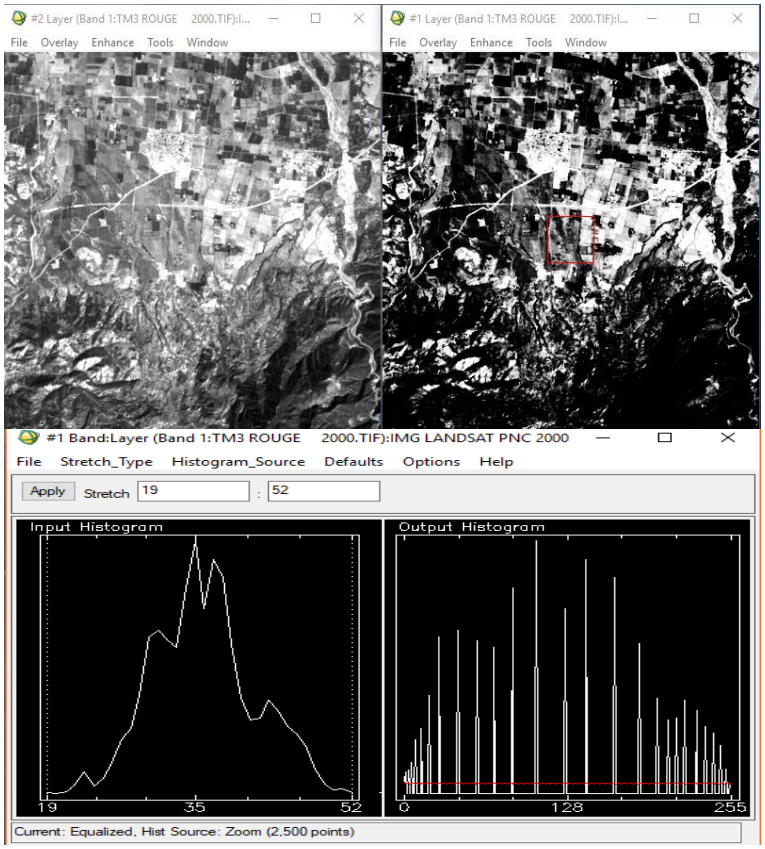


Figure 19 : Application d'un rehaussement d'une image LANDSAT 5 TM 3 pour un intervalle de classe de niveau de gris compris entre 19 et 52

I.2 Filtre :

Le filtrage consiste à isoler les objets qui présentent des signatures spectrales différentes pour les mettre en évidence. Dans notre travail nous avons appliqué deux types de filtres, le premier est un filtre passe haut, destiné à ressortir les fortes variations des comptes numériques des pixels. Le résultat de ces traitements, est une délimitation de certains éléments du paysage. Par exemple on constate que les limites des parcellaires, les oueds et les routes comparées sont bien mise en évidence (fig. 20). Au contraire des zones de végétation ou les limites entre les formations ne peuvent être décelées.

Par contre les filtres passe-bas effectuent un lissage entre les différentes zones du paysage ce qui n'apporte pas grande chose pour l'interprétation surtout dans le massif forestier du PNC

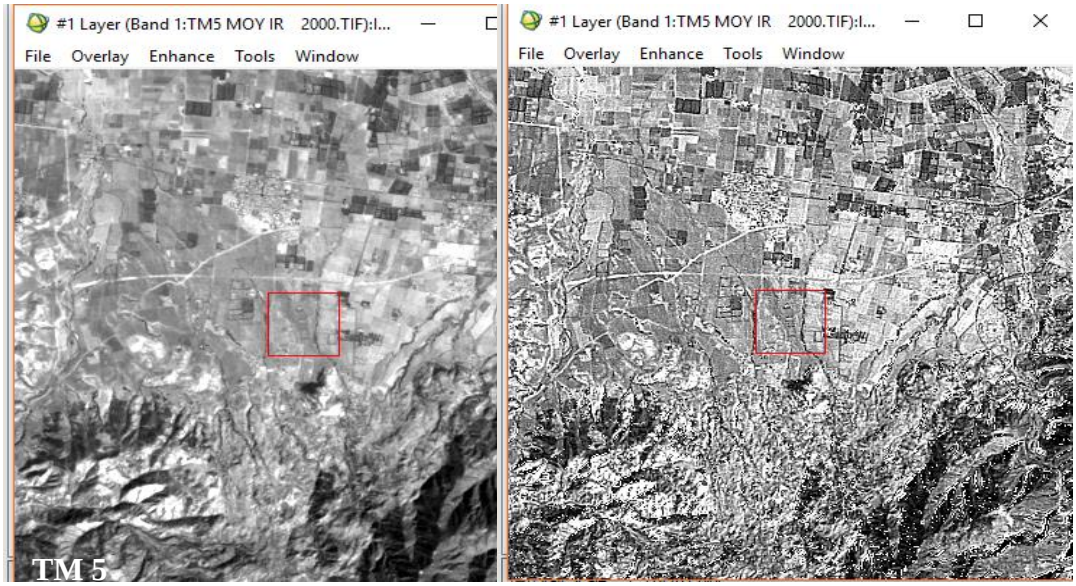


Figure 21 : Application d'un filtre passe Haut pour l'image Landsat 5 TM 4

I.3 Composition Colorée :

La composition colorée se fait par un jeu de trois bandes, pour avoir une image du visible il faut combinée l'image de la façon suivante : la bande TM1 dans le bleu TM2 dans le vert et la TM3 dans le proche infra-rouge.

La composition colorée ci-dessous montre la végétation en rouge le bâti et les sols nu en magenta

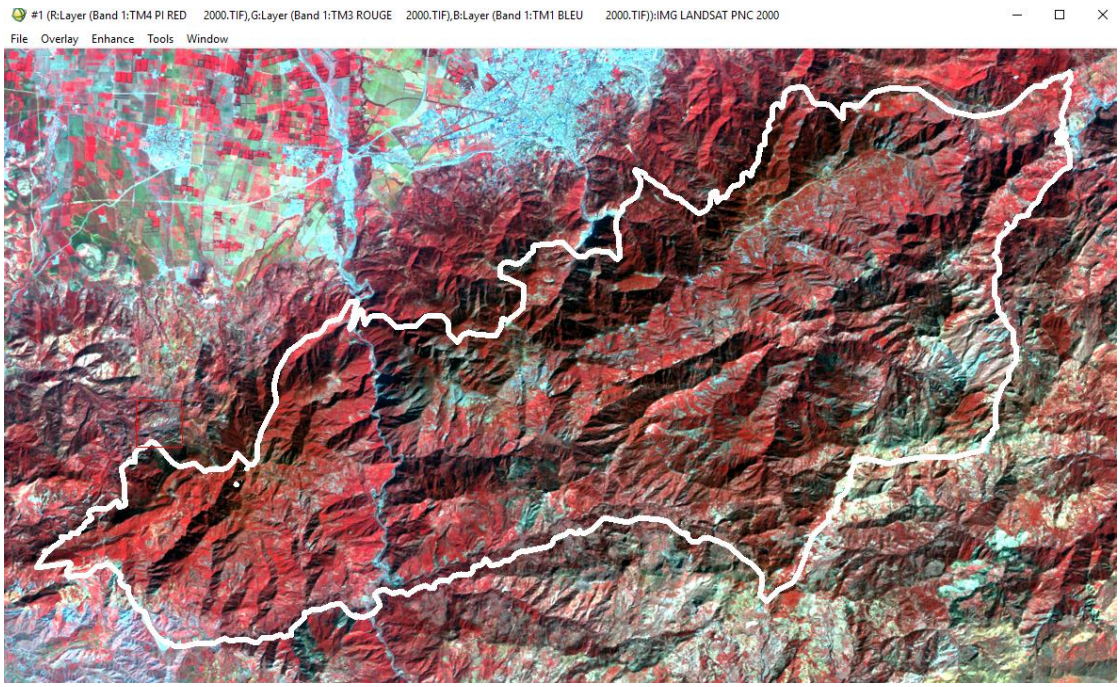


Figure 22 : Réalisation d'une composition colorée à partir des Bande TM4 dans le rouge TM3 dans le vert et Le TM1 dans le Bleu

I.4 Analyses en composantes principales :

Cette analyse revient à rechercher dans l'espace des radiométries de l'image, les axes à plus grandes variance. Nous l'avons réalisé à partir d'une composition colorée des canaux RGB

Dans notre cas, le premier axe est porteur du maximum d'informations. La variance est estimée à 82.90 % représentant des valeurs des plus grandes moindres correspondances pour la première composante figure ci-dessous, le résultat montre que les parcelles des terrain agricole sol terrain et les oueds sont bien distincts, mais la formation végétale est confondue. Le deuxième axe avec 13.87 % correspond à la seconde composante qui est moins précise qui est un bruit dans l'image est ne peut être classé. La troisième composante avec une variance de 3.23 %, est porteuse du plus faible taux d'informations, ce qui le rend inutile.

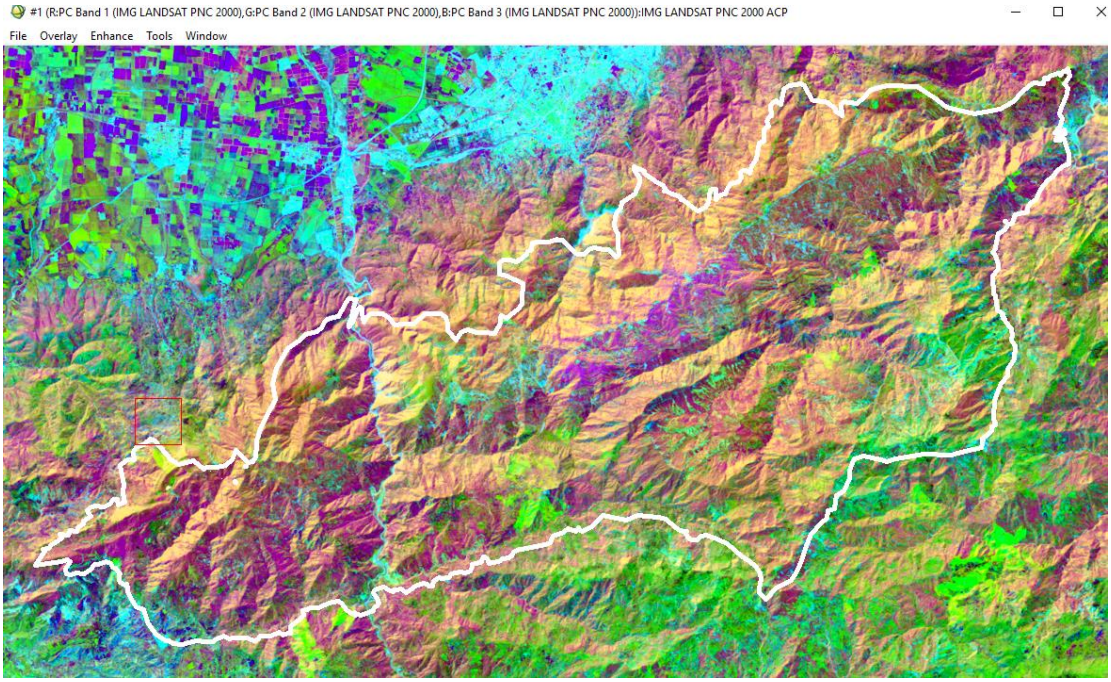


Figure 23 : Image résultante du procédé Analyse en composante principales sur l'image de la composition colorée de la zone d'étude

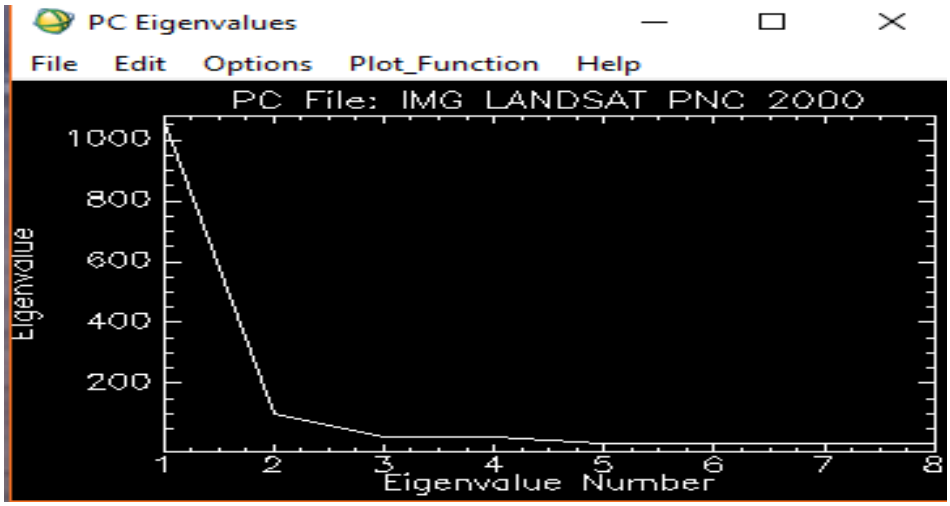


Figure 24 : Histogramme des pixels de l'image généré par L'ACP de la région d'étude

II. TRAITEMENT ;

II.1 INDICE DE VEGETATION NORMALISE :

Interprétation de l'image du NDVI :

Dans notre étude, l'indice de végétation nous a été d'une très grande utilité dans l'identification des classes de végétation, sans avoir à les confondre à d'autres classes non végétales.

L'image résultante de ce traitement, est une image de nuance de gris ou les valeurs de pixels sont comprises entre -1 d'une couleur Noire et +1 d'une couleur blanche

L'ENVI permet le choix de mettre de fausse couleur selon le besoin, nous avons choisi le vert qui correspond à la couleur de la végétation, les nuances de la couleur verte deviennent alors comme celles du gris, plus le vert est claire est tend au blanc plus nous avons une activité chlorophyllienne intense. Et au contraire plus le vert devient foncé plus la végétation n'existe plus. Le Noir Aperçu dans le néo canal du NDVI nous l'avons observé dans les villes les routes et lit d'oued représentant des sols nus

Alors nous avons d'identifier cinq classes selon le taux d'activités chlorophylliennes et la densité du peuplement végétal.

L'identification de chaque classe est réalisée sous contrôle et vérification des radiométries des pixels dans chacune des deux images satellitaires. La superposition sur Google Earth nous a facilité la géolocalisation

- **Très forte activité chlorophyllienne : (0.62 ≤ NDVI ≤ 0.71)** :

Elle apparaît en un vert presque en blanc, observée sur de faible surface 1982 ha soit 1.37% de toute la zone. Cette classe correspond aux forets très denses de l'Atlas Blidéen. Elle occupe les sommets des Djebels, sur des altitudes allant de 800 à 1600 m, très bien répandue au Nord qu'au sud.

D'ouest en Est, on la rencontre dans les forêts de Béni-Salah sur les Djebels de Djemaa Draa, Djebel Guerdjoumene, et à Djebel Ferroukha sur les versants Nord Elle est vastement Etendue à Djebel Mouzaïa (fig. 24).

Au Centre, elle est présente à la forêt de Takitount, sur Djebel sidi Mohamed et sur les rives de l'oued chiffa. Cette classe peut exister aussi en plaine, elle caractérise quelques vergers denses ou les parcelles de culture maraîchères.

- **Forte activité chlorophyllienne (0.45 ≤ NDVI ≤ 0.53) :**

Elle est beaucoup plus étendue que la première classe, sur 30819.49 ha. Occupant aussi bien les versants Nord que les versants sud, des altitudes allant de 600 à 1200 m. Elle est interprétée comme maquis. Elles apparaissent en deux couleurs, Vert et vert-claire (fig. 24). Ces deux nuances reflètent la densité de la formation. La Première correspond au maquis clairsemé, par contre la deuxième au maquis dense.

Les forets activités chlorophylliennes, peuvent s'observer aussi sur les régions de culture dans la pleine de Mitidja leurs formes géométriques en mosaïque ne laissent pas de doute qu'il s'agit de vergers rigoureux. (Fig. 25)

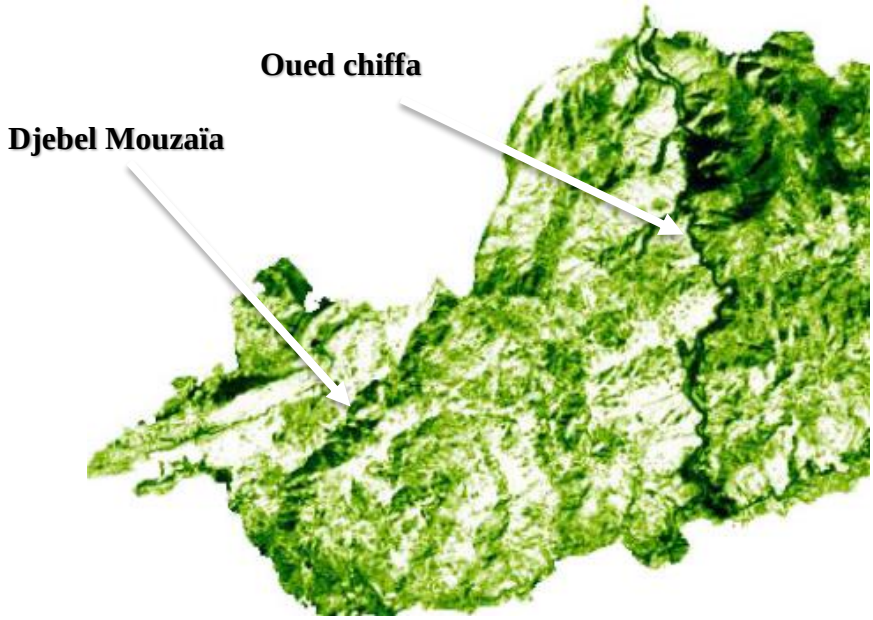


Figure 25: NDVI de la zone Ouest du Parc National de chréa d'après l'image Landsat de 2000

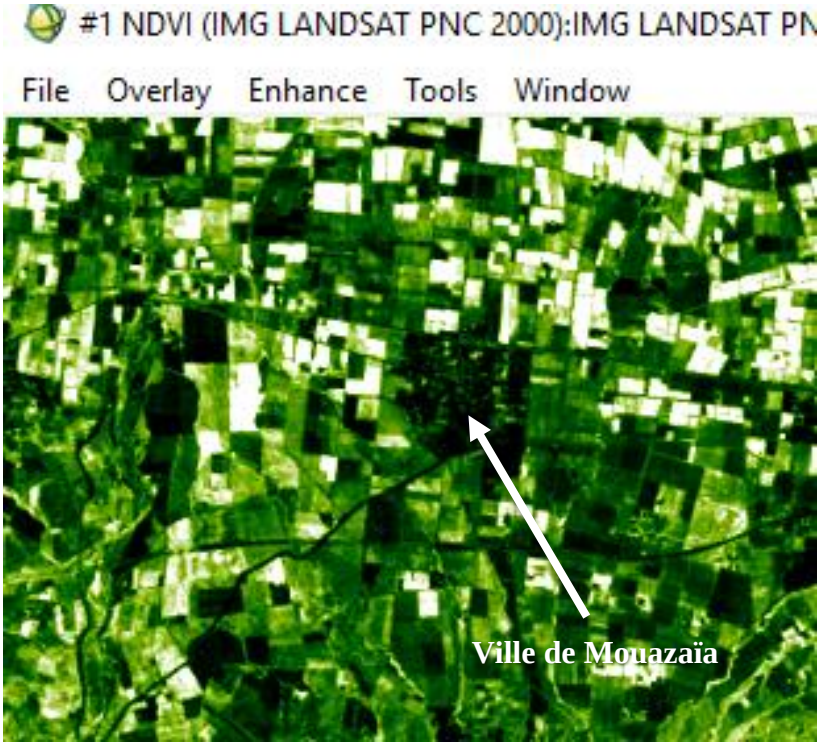


Figure 26 : Image de L'NDVI des Parcelles de Culture autour de la ville de Mouazaïa

- **Activité chlorophylliennes moyenne (0.28 ≤ NDVI ≤ 0.36) :**

Avec une surface de 58 548.59 ha, elle colonise la majeure partie de la zone étudiée, concentré surtout dans les régions Sud du PNC. Cela indique l'état de la végétation qui semble être d'une faible densité, ce constat est soulevé sur les deux images de 2000 et de 2018.

On trouve ces valeurs d'NDVI sur les sommets et aux pieds monts des Djebels, comme on peut les trouver sur les rives des oueds, elles correspondent aux maquis claire de chêne vert et de Pin d'Alep. Elles entourent les zones à forte et moyenne activité chlorophylliennes ainsi que les sols dénudés.

Dans les parcelles de culture dans la pleine de Mitidja ou dans les massifs elle correspond au terrain de culture saisonnière ou des terres en repos (jachère).

- **Activité chlorophylliennes assez faible (0.02 ≤ NDVI≤ 0.19) :**

Elle est présente sur des étendues de près de 48788.81 ha ce qui la classe en deuxième place du point de vue surface. Localisé aussi bien au sud qu'au Nord. En montagne, elle correspond au sol à très faible recouvrement végétal (pelouse, prairie). On l'aperçoit à Koudièt Sidi El Mokhfi, au niveau de Djebel Béni-Messaoud,

Au sud, elle est très répondue au niveau d'El Remeillia, Boukhelil pré de Ouzera et au Sud Est de de Kef Lazreg et Djebal Sidi Abdelkader.

- **NDVI négative (- 0.6 ≤ NDVI ≤ -0. 25):**

Cette classe occupe une très faible surface 4323,18 ha de la surface totale, d'une couleur qui tend au noir. Localisée au niveau des villes et des agglomérations (Blida, Chiffa, Chréa El Hamdania et Mouzaïa) on l'aperçoit aussi sur les lits d'oued Chiffa et des sols nus.

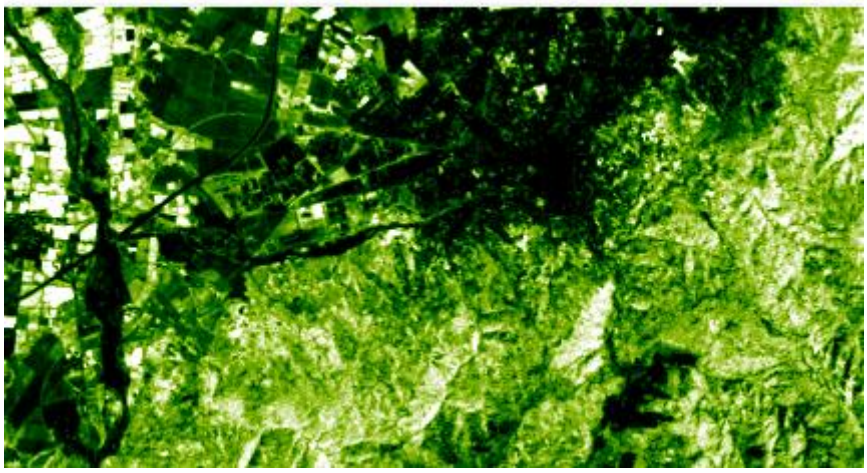


Figure 27 : Présentation du NDVI de la ville de Blida et les pied mont de Chrea

Analyse des histogrammes de l'indice de végétation :

Le canal du NDVI est porteur d'information pertinentes sur le couvert végétal et donne une idée détaillée sur son état. L'analyse des histogrammes des valeurs des deux image LANDSAT de 2000 et 20018 nous a donnée

❖ **Image LANDSAT 5 du 04 mars 2000 :**

L'allure générale de l'histogramme suit une distribution en cloche, sur un intervalle allant de -0,35 et 0.712 figure ci-dessous. Les valeurs statistiques du NDVI dans la région du PNC

Min -0.355932 Max 0.712 Moyenne 0.287251 écart type 0.124677

On peut distinguer deux classes de faibles fréquences dans l'image, la première correspond aux pixels à forte activités chlorophylliennes allant de 0.59 à 0.72 et la deuxième au très faible activités chlorophylliennes qui va de -0.07 à -0.25.

Le pic représente les pixels à fortes fréquences dans l'image, il correspond aux indices de végétation allant de 0.02 à 0.36, ce qui englobe les classes à faible activité chlorophylliennes. Cette forte fréquence traduit la grande surface qu'occupe cette classe dans l'image.

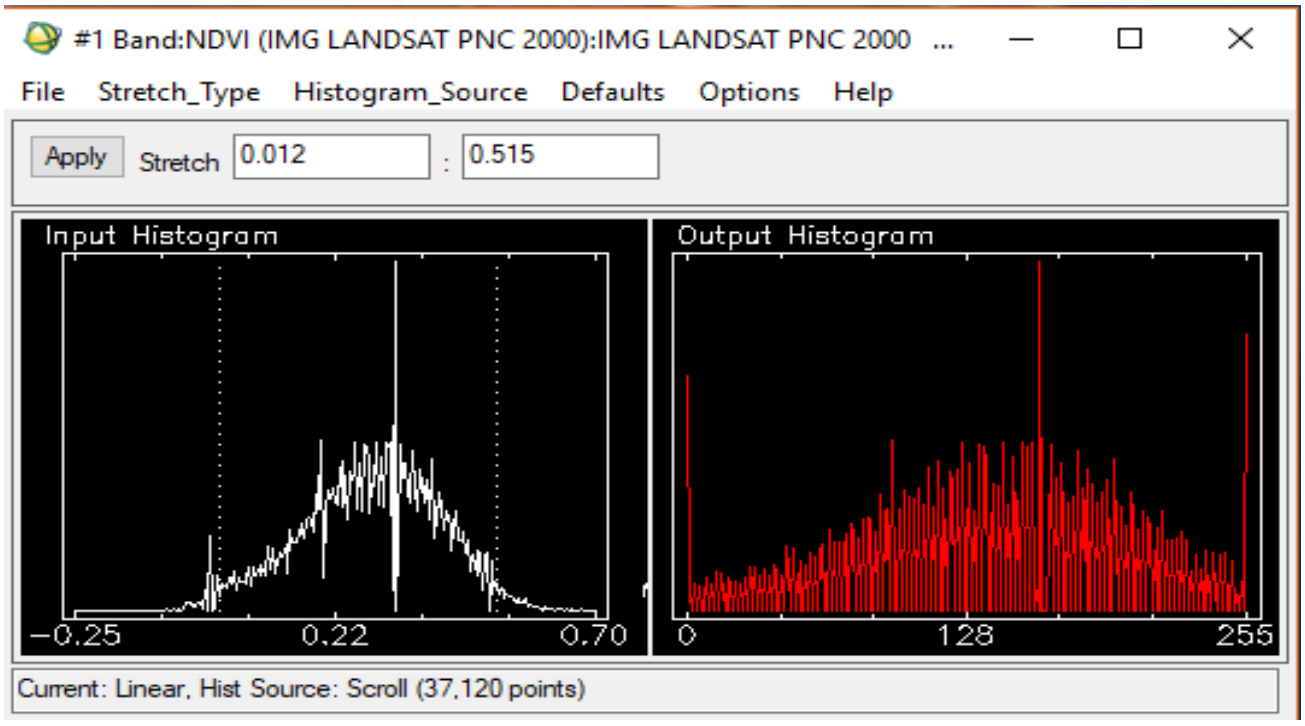


Figure 28 : Histogramme de l'NDVI du PNC le 04 Mars 2000

❖ **Image LANDSAT 8 du 07 Avril 2018 :**

Pour cette image (fig. 27) L'allure de la courbe en cloche est plus lisse et homogène avec un pic au de fréquente dans les valeurs proches qui représente la moyenne.

Dans cette image les valeurs du NDVI sont exprimé par ces valeurs

Min -0.079417 Max 0.591861 Moyenne 0.302310 écart type 0.080771

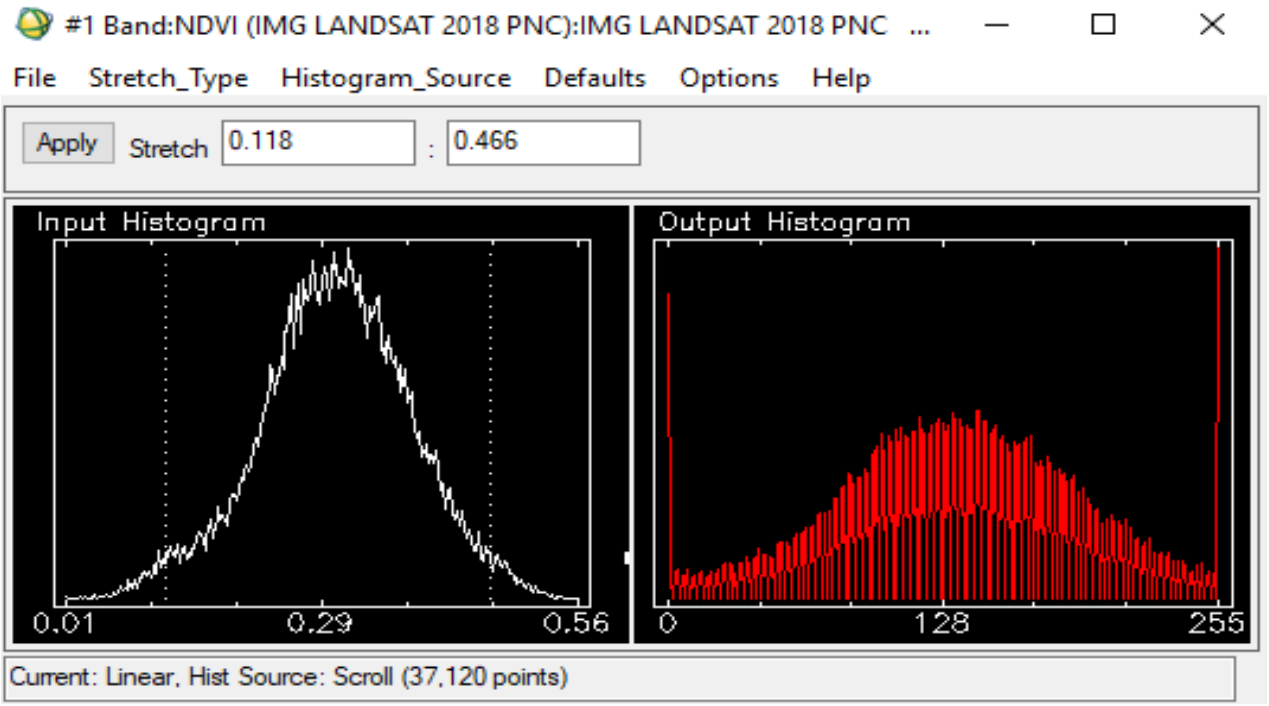


Figure 29 : Histogramme de l'NDVI du PNC le 07 Avril 2018

❖ **Conclusion :**

- ❖ La comparaison visuelle entre L'image du NDVI de l'année 2000 et celle de 2018 de la région d'étude en général par apport aux diffèrent teinte du vert, on remarque très bien que celle de 2000 et plus claire que celle de 2018 c'est ta die que l'activité chlorophyllienne de l'année 2000 et plus intense que celle de 2018.
- ❖ Les valeurs statistiques le prouvent, la valeur maximum du NDVI de l'image de 2000 est plus grand (0.712) que celui de 2018 (0.591) ce qui nous laisse déduire que la superficie de végétation à **diminuée** dans cette période de temps.

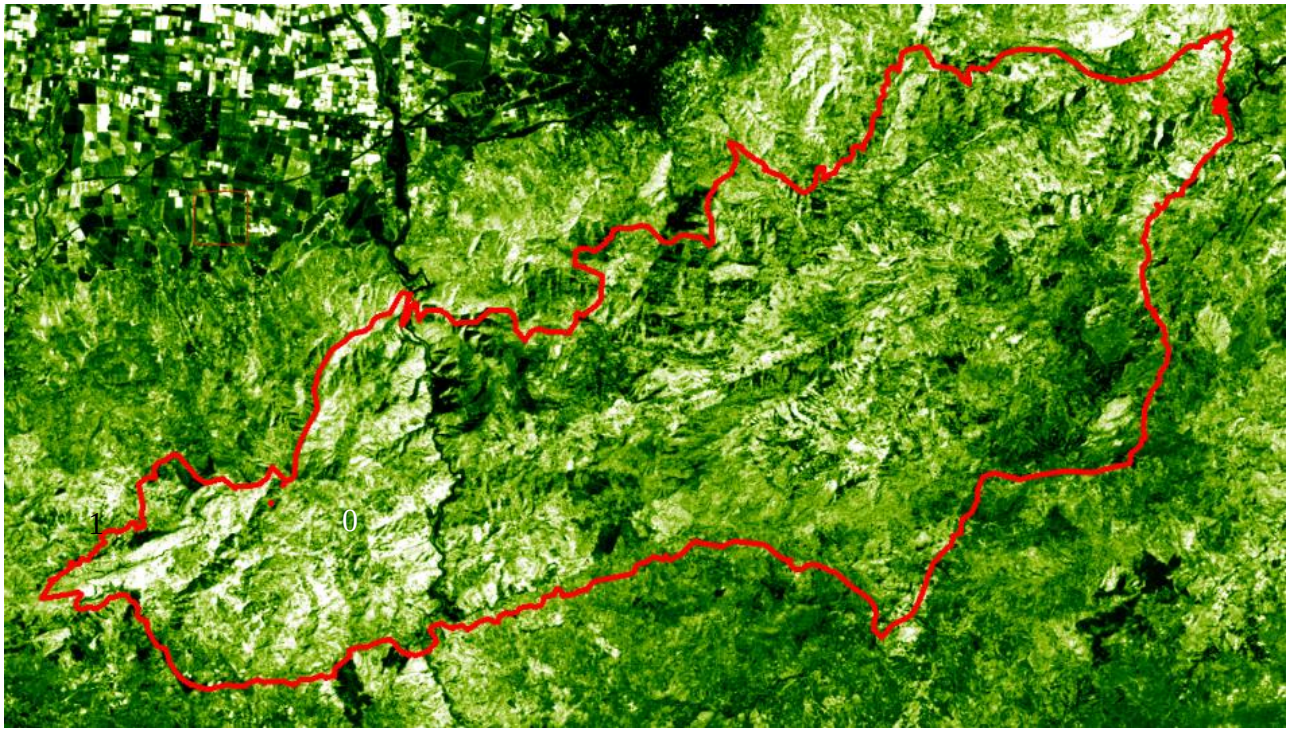


Figure 30 : Image de l'indice de végétation normalisé du PNC du 04 mars 2000

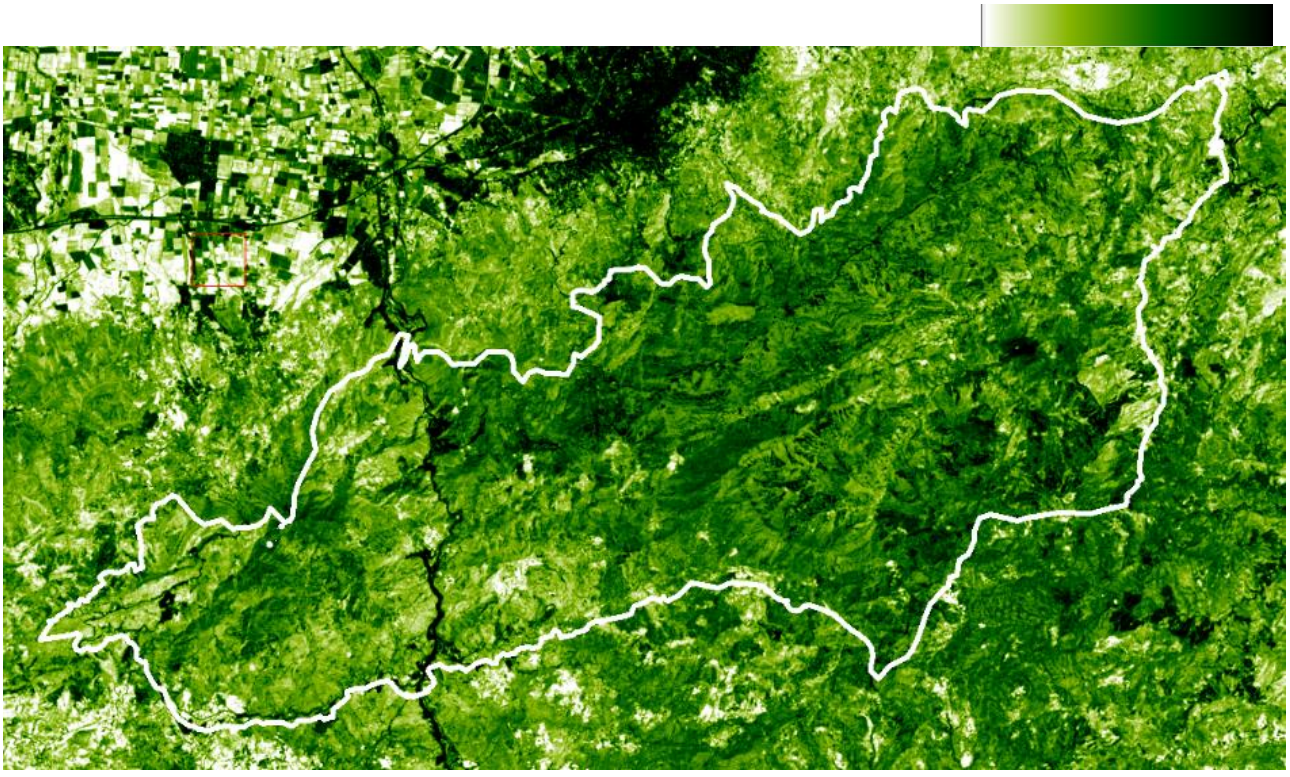


Figure 31 : Image de l'indice de végétation normalisé du PNC du 07 avril 2018

II.2 INDICE DE BRILLANCE :

L'application de ce traitement sur les bandes du rouge et du proche infra-rouge des deux images de 2000 et 2018 nous a ressorti une image des réflectances fortes par rapport au terrains nus des zones de bâtie des routes, des pistes des affleurements rocheux, Ce néo canal n'est pas vraiment représentatif du point de vu qualité d'information que pour la détermination des sol nu non couverte par la végétation.

La formule utilisée sur ENVI pour cet indice est la suivante :

((float(B3))^2+(float(B4))^2)^0.5 pour Landsat 5

((float(B4))^2+(float(B5))^2)^0.5 pour Landsat 8

L'analyse de l'histogramme des fréquences des pixels de cette indice de Brillance sur les deux images de 2000 et de 2018 démontre qu'une fine partie de l'image à une forte réflectance au niveau des bandes rouge et Proche infra rouge qui ne dépasse pas les 3 % de la surface total de l'images.

La comparaison de l'indice entre les deux images révèle une légère augmentation due probablement à l'extension des périmètres urbain des villes et au réseaux roturier

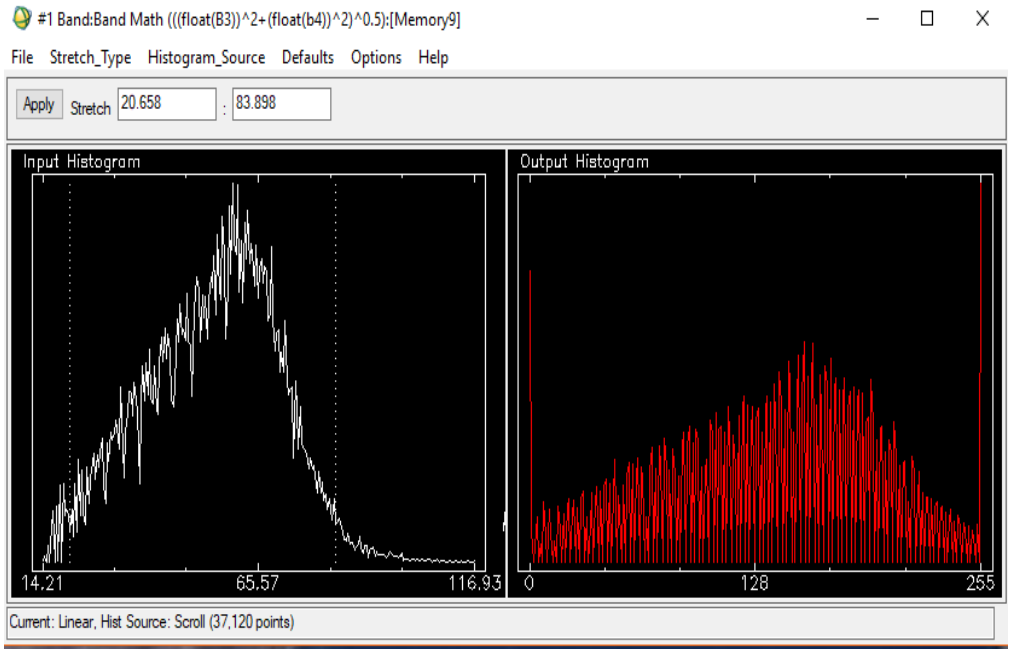


Figure 32 : Histogramme de l'indice de brillance appliqué suer l'image de 2000

III. TRAITEMENT PROPREMENT DIT :

La classification est la dernière étape de notre chaîne de traitement. Les étapes précédentes ont permis d'obtenir des descripteurs relativement discriminant rendant ainsi moins déterminant le choix de la méthode de classification

III.1 CLASSIFICATION NON-SUPERVISEE :

Nous avons réalisé une classification non-supervisée sur les deux image LANDSAT de 2000 et de 2018 en partant en premier par trois classes. Au début les grands thèmes d'occupation du sol étaient visibles, mais au fur et à mesure qu'on augmente le nombre de classe, le résultat était difficile à interprété. Le néo canal du NDVI été d'une utilité majeure pour la distinction des classes du couvert végétal et la détermination de son évolution dans le temps comme il a été déjà cité. Figure ci-dessous

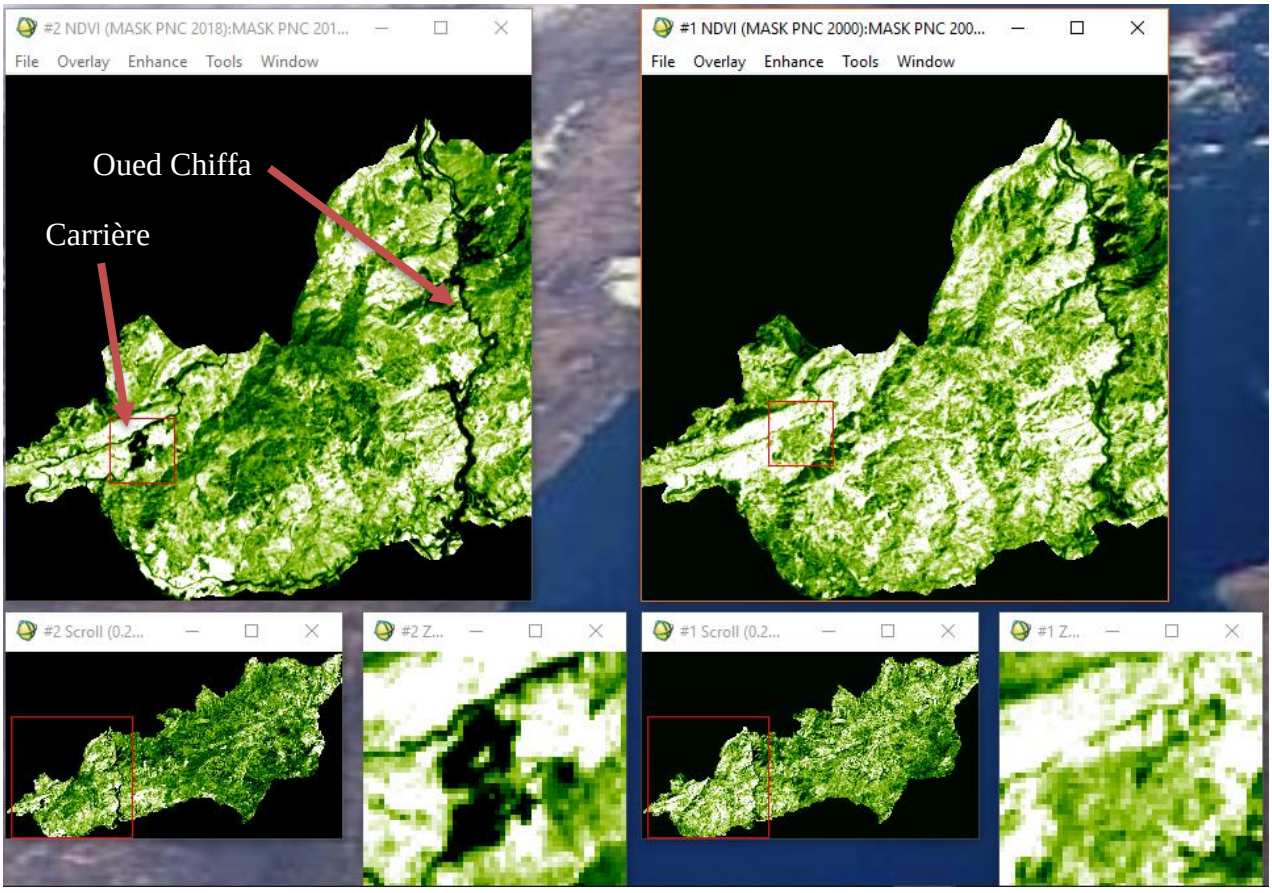


Figure 33 : Comparaison entre les deux image du NDVI des année 2000 à droite et celui de 2018 à gauche

La combinaison du NDVI avec les autres bandes permet une meilleure interprétation des couleurs mais il reste que ces classes ne sont pas représentatif de la réalité du terrain surtout sur l'aspect de la nature du couvert végétal

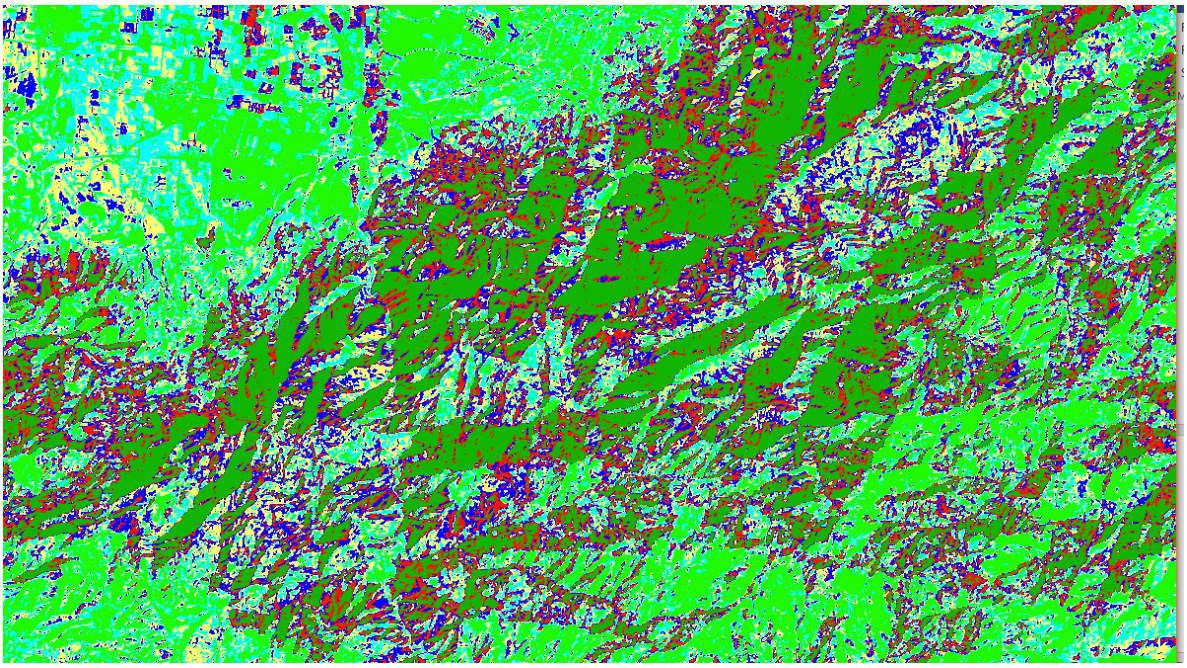


Figure 34 Image résultante de la Classification Non supervise de la zone d'étude

Comme vous le voyer sur la figure ci-dessus l'algorithme a généré automatique des classes de nombre de 7 à partir des bandes 1,2,4 et 7 de l'image satellitaire LANDSAT 5, L'interprétation n'est pas évidente car la détermination l'affectation des classes est faite automatiquement par le logiciel cette technique est fiable là ou l'information est inexistante. Le vert foncé représente des forêts denses alors que le rouge représente des maquis clairs Pour les parcelles en bleu se ont des vergers arboricoles de la pleine de Mitidja. Dans le massif elle représente des maquis denses

Le Bâtis les sols nus et les terrains de pelouse sont représenté par une couleur verte claire, dans cette classe la confusion et total ce qui fait de ce traitement automatique inutile à prendre en considération.

III.2 CLASSIFICATION SUPERVISEE :

Les différents classes d'occupation de sol dans l'image classée sont matérialisées par différents couleurs. Chacune d'elle peut correspondre à plus d'un thème. Pour palier a des problèmes de confusion d'interprétation, Nous avons effectuée 38 relevés dans des zones bien choisi pour être des parcelles d'échantillon de repère qui vont servir à la classification supervisée.

Cela est valable pour l'image satellitaire récente de 2018, mais pour celle de 200 la classification est réalisée à travers les documents collectés tel que les cartes thématiques (carte des unités écologique, carte d'occupation des sols et carte topographique), et les différents travaux réalisés sur la région.



Figure 35 :Localisation des relevés floristique de terrain sur Google Earth

Il faut signaler que **Google Earth** a été d'une grande utilité dans l'établissement des classes d'occupation des sols par rapport à l'image classée (figure ci-dessous)

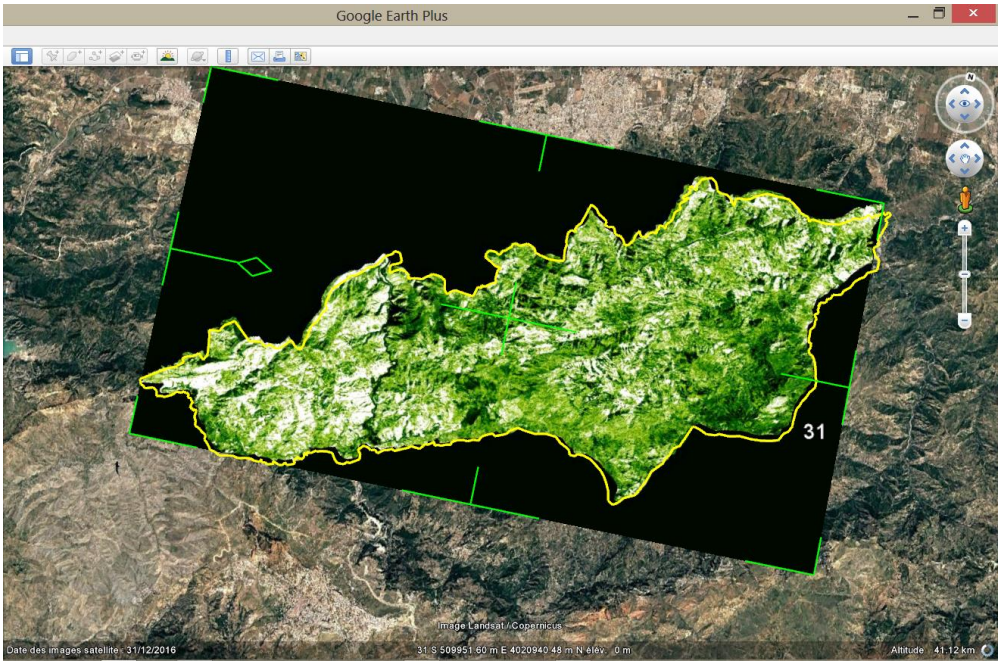


Figure 36 : Superposition du néo Canal du NDVI sur Google Earth pour réaliser la classification supervisée

La classification par maximum de vrais semblances, est la classification qui a fait ressorti les différentes unités du paysage avec le moins d'erreur par rapport aux autres.

Les différents thèmes sont classés en fonction des finalités thématiques préalablement fixées en premier, représentés par les zones testes. Ces zones comme on la déjà expliqué sont en fait des classes préprogrammées que le l'algorithme doit trouver dans chacune des deux images à partir des valeurs numériques des pixels dans chaque bande.

A la fin des calculs on obtient une carte d'occupation des sols ou de végétation basée sur l'image classée. Nous avons défini les grands axes de la classification qui sont :

1- Les unités du paysage qui se rattachent aux systèmes géomorphologiques suivants :
   - Les sommets et les versants des djebels.
   - Les talwegs.
   - Zone d'épandage.
   - Plaines.
   - Chenal et bordures d'oued
2- La végétation de la région étudiée peut être regroupée sous trois grandes formations :
   - Formation forestière de forets dense.
   - Formation Sub-forestière de Maquis.
   - Formation herbacées de prairies et pelouses.

CLASSES D'OCCUPATION DE SOL :

La classification supervisée est basée sur le principe d'avoir une très bonne connaissance du terrain et de tous les unités paysagères qui le composent **ABADI M.,**.2008.

Nous avons procédé en premier a entré dans la base de donnée de l'ENVI toutes les classes susceptibles d'être identifié à partir des zones testes et des relevés de terrain, La manipulation des fenêtres dans l'interface ENVI le rond très maniable de façon à vous permettre de se déplacer dans différentes fenêtres présentant la même région avec facilité (figure ci-dessous).

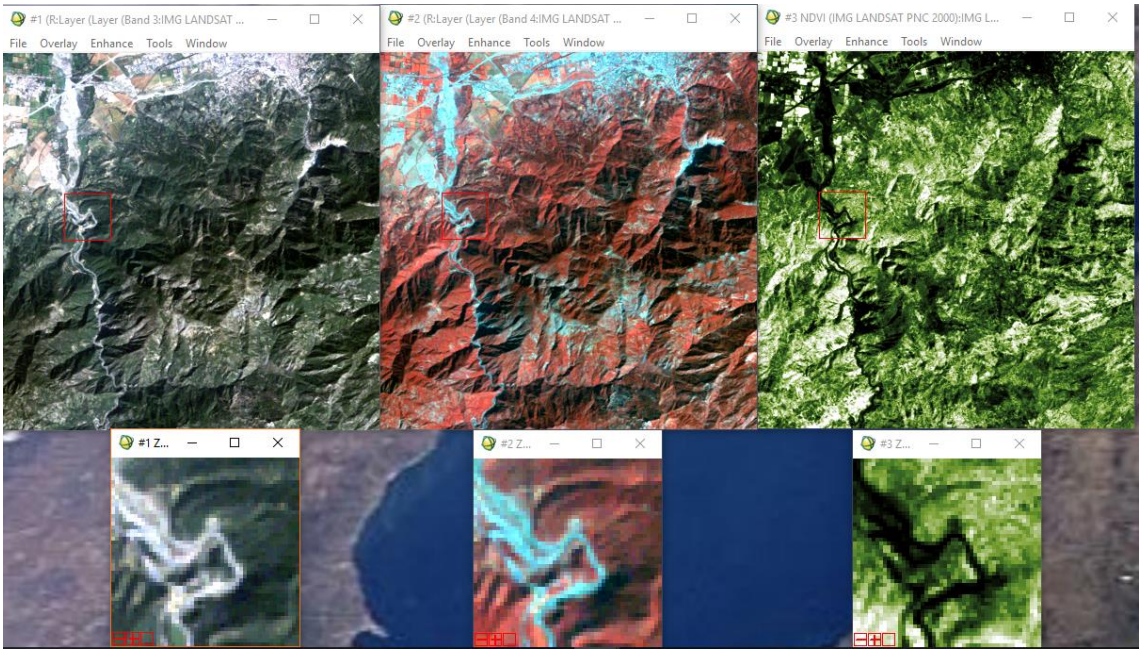


Figure 37 : Mosaïque de fenêtre d'une même région du visible à gauche au proche infra-rouge au milieu et le NDVI à droite

Le lancement de l'opération sur les deux images celle de 2000 et 2018 et faite simultanément pour pouvoir détecter les classes de confusion et les éliminé s'il n'y a pas une issue pour la comptabilisé. A la fin de la procédure nous avons le résultat suivant de classes issue de la classification :

!

a) BATIS et Sol nu :

Les espaces urbains sont caractérisés par plusieurs types de surfaces : surfaces minérales (béton, asphaltes…), surfaces métalliques (toits d'entrepôts d'usine voies ferrées…) Et des espaces vert (bande verte des allers, prairies, jardins, etc…) sur notre image classée, les villes, les routes, les agglomérations et les sols nu, ont été classé au début de la classification supervisée. La ville de Blida qui est bien visible au Nord avec une surface importante que celle de la ville de mouzaia et chiffa à l'ouest.

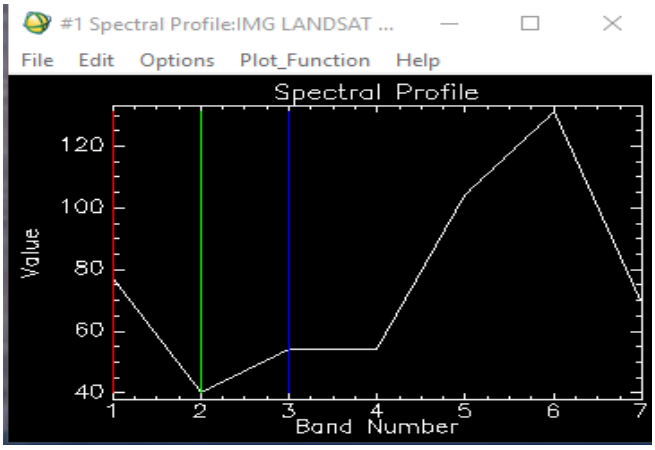


Figure 38 : Signature spectral de la classe bâtis de l'image LANDSAT

La commune d'El hamdania et celle de Chréa se confuses avec les routes qui les travers certains endroits vu leurs petites superficies, en pleine ville apparaissent en rouge,

b) OUEDS :

Les cours d'eau sont bien individualisés par leurs formes visuelles en plus une signature spectrale bien définie (fig. 33) mais la faible représentation dans les bandes de LANDSAT due à la résolution de 30 m par pixel, la classification supervisée par maximum de ressemblance la classe des fois comme sol nu et autre comme bâti dépendant de l'état de l'écoulement dans l'oued.

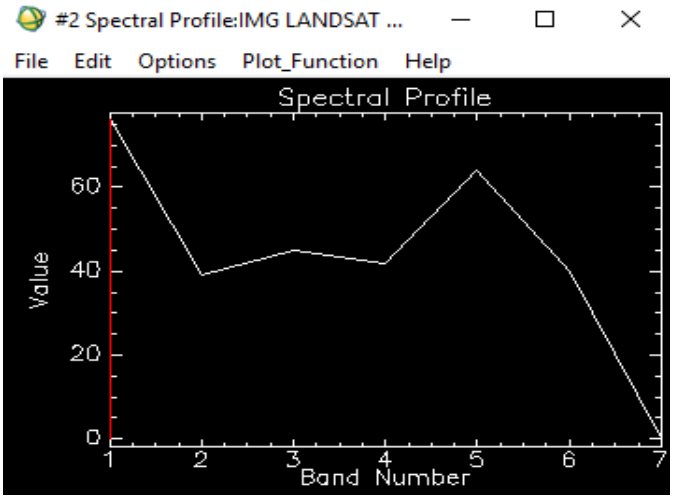


Figure 39 : Signature spectral du lit d'oued de Chiffa sur les Bande de LANDSAT

c) ROUTE et PISTE :

Il faut signale que la résolution spectrale de l'image de 2018 dans le traitement a fait ressortir cette classe avec un certain détail alors que celle de 2000 les routes étaient classés comme sol nu Bâti et des oueds pour cela nous avons jugé de l'éliminé pour ne pas avoir de fausse donnée et vu qu'elle ne va pas servir à notre thématique

d) PARCELLES DE CULTURES :

Les paysages de cultures se distinguent sur l'image satellitaire par sa forme géométrique, Nous avons déterminé deux type de classe une des vergers et une autre de culture saisonnier plusieurs facteurs modifient leur signatures spectrale (Le stade phrénologique, facteur météorologique, maladie). Deux couleurs caractérisent ces parcelles :

Le Vert clair représente les cultures et les vergers, observé en grande partie dans la plaine de la Mitidja et autour des villes (Blida, chiffa et Mouzaïa,).

En zone de foret, elle est présente sous forme d'îlots disséminés dans plusieurs endroits. On la trouve dans la forêt de Béni-Salah, à khoudiet Sidi El Mokhfi, au environ d'El Hamdania (Djebel Azrou Mouch).

Au sud Est de Hammam Melouane au piémont de Djebel Menkouch.

Le marron, décrit les parcelles non exploitées et les jachères, observé surtout dans la haute Mitidja. La discrimination entre ces deux types de parcelles a été réalisée par le biais de la signature spectral (fig. 34) et à partir de leurs indices de végétation. Les vergers et cultures ont des indices allant de 0.4 à 0.5 : tandis que les parcelles non exploitées ont des valeurs plus faible compris entre 0.02 et 0.18.

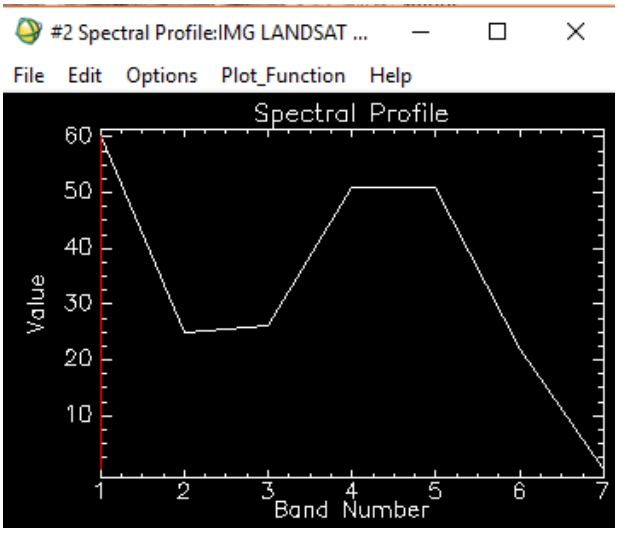


Figure 40 : Signature spectral d'un verger d'orange image LANDSAT 8

e) FORMATION FORESTIERE :

- **CEDRE :**

Vu ces exigences écologiques très délicates sa répartition est très limitée dans le PNC, CHEKCHEK (1985) signale qu'on le trouve seulement aux crêtes de Chréa. Mais d'autre auteurs l'ont rencontré à DJ. Mouzaia (BENSAADA,1985) DJ Gourtséne (BOUAOUNE,1996), et à DJ. Gueroumene (BOUCANA et al 1999).

Dans notre travail on a essayé de parcourir toutes la zone d'étude afin d'identifier les peuplements de cèdre et la prise de relevé par GPS pour pouvoir les prendre comme parcelle testes malheureusement cette classe n'a pas pu surgir sur les deux images la vérification des signatures spectrales sur les deux images donne le même résultat l'algorithme le confond avec les résineux de la région sur tout le *juniperus oxycedrrus* et le pin d'Alep

La résolution spatiale des image LANDSAT de 30 m est probablement la cause de la confusion.

A ce point nous avons jugé de gardé que les classes de végétation qui peuvent être décelés dans les deux images LANDSAT de 2000 et 2018 pour pouvoir quantifier le changement entre les deux périodes

- **MAQUIS DE CHENE VERT:**

La répartition du chêne vert dans notre zone selon différents travaux, s'étends à partir de 400 m, en exposition Nord Est (gorge de la Chiffa), et peut atteindre les 1400 m en exposition Sud Est (Djebel Ferroukha). Sur les versants Nord, il se présente sous forme de futaies dense, au contraire des versants Sud ou il est sous forme de peuplements bas et clairs.

Selon KHENICHE (1983), les maquis denses ou dégradés de chêne vert dominent les versants de Djebel Ferroukha et la partie de Djebel Guerroumène, ce qui concorde avec nos résultats. On remarque que la répartition de ces maquis qui apparaissent en marron sur l'image, coïncide avec celles des forêts de chêne vert mais sur les expositions Nord, Nord-Ouest en mélange avec les forêts de pin d'Alep, et les maquis de Chêne liège. Au niveau de Djebel Azrou Mouch, les maquis de chêne vert semblent être indifférents aux expositions, en mélange avec le pin d'Alep et quelques peuplements clairsemés de chêne liège.

- **MAQUIS DE CHENE LIEGE:**

Sa tranche altitudinale varie de 480 à 1250 m. selon MERBAH (1999), cette espèce occupe aussi bien les versants sud que les versants Nord (Djebel Marmoucha, Mounkouch et Ferroukha).

KHINECHE (1983) souligne que le chêne liège n'est pas très répondu sous forme de boisement, mais souvent remplacé par le chêne vert dans les stations fraîches et sur des terrains calcaires, à sa limite inférieure, il s'associe au pin d'Alep.

Le résultat de la classification montre que cette formation en violet ; occupant de vaste étendue dans la zone d'étude, elle est présente sur les versants Nord-Ouest des piémonts de Djebel Guerroumène, DJ. Hanous en association avec le pin d'Alep, tranché par de nombreux vides provoqués par un pâturage intense.

Sur les versants de Djebel Mermoucha et DJ. Ferroukha au Nord, le chêne liège est en association avec les maquis de chêne vert et du pin d'Alep.

Ce maquis, s'étale du Sud d'EL Hamdania jusqu'au Nord de Médéa, également de part et d'autre de l'Oued Chiffa sur des altitudes moyenne allant de 200 à 800m. il se présente comme traîné dans les ravins du flan Est et Nord Est.

Au centre de l'image, à Koudiet Sidi Salah (1116 m) et aux alentours de l'Oued Sidi El Hadj Il est disséminé en quelques îlots sur des altitudes allant de 200 à 1000 m. A L'Est sur les piémonts Nord de Djebel Menkouch, Béni Guenchit et DJ. Tazarine, le matorral de chêne liège d'étale entre 600 et 900 m en mélange avec le Pin d'Alep.

- **PIN D'ALEP:**

Dans l'Atlas Blidéen, les forêts de pin d'Alep remplacent les forêts de chêne liège qui se régénèrent difficilement tel est le cas à Chréa et Hakou Ferraoun à des altitudes comprises entre 845 et 1000 m, (BOUTALEB,1998). Selon le parc National de chréa (1998).

- **FORETS DE PIN D'ALEP :**

Ces Forets sont très bien répartis sur l'ensemble de l'image avec une superficie de 8886.53 ha. Plus au Nord qu'au sud. Au Nord-Ouest de la zone d'étude, au niveau de Bouarfa et Sidi El Kebir la, forêt de pin d'Alep est présente en mélange avec le matorral de chêne liège. Sur les versants sud de Djebel Djemaa Draa, à Koudiet Sidi El Mokhfi et à l'Est de Djebel Azrou Mouch, elle est en association avec les maquis de chêne vert et les matorrals de chêne liège sur des altitudes allant de 900 à 1300 m, et en Mélange avec quelques îlots de cèdre en haute altitude.

Cette formation s'étale de Djebel Sidi Mohamed jusqu'à Djebel, Marmoucha avec les maquis de chêne vert sur des altitudes oscillant entre 800 à 1000 m

- **FORETS CLAIRE DE PIN D'ALEP :**

Elle domine la majeure partie de la superficie du parc dans toutes exposition ; sol et Altitude. Cette, forêt est caractérisé par un très riche sous-bois, ce qui la rende vulnérable en période estivale aux incendie de forêt vu son degré d'inflammabilité très élevé. La région a connu plusieurs séries de feux de forêt ce qui a fragilisé l'écosystème par des pertes fortes en biomasse et la favorisation de l'érosion en pente sur les diffèrent talweg

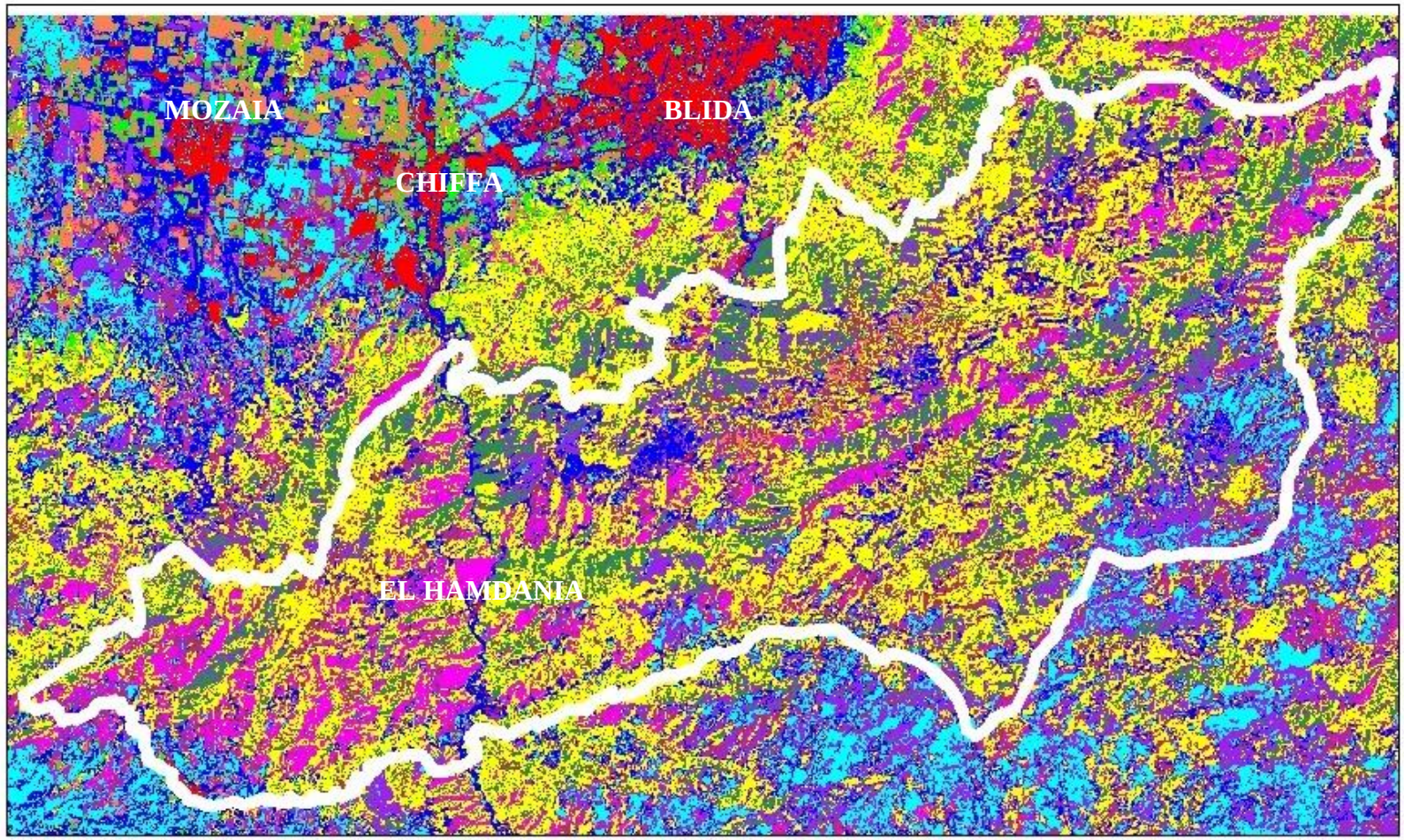
- **MAQUIS CLAIRE DE PIN D'ALEP:**

IL Occupe la plus grande surface de la zone d'étude avec 6 444.60 ha sur l'image classé cette formation est d'une couleur violette, occupant aussi bien le Sud que le Nord sur de basse altitudes en différentes expositions.

L'examen des cartes préexistantes ne ressort pas cette très large répartition. La confusion est claire entre le sol et le matorral du pin d'Alep.

Le contrôle des radiométries des sites test et des relevés révèlent qu'il y a une grande similarité de réflectance entre les pixels du sol et celle du matorral de pin d'Alep. Cette confusion est due à la physionomie du matorral d'une part il est caractérisé par un sous-bois dégradé avec des zones clairsemées, et d'autres part à l'aspect morphologique de l'arbre lui-même qui a une cime trouée et des feuilles en aiguilles qui ne reflètent que de faibles quantités de rayonnement. Tous ces paramètres conduit à des erreurs dans le classement.

CARTE D'OCCUPATION DES SOLS DU PARC NATIONAL DE CHREA EN 2000





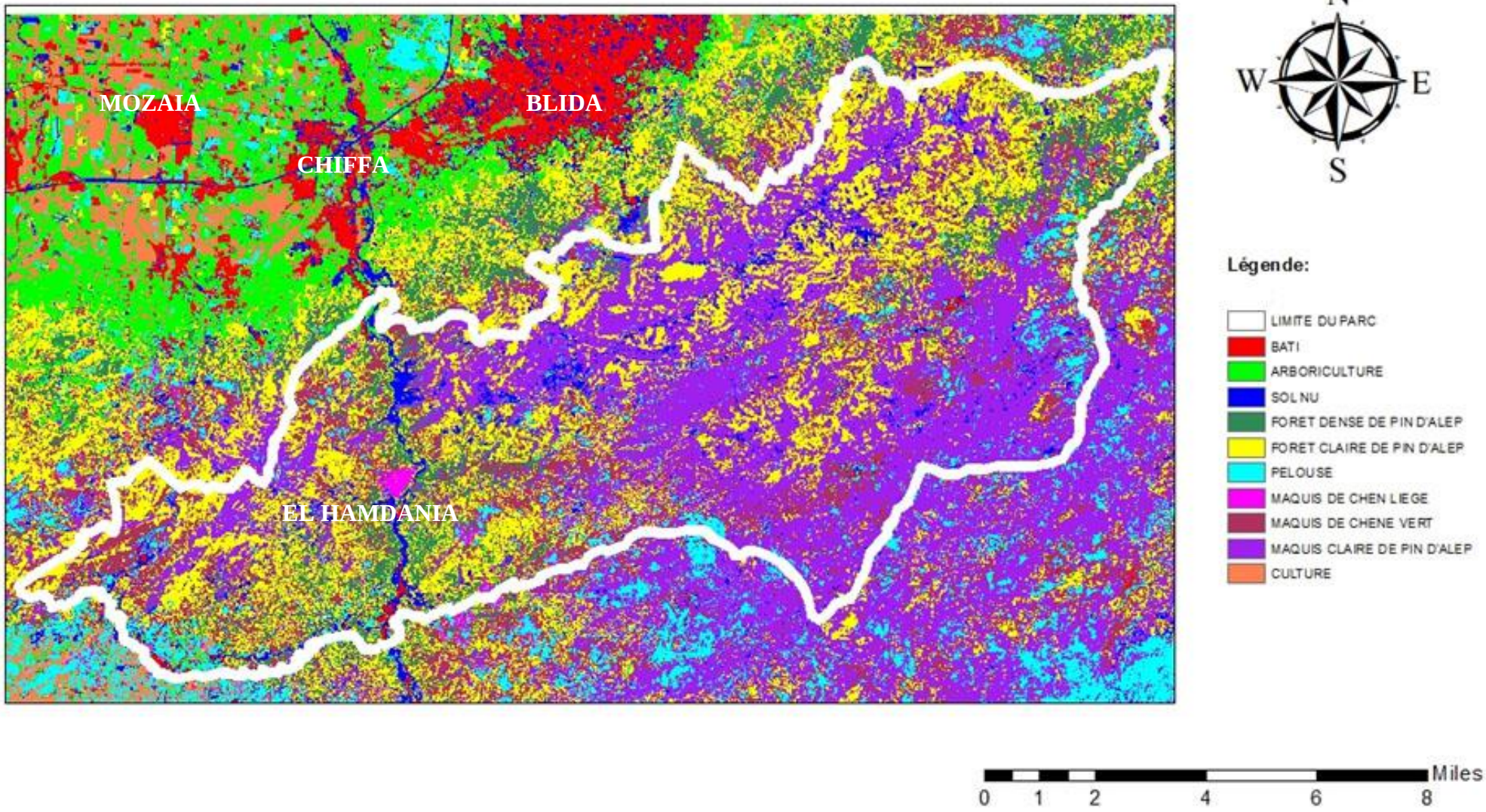
Légende:

- LIMITE DU PARC
- BATI
- ARBORICULTURE
- SOL NU
- FORET DENSE DE PIN D'ALEP
- FORET CLAIRE DE PIN D'ALEP
- PELOUSE
- MAQUIS DE CHENE LIEGE
- MAQUIS DE CHENE VERT
- MAQUIS CLAIRE DE PA
- CULTURE



SOURCE; Classification supervisée de l'image satellitaire LANDSAT5 du 04 mars 2000

CARTE D'OCCUPATION DES SOLS DU PARC NATIONAL DE CHREA EN 2018



SOURCE; Classification supervisée de l'image satellitaire LANDSAT 8 du 07 AVRIL 2018

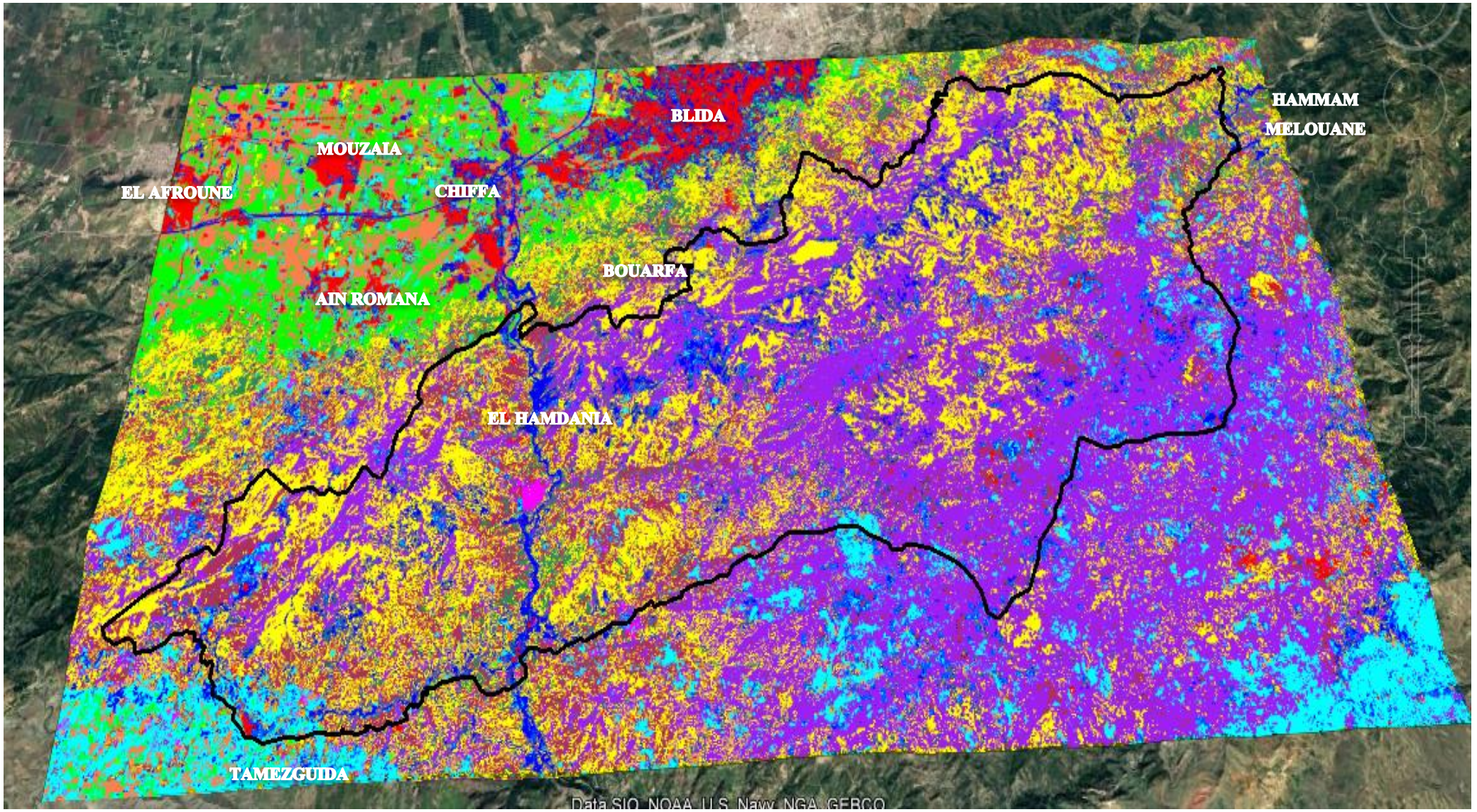


Figure 42 : Superposition de carte d'occupations des sols de l'année 2018 sur Google Earth

IV. Evolution, de la végétation entre la période de 2000 à 2018 :

Pour rappel cette étude a pour problématique de faire ressortir l'apport de la Télédétection dans le suivi au fil de l'espace et du temps du couvert végétal dans le PNC.

Les diffèrent traitements qui ont été réalisé sur les deux images de 2000 et celle de 2018 on aboutit à plusieurs néo canaux porteurs d'information différente, Le NDVI nous a donné une idée primaire dès le début des traitements qu'on est confronté à une situation régressive du couvert végétal sur la zone du PNC sur les dix-huit années passées.

Pour approuvé ou désapprouvé cette hypothèse on a procédé à la comparaison des superficies des formations végétales choisie dans les traitements pour pouvoir déterminer les changements dans chacune d'elle.

Le résultat est démontré sur la figure 42 dont les histogrammes expriment une net transformation du paysage du PNC et de ces zones périphériques.

La superficie de la subéraie représentée par les maquis de chêne liège a considérablement diminuée par rapport à la superficie calculée en 2000 qui ne représentait que 0.9% de la superficie total (26 587 ha) laissant la place au maquis de chêne vert et aux maquis claire de pin d'Alep qui double de superficie en ce qui concerne la formation des maquis claire.

Pour les autres formations de Pin d'Alep soit elle de forêt dense ou claire elles ont enregistré une petite diminution.

Pour les terrains vides en plein massif représenté par les prairies et les pelouses une petite augmentation est signalé vu la perte des superficies des formations ligneuses en général par les feux de forêt et le pâturage intensif.

Pour en profiter des résultats de traitement appart de l'évolution du couvert végétal on remarque que pour les autres classes non végétales comme on l'a déjà indiqué qu'il y a une extension du bâti pour les agglomérations et villes. Les surfaces nues et de culture ont été orienté vers l'arboriculture qui a passé de 2.4 % à 8.35%

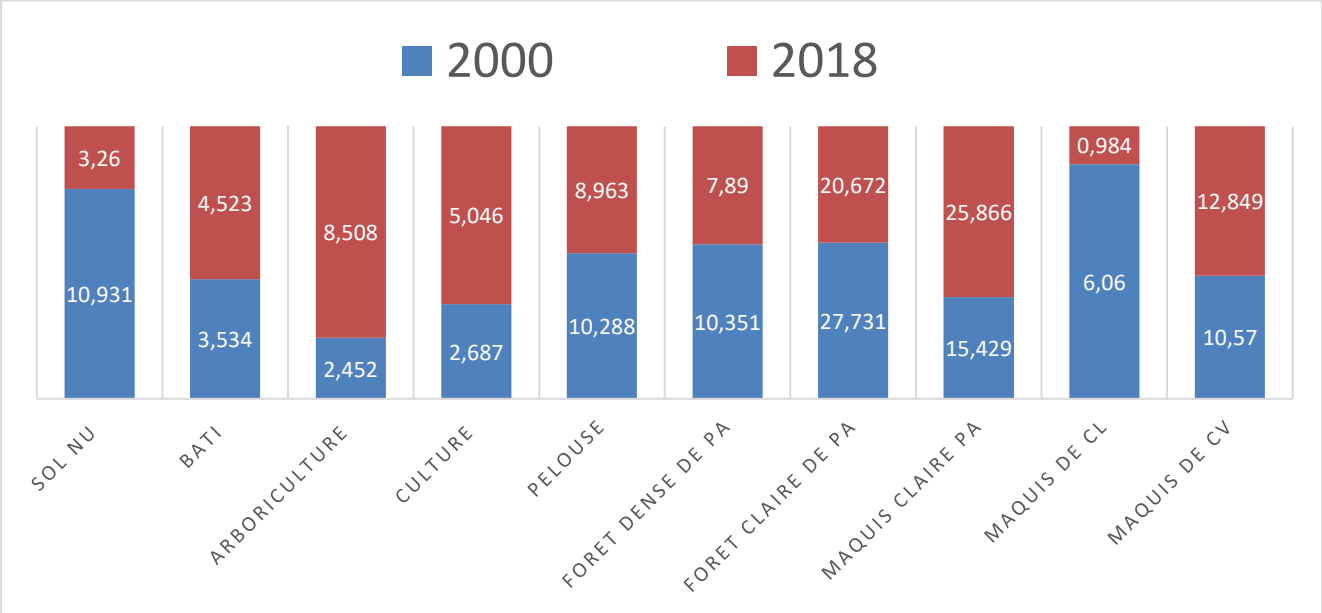


Figure 44 ; Pourcentage des superficies des classes choisies d'occupation du sol de la zone d'étude pour l'année 2000 et 2018

V. CONCLUSION :

La classification supervisée nous a permis de ressortir les différentes classes d'occupation du sol des deux images satellitaires de 2000 et 2018. Ce qui nous a permis d'aboutir à une évaluation sur le comportement de la végétation toute entière soit elle forestière ou para forestière ou agricole, sur une durée de dix ans.

Mais certaines confusions lors des traitements ont fait que la classification n'a pas touché certaine espèce très intéressante comme le Cèdre et des classes de type de foret comme celles de chêne vert et de chêne liège ; cela nous a limité dans le travail sans nous bloquer pour arriver au terme de notre Objectif

La Télédétection est un outil formidable mais limites dans certains cas causés essentiellement par :

- L'hétérogénéité des peuplements et la stratification horizontale des groupements végétaux, influe sur la valeur globale de la réponse spectrale enregistrée.
- Les taux de recouvrement très différent d'une formation à l'autre sur de faible surface, intègre souvent la prise en compte de la réflectance du sol.
- La nature montagneuse de la zone d'étude, laisse apparaître des zones d'ombre en exposition Nord-Est qui peuvent générer des erreurs de classification des pixels dans ces endroits.
- Le degré de précision de la classification et le choix de la valeur de l'écart type dans les calculs pour évaluer le degré de similitude des pixels a donné des erreurs dans l'interprétation des images.
- Le nombre restreint des sites tests par rapport à la grande surface de la zone étudiée.

CONCLUSION GENERALE

La télédétection est l'une des moyens les plus efficace à identifier et à délimiter différents formation végétales d'une façon très rapide, une tâche qui serait difficile et longue avec des moyens traditionnels de levés terrestres.

Les données satellitaires sont disponibles à différentes échelles et résolutions, ce qui permet de satisfaire tous les disciplines travaillant dans ce domaine.

Pour notre travail la probatique posée c'est de ressortir l'apport de cette technique qui est la télédétection sur le suivi et l'évaluation du comportement de la végétation au fil du temps et de l'espace dans le PNC considérer comme réserve de Biosphère.

Pour cela nous avons utilisé deux images satellitaires LANDSAT avec une différence de temps égale à 18 années. La première est celle de 2000 et la deuxième est prise en en 2018. La démarche entreprise est de faire tous les traitements possibles pour arriver à deux carte d'occupation du sol pour les deux images LANDSAT. Puis comparer l'occupation des sols et faire ressortir les différences dans chacune des classes de végétation.

La qualité d'information et le résultat obtenu sur une éventuel régression ou progression du couvert végétal sur les 18 années. Va qualifier l'apport de cet outil qui est la télédétection dans le domaine du suivi diachronique de la végétation.

Dans notre cas nous avons pu réaliser les cartes d'occupation du sol mais pas avec toutes les classes de végétation car la discrimination entre espèce était difficile, mais les grandes formations forestières du parc tel que le Pin d'Alep et le chêne vert étaient visibles et comparable pour les deux années.

La comparaison des deux cartes nous amener à conclure qu'il y a une réelle dégradation de la foret qui passe des stades évolutifs vers les stades régressifs. La subéraie est un bel exemple de cette dégradation ou la formation de foret a complétement disparu laissant la place au maquis de chêne vert. Par contre pour les zone de culture hors périmètre du PNC la superficie des vergers a doublée avec les espaces urbains qui ont aussi gagner du terrain.

Pour expliquer ce phénomène de dégradation de la végétation dans le PNC nous avons identifié ces points :

- L'utilisation irrationnel des ressources en plein massif forestier, la carrière de Tamezguida est l'une des exemples de destruction de la faune et de la flore
- Les incendies de forêt qui ravagent tous les ans des milliers d'hectares sans être reboisés ou même pas repeuplés le cas de la subéraie et la pinède.
- Les différentes maladies de la processionnaire du pin au dépérissement massif du Cèdre.
- Le réchauffement climatique et la rareté des pluies.
- L'absence d'une vraie politique de développement des parcs et des aires protégées

Tous ces causes et autres ont conduit à la régression du tapis végétal et à la perte de la biodiversité de la région.

Pour conclure la Télédétection est le seul moyen rapide et efficace pour faire de tel évaluation vis temps et espace car l'image satellitaire couvre des milliers d'hectare et le traitement informatique rend la tâche plus facile et plus précise.

Il reste a affiné cette technique par l'utilisation d'images porteuses d'avantage d'information, Les image de l'hyper spectral vont palier la confusion d'interprétation et de différenciation entre espèces.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABADI M., Couleur et texture pour la représentation et la classification d'images satellite multi-résolution. These, Universite des Antilles et de la Guyane, 2008.

BOUDY P., 1955 - Economie forestière Nord-africaine T : 4. description forestière de l'Algérie et de la Tunisie Ed. Larose, 453p

BOUSQUET B., 1992- Guide des parcs nationaux d'Afrique. Ed. Delachaux et Niestlé (Paris), 368p.

BNEDER., 2007- Inventaire Forestier National, 2007, 210p.

CHIBANE T., 2006- Bilan critique des actions de défense des forêts contre les incendies du Parc National de Chréa (Wilaya de Blida). Mém. ing. agr., ENSA, El Harrach, Alger, 90p.

COULIBALY, S., 2003 L'imagerie spatiale haute résolution pour l'étude de la dynamique de l'occupation du sol dans le Nord-Est de la Côte d'Ivoire : Bouna. DEA, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 60p.

DAGET Phi., 1977. Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation ; C.N.R.S.-C.E.P.E., Montpellier ; Vol. 34 ; pp : 1-20.

DGF, 1996- La politique forestière et de conservation de la nature en Algérie. Ed. DGF, Alger, 21p.

DGF, 1998- Modèle d'un plan de gestion pour les parcs nationaux. Ed. DGF, Alger, 8p.

ESCADAFAL R, POUGET M.,1989 Comparaison des données Landsat MSS et TM pour la cartographie des formations superficielles en zone aride (Tunisie méridionale) ;

FAO, 1950- Politique, législation et administration forestières. Ed. FAO, Washington-Rome (Italie), 240p.

FAO, 2000- La politique forestière et les aires protégées. Ed. FAO, Washington-Rome (Italie), 115p.

FOSA, 2001. LOUNI, 1994.

FORESTER.B.C 1985 Principal and rotated component analysis of urban surface reflectance. Photogrammetry engineering. Remote Sensing 51, pp:475-477

GBOMBELE S ; 2014 Apport de la télédétection à la cartographie de l'évolution spatio-temporelle de la dynamique de l'occupation du sol dans la région des Lacs (Centre de la Côte d'Ivoire) Afrique SCIENCE 10(3) (2014) 146 - 160 146 ISSN 1813-548X.

GAOUAS A., 1995-Les systèmes d'informations géographiques pour l'aménagement rural. I.N.A., Département du sol, El Harrach, Alger, 45p.

GODRON (M.) et coll., 1964, Notice détaillée, carte phytoécologique et carte de l'occupation des terres de Sologne. Feuilles Argent-sur-Sauldre. 2 Sud et 5 Sud, 1/10 000. Montpellier, CNRS, CEPE, 192 p. + cartes.

GODRON (M.) et al., 1968, Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées. Paris, CNRS, CEPE, 292 p.

GODRON (M.) et Poissonet (J.), 1972, Quatre thèmes complémentaires pour la cartographie de la végétation et du milieu. Bull. Soc. Languedocienne de Géogr., t. 6, fasc. 3, p. 329-356.

GRECO J., 1966 - L'érosion, la défense et la restauration des sols. Le reboisement en Algérie. Pub. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, 393p

HADLEY M ; 1994- Associer la conservation, le développement et la recherche pour l'aménagement des zones protégées en Afrique. Revue unasylva, volume 45, n° :176, pp : 28-34.

HALIMI A., 1980. L'Atlas Blidéen - climats et étages végétaux- ; Ed. Office des Publications Universitaires, Alger ; 522 p.

IKERMOUD, 2000 Evaluation des ressources forestières mondiales 2000: Rapport principal

JACQUEMINET.C,1996 Analyse de la structure spatiale du couvert ligneux en milieu Sahélien sur image satellitaires Spot. Thèse de doctorat. Ecole des hautes études en sciences sociales. Paris. 185p, annexes, fig.

KHINECHE A., 1983. Traitement et analyse d'image spatiale : application à la région de l'Atlas Blidéen et de sa marge nord ; Thè. Doc. Univ. Paetheon Sorbonne, Paris ; 271 p

LENNON et al, 1999 Etude de la pollution par les algues vertes dans la baie de Saint Michel en Grève à l'aide du spectrographe imageur hyper spectral CAST. Groupement scientifique de la télédétection de BRETAGNE (GSTB).

MAMA V. J. ; OLOUKOI J.,2003 Evaluation de la précision des traitements analogiques des images satellitaires dans l'étude de la dynamique de l'occupation du sol. Télédétection, vol. 3, n°5, pp. 429-441.

MARC L., 1991 - L'apport de la télédétection satellitaire a l'environnement, ORSTOM Guyane, N° 38.099 EX 1, pp : 38- 41

MEDIOUNI K ; 1997- Synthèse de la stratégie algérienne d'utilisation durable de la diversité biologique, MATE, PNUD, Algérie, 80p.

MOKHTARI A ; 1994- Contribution à l'étude de la relation entre l'agriculture et la forêt (cas de la forêt de BENI GHOBRI (commune de YAKOUREN) wilaya de TIZI-OUZOU. Mém. ing. agr., ENSA, El Harrach, Alger, 105p.

PONTIUS, Jr. R. G., 2000 Quantification error versus location error in comparison of categorical maps. Photogrammetric Engineering and remote Sensing, vol. 66, n° 8, (2000). pp. 1011-1016.

PNC, 2002 Présentation du parc national de Chréa. Ed. PNC, Blida, 21p.

QUEZEL P. & BARBERO M., 1990 - Les forêts méditerranéennes, problème posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. Acta botanica Malacitana, n°15, pp 145-178.

QUEZEL P & SANTA S., 1962- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale. Ed. CNRS (T_1 et T_2), Paris, 1170p.

SEBTI S., 2011 - Caractéristiques biologiques et écologiques de la processionnaire, sur le cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica Manetti* dans le Parc National de Chréa. Thèse Magister.Sci.Agr. Université de Saad Dahleb Blida, 128p

SIAB B., 2011- Les aires protégées, Polycopie, 22p.

SYLLA D., 2002 Dynamique de l'occupation du sol dans le Nord de la Côte d'Ivoire (1986-2000): l'exemple du département de Korhogo. DEA, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 67p.

UICN, 1994 - Stratégie de GRADO : gestion des zones humides méditerranéennes. Bul ren spec ONC, n°:192, pp : 23-52.

UNESCO, 2002- Formulaire de proposition de réserve de biosphère. Ed. UNESCO, 32p.

ZERAÏA.,1981 Essais d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de Chêne-liège de provenance cristalline (France méridionale et Algérie). — Université Aix-Marseille, 1981. — 367 p. (Thèse Doctorat).

Sites Internet

http://www.fao.org/index_fr.htm
http://www.who.int/
http://www.oie.int/fr/fr_index.htm
http://www.manuguerra.eu/rivers/
https://earthexplorer.usgs.gov/

ANNEXE

ANNEXE

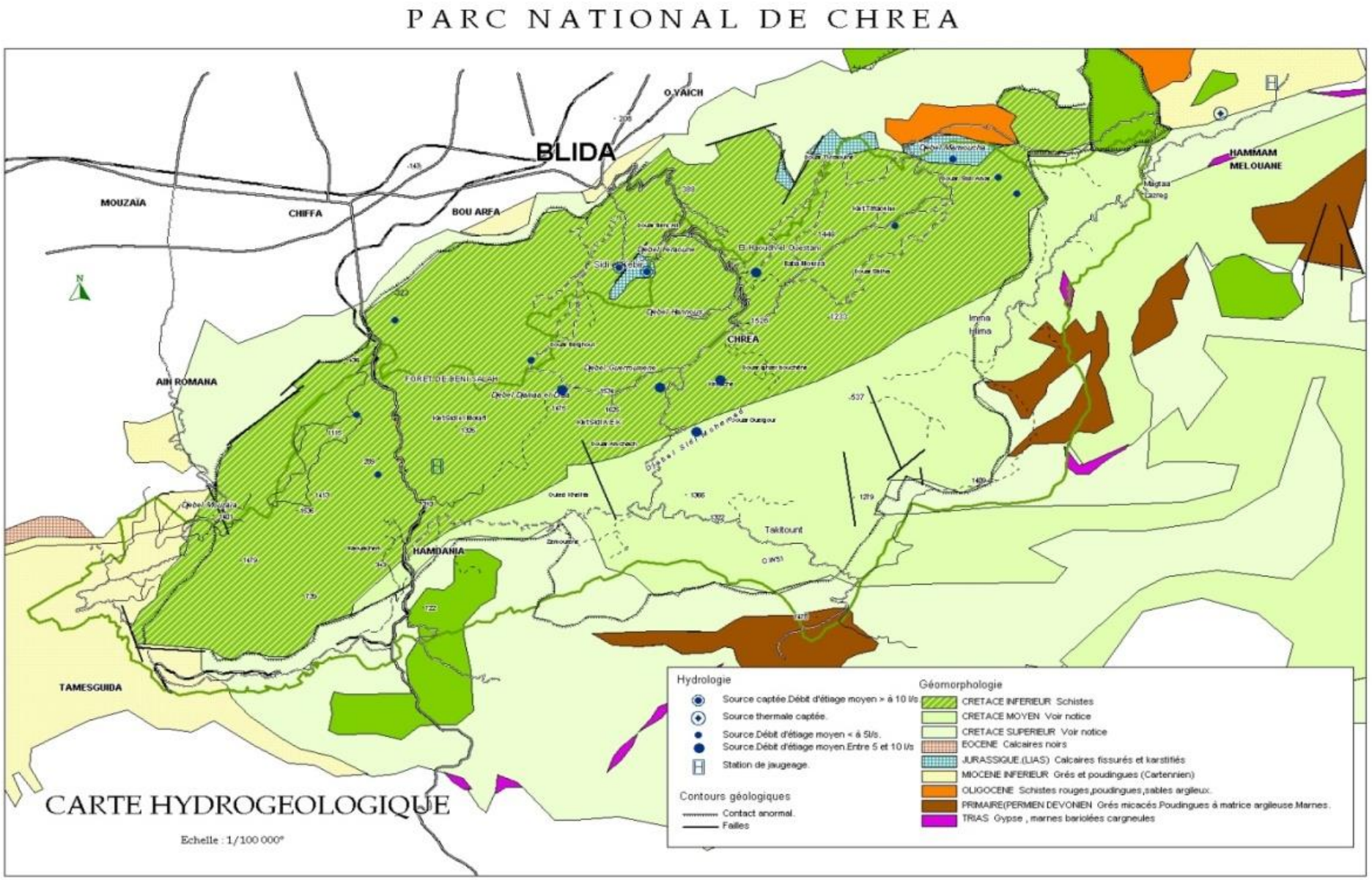
RELEVES FLORISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDES

Relevé	X	Y	Formation Végétale	1er espèce dominante	2éme espèce dominante	Recouvrement (%)	Altitude (m)	Exposition	pente %
1	36°22'16.61"N	2°51'48.06"E	Pelouse	*Genista tricuspidata*	*Ampelodesma mauritanica*	10	1136	N	25
2	36°22'58.04"N	2°50'59.66"E	Pelouse	*Genista tricuspidata*	*Ampelodesma mauritanica*	10	1110	NNW	13
3	36°26'53.97"N	2°53'42.30"E	Forêt	*Pinus halepensis*	*Rubus ulmifolius*	90	1382	NNE	10
4	36°27'25.21"N	2°54'24.68"E	Forêt	*Pinus halepensis*	*Cratagus sp*	75	1312	NE	22
5	36°26'53.97"N	2°53'42.30"E	Forêt	*Pinus halepensis*	*Quercus ilex*	80	920	NNE	16
6	36°21'20.99"N	2°45'36.77"E	Maquis	*Quercus suber*	*Erica arborea*	60	500	NE	40
7	36°21'1.66"N	2°45'8.39"E	Maquis	*Quercus suber*	*Erica arborea*	65	823	NE	35
8	36°23'40.12"N	2°47'39.95"E	Pelouse	*Geranium mollé*	*Dancus carota*	**	440	NW	25
9	36°28'4.68"N	3° 0'22.02"E	Maquis dense	*Pistacia lentiscus*	*Ampelodesma mauritanica*	**	357	N	30
10	36°21'51.50"N	2°45'15.74"E	***	*Erica arborea*	*Quercus suber*	**	466	NE	30
11	36°21'32.14"N	2°49'22.77"E	***	*Ampelodesmos mauritanicus*	*Pistacia lentiscus*	**	780	NNW	40
12	36°21'43.55"N	2°50'6.39"E	***	*Ampelodesmos mauritanicus*	*Calycotome spinosa*	**	740	NW	35
13	36°22'3.37"N	2°50'37.89"E	***	*Ampelodesmos mauritanicus*	*Pistacia lentiscus*	**	600	NNE	30
14	36°21'58.15"N	2°51'36.43"E	***	*Ampelodesmos mauritanicus*	*Pistacia lentiscus*	**	430	N	8
15	36°20'23.02"N	2°44'44.44"E	MAQUIS	*Pistacia lentiscus*	*Calycotome spinosa*	**	594	SE	25

16	36°20'40.00"N	2°45'24.47"E	MAQUIS	*Pistacia lentiscus*	*Dactylis glomerata*	**	622	NW	15
17	36°21'26.89"N	2°40'53.54"E	Maquis dégradé	*Quercus suber*	*Erica arborea*	**	1170	NE	35
18	36°22'11.72"N	2°43'9.98"E	Maquis dégradé	*Cistus monspeliensis*	*Calycotome spinosa*	90	1491	SE	35
19	36°22'23.41"N	2°44'1.16"E	Maquis dégradé	*Calycotome spinosa*	*Cistus monspeliensis*	**	800	S	40
20	36°23'6.57"N	2°44'35.40"E	Maquis dégradé	*Cistus monspeliensis*	*Lavandula stoechas*	60	780	E	25
21	36°22'38.73"N	2°45'16.73"E	Maquis dégradé	*Cistus monspeliensis*	*Lavandula stoechas*	**	780	E	25
22	36°22'4.85"N	2°45'53.00"E	Maquis	*Quercus suber*	*Cistus monspeliensis*	10	750	NNW	10
23	36°21'48.94"N	2°42'46.63"E	Forêt claire	*Quercus suber*	*Cistus monspeliensis*	10	690	N	18
24	36°21'50.49"N	2°42'19.56"E	Matorral	*Cistus monspeliensis*	*Pistacia lentiscus*	80	1121	SSE	35
25	36°27'35.67"N	2°56'7.16"E	MAQUIS	*Pinus halepensis*	*Phillyrea angustifolia*	45	1374	S	35
26	36°20'3.97"N	2°41'28.99"E	Matorral	*Pistacia lentiscus*	*Calycotome spinosa*	60	633	S	20
27	36°25'49.11"N	2°52'56.02"E	Forêt	*Cedrus atlantica*	/	100	1477	N	20
28	36°27'47.61"N	3° 0'13.60"E	maquis	*Quercus ilex*	*Cedrus atlantica*	**	1410	SSE	10
29	36°26'26.46"N	2°53'35.25"E	maquis	*Cedrus atlantica*	*Quercus ilex*	75	1418	NE	20
30	36°27'15.51"N	2°59'23.34"E	maquis	*Quercus ilex*	*Cedrus atlantica*	70	1375	SSE	22

31	**36°27'12.66"N**	**2°55'27.87"E**	**maquis**	*Quercus ilex*	*Calycotome spinosa*	60	975	**SSE**	25
32	**36°24'59.34"N**	**2°57'42.75"E**	**MAQUIS**	*Pinus halepensis*	*Quercus ilex*	30	1100	**NNW**	30
33	**36°22'58.80"N**	**2°58'6.56"E**	**Maquis dégradé**	*Pinus halepensis*	*Pistacia lentiscus*	10	1337	**NWW**	25
34	**36°20'43.84"N**	**2°39'7.86"E**	**MAQUIS**	*Pinus halepensis*	*Cedrus atlantica*	70	889	**S**	27
36	**36°26'44.43"N**	**2°55'7.52"E**	**maquis**	*Quercus ilex*	*Phillyrea angustifolia*	75	1053	**SE**	30
37	**36°26'59.74"N**	**2°56'21.67"E**	**Pelouse**	*Bupleurum spinosum*	*Trifolium campestre*	**	990	**S**	25
38	**36°25'56.42"N**	**2°55'43.88"E**	**maquis**	*Quercus ilex*	*Cytisus trifolius*	60	851	**SSE**	25
39	**36°26'5.70"N**	**2°54'48.66"E**	**maquis**	*Quercus ilex*	*Cytisus trifolius*	60	1156	**SE**	15

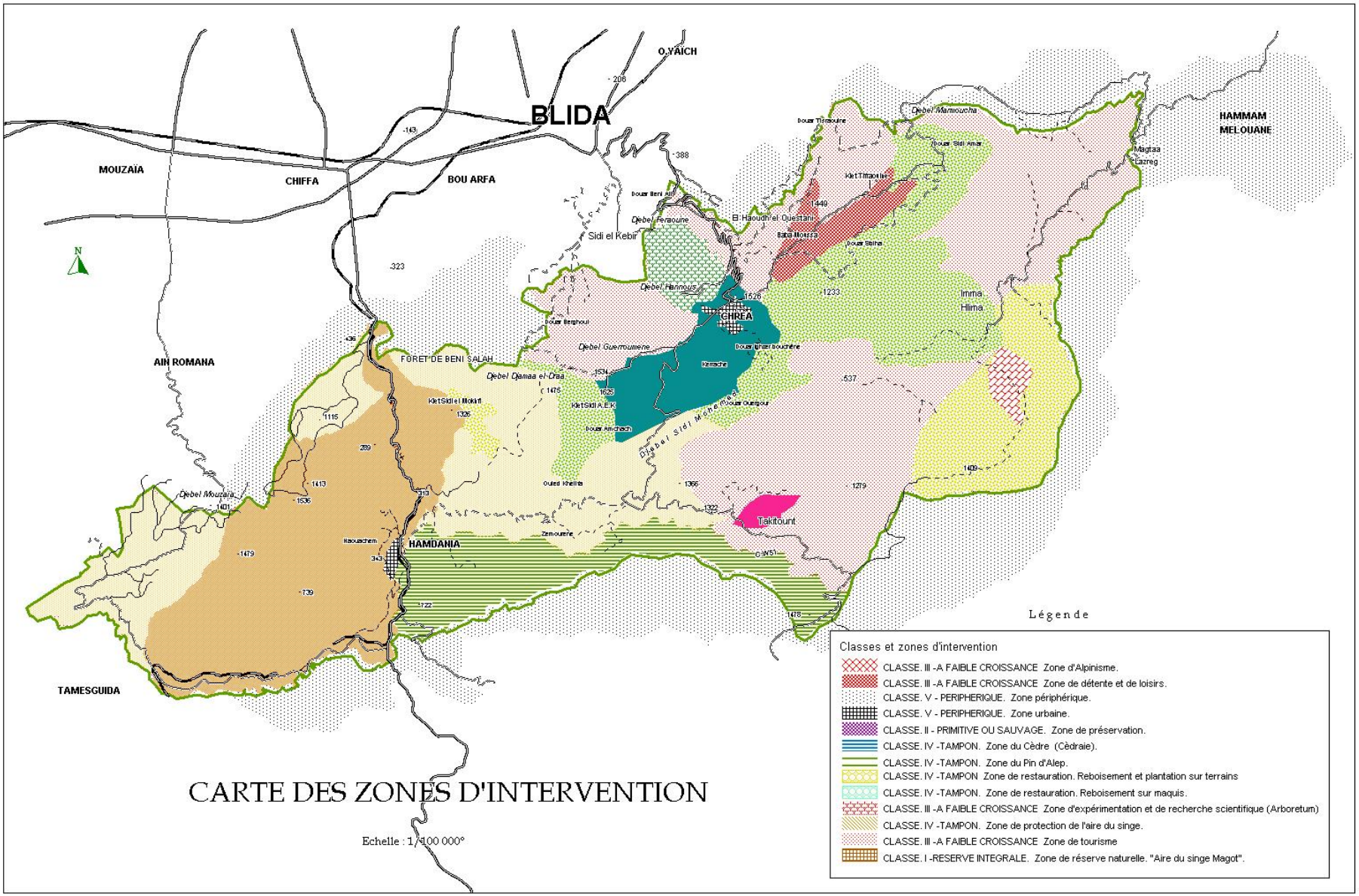
ANNEXE



PNC 2016

ANNEXE

PARC NATIONAL DE CHREA



CARTE DES ZONES D'INTERVENTION

Echelle : 1/100 000°

ANNEXE

Tableau : Moyennes mensuelles des précipitations corrigées pour la période 1995-2010

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
1995	203,6	25,6	140,2	11,6	8,4	21	0	8,8	42,4	71,9	57,9	79,5	670,9
1996	98,4	188,8	60,7	144,6	44,1	20,2	15,4	5,4	29,8	32,1	8,4	68,9	716,8
1997	58,4	20,6	7,3	94,1	24,7	0,6	0	32	16,4	70,7	199,2	101,2	625,2
1998	29,4	77,1	25	116	170,8	5,8	0	1,9	34,6	40,4	95,6	58,5	655,1
1999	132,2	114,8	76,4	16,1	23,7	5,8	0	15,4	12,1	46,6	69,2	193,6	705,9
2000	11	2,9	7,5	38,2	22,3	0	0	1,4	17,1	78,9	119,7	41,7	340,7
2001	219,9	51,2	3	90,1	32,1	0,2	0	1,5	47,1	4,3	74,5	65,3	589,2
2002	72,4	27,2	67,9	36,8	20,2	0,5	7,5	12,4	9,9	28,5	159,7	155,9	598,9
2003	235,6	187,2	10,7	111,9	39	6,7	4,3	24,7	58,8	77,6	139,4	157,3	1053,2
2004	72,6	55,8	74,4	63	101,1	7,8	3,2	4,1	29,3	39,9	114,9	147,6	713,7
2005	100,9	95,7	56,9	19,7	1,4	2,2	0	0	36,9	111,3	13,9	120,6	559,5
2006	104,7	135,2	45,2	19,3	228,3	4,8	5,3	5,1	58,9	6,4	21,1	149,9	784,2
2007	24,8	78,5	123,2	171,9	34,1	4	17,8	10,9	69,2	71,8	201,4	75	882,6
2008	47,5	15,4	81,9	25,7	58,6	14,9	6,5	0	59,7	91,6	128,1	137,8	667,7
2009	190,8	26,4	80,4	133	48,2	0	9	6,9	90,3	18,5	89,8	96,7	790
2010	86,4	154,1	89,1	36,5	63,2	9,6	0	19,9	24,4	110,4	137,6	81,5	812,7
Moy	**105,5**	**78,5**	**59,3**	**70,5**	**57,5**	**6,5**	**4,3**	**9,4**	**39,8**	**56,3**	**101,9**	**108,1**	**697,6**

(SEBTI, 2011)

ANNEXE

Tableau : Températures moyennes mensuelles corrigées pour la période 1995-2010

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
1995	3,2	7,2	6,4	8,7	16,4	18,34	23,7	22,6	16,5	14,9	9,7	6,6
1996	5,9	2,3	6,6	9,2	12,9	17,3	21,9	21,9	15,9	12,4	9,4	6,0
1997	4,8	8,0	8,8	10,7	15,2	20,1	22,1	22,2	18,9	14,4	8,0	5,5
1998	4,8	7,0	8,3	9,0	12,1	20,9	24,3	23,0	19,2	12,2	7,9	4,4
1999	4,3	2,2	7,1	10,7	18,1	20,4	23,2	25,8	19,6	16,5	6,7	4,1
2000	4,3	7,1	9,5	10,5	17,0	20,5	24,9	25,4	19,5	12,0	8,2	7,2
2001	4,6	4,7	11,2	10,1	12,8	22,1	24,0	24,6	19,5	18,5	7,3	4,6
2002	5,3	6,9	8,4	9,6	15,2	22,6	22,4	21,6	18,5	15,6	8,3	6,4
2003	2,5	2,6	8,0	9,9	14,5	23,5	26,2	25,2	18,8	14,3	8,6	3,9
2004	4,4	7,3	7,6	9,1	10,2	20,2	24,1	24,8	20,1	17,0	7,6	4,3
2005	2,7	0,9	7,9	10,5	17,9	21,7	25,4	22,9	18,1	15,3	13,7	6,3
2006	2,3	3,4	8,7	13,5	17,9	21,3	25,1	22,4	18,9	18,1	11,2	5,1
2007	7,3	6,6	5,7	9,5	14,5	19,9	24,5	23,5	20,0	13,4	7,6	4,6
2008	6	7,0	6,9	11,1	13,6	18,8	24,7	24,9	19,1	13,8	6,4	3,4
2009	3,0	3,9	7,9	7,2	16,0	22,0	26,6	24,0	17,2	14,7	10,7	7,0
2010	4,5	5,6	7,8	11,1	12,4	18,6	25,6	24,2	19,0	13,7	7,4	6,0
Moyenne	**4,3**	**5,1**	**7,9**	**10,0**	**14,8**	**20,5**	**24,3**	**23,6**	**18,6**	**14,8**	**8,6**	**5,3**

(SEBTI, 2011)