République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Dr. MOULAY TAHAR - Saida-

Faculté des Sciences et Technologies

Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme du MASTER en Biologie

Option : protection des écosystèmes

Thème :

Contribution à l'étude et cartographie des formations végétale dans la région d'Ouled Brahim - Wilaya de Saida.

Présenté par : *M*elle *ABID Fatima*

*M*elle HADJI Imene

Soutenue le : 16/09/2020

Devant la commission de jury, composée par :

Le président : Dr. Belhadi Abdelkader	Université de Saida
Encadreur : *Dr. SITAYEB* Tayeb	Université de Saida
Examinateur : Dr. Saidi Abdelmoumen	Université de Saida

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2019/2020

Dédicace

Je dédie mon diplôme à celui qui a bu la tasse vide, pour m'arroser une goutte d'amour, à celui qui a récolté les épines de mon chemin, pour me préparer le terrain pour apprendre mon père et ma mère

Remercîment

Louange à Dieu qui m'a aidé à terminer ce mémorandum et m'a éclairé par mon chemin et mon succès dans ma mission scientifique. Je remercie sincèrement le Professeur. **Dr. SITAYEB**

je remercie les jurés le professeur DR **SAIDI Abdelmoumen** ET LE **PROFESSEUR DR Belhadi ABdelkader**

Je remercie également **le professeur** DR **MOHAMMED TERAS** pour les références qu'il m'a fournie dans mon étude

Et enfin je remercie le monsieur DALAA MARAWAN et aussi le monsieur DAHMANI MOHEMED

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction ..... *I*

Chapitre 01 : Etude bibliographique

1. Présentation de la télédétection

1.1 Définition …….....…01

1.2. Principes …….…01

1.3. Les principaux satellites d'observation de la terre …….……02

1.3.1. La série LANDSAT …….....02

1.4. La signature spectrale ……..……....03

1.4.1 Influence de la résolution des capteurs ……..04

1.4.2. La signature spectrale de la végétation …….……04

1.4.3 La signature spectrale de sol ……...……...…05

1.5. Traitement des images satellitaires ……..05

1.5.1. Prétraitement des images satellitaire ……05

1.5.1.1 Les corrections radiométriques ……...……05

1.5.1.2 Corrections atmosphériques ……...…06

1.5.1.3 Les corrections géométriques ……..……...……06

1.6. Interprétation des images satellitaires …….07

1.6.1 La classification ……07

1.6.1.1 La classification non supervisée ……..07

1.6.1.2 La classification supervisée ……..10
2. Méthodes d'étude de la végétation ……..……12
2.1. Méthode physionomique et floristique …….....……12
2.1.1 Méthode physionomique ……...……..……..12
2.1.1.1 Spectres biologiques de RAUNKIAER ……..……...……12
2.1.1.2 Objectif ……..……..…13
2.1.2. Méthode floristique ……...14
2.2. Méthode phytosociologique …….....14
2.2.1 Le relevé ……...……15
2.2.2. Composition d'un relevé ……...…….…..16
2.2.3. L'association …….…16
2.3. Echantillonnage .....…....17

Chapitre 02 : présentation de la zone d'étude

1. Situation géographique et administrative de la commune d'Ouled Brahim …...18
2. Etude climatique ……19
2.1. Précipitation …….....19
2.2. La température ……...…...…….…....22
2.3. L'humidité ……..…….……23
2.4.Evaporation ……...**24**
3. Les indices et classification climatique ……...……25
3.1. Synthèse bioclimatique ……25
3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen 30
4. synthèse géologique …….....32
4.1. Stratigraphie et lithologie 32
4.2. Géomorphologies 32
5. Topographie 34
5.1. L'exposition 38
6. Hydrologie 39
7. Occupation de sol 40

Chapitre 03: Méthodologie du travail

Introduction 42

1. Traitement des Images satellitaires 42

1.1. Critères de choix et disponibilité 43

1.2. Résolution spatiale et échelle cartographique ..... .43

1.3. Corrections des images 44

1.4. La composition colorée 44

1.5. La classification 45

1.6. Matériel utilisé 46

1.6.1. Logiciel ENVI 4.7 46

1.6.2. Logiciel Mapinfo 6.7.....54

2. Relevés de végétation 47

2.1. Matériel utilisé 47

2.2. La réalisation des relevées 47

2.2.1. Le choix de l'emplacement du relevé 48

2.2.2. L'homogénéité floristique 48

2.2.3. La surface des relevées 49

2.3. Traitement des relevées 49

2.3.1. Choix d'un indice de dissimilarité 49

2.3.2. Choix d'un indice d'agrégation 49

Chapitre 04 : Résultats et interprétation

1. Composition colorée et l'interprétation visuelle 51

2. Vérité de terrain 52

2.1. Traitement des relevés 53

3. Classification non supervisée 53

4. Validation de l'interprétation par les données de terrain 54

4.1. Classification supervisée 54

4.2. Nomenclature ou légende utilisée 54

4.3. Estimation de la qualité de classification 54

4.3.1. Matrice de confusion 55

4.3.2. Coefficient KAPPA 55

5. Cartes de végétation 56

Conclusion 58

Références bibliographiques

Tableau n°01 : répartition de la précipitation moyenne mensuelle et saisonnière …….27

Tableau n° 02 : La diminution de précipitations (mm/an) ……..28

Tableau n° 03 : les températures moyenne ……30

Tableau n°04: Taux d'humidité ……...31

Tableau n°05 : évaporation moyenne mensuelle (1979-2009) ……..32

Tableau n^0 06 : la valeur de ce coefficient et le type de climat …….36

Tableau n°07 : précipitations et températures moyennes mensuelles (1979-2009) ...……39

Tableau n^{0}08 : Unités de paysage ET géomorphologie …….41

Tableau n^{0}09 : Classe des pentes de la zone d'étude de la commune d'ouled Brahim….43

Tableau n^{0}10 : Les sources hydriques (la commune d'ouled Brahim) ……..……49

Liste des figures

Figure n°01 : Processus de la télédétection …….....…….....02

Figure n°02 : Réponse spectrale caractéristique de la végétation verte et localisation des canaux des satellites SPOT et LANDSAT TM sur le spectre électromagnétique ….……13

Figure n°03 : Principe de classification des images ……...……08

Figure n°04 : Les étapes de la classification non supervisée ...……...…...09

Figure n°05 : Les étapes de la classification supervisée ……11

Figure n°06 : Types biologiques de Raunkiær (Raynal-Roques, 1994) ……*13*

Figure n°07 : Echantillonnage au hasard ...……....19

Figure n°08 : Echantillonnage systématique……...21

Figure n°09 : Positionnement des pièges de micromammifères le long d'un transect dans la RN du Platier d'Oye ……21

Figure n°10 : Echantillonnage stratifié ……..23

Figure n°11 : Répartition de l'effort d'échantillonnage par tranche d'altitude dans la RN de Nohèdes ……..23

Figure n°12 : la situation géographique de la commune d'ouled Brahim (Balloul willaya de Saida …….....25

Figure n°13: Les précipitations moyennes mensuelles et saisonnières ……....28

Figure n°14: décroissance des précipitations durant (1913-2009) …….29

Figure n°15 : Les températures moyennes entre (1979-2009) ….…….....30

Figure n°16 : taux d'humidité (sur 30 ans) …….…...32

Figure n°17 : évaporation moyenne mensuelle. (1979-2009) ...…….33

Figure n°18 : Détermination du type de climat d'après le climagramme …….....37

Figure n^{0} 19 : diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN ...…….59

Figure n°20: carte géologique de la zone d'étude de la commune d'ouled Brahi ……..…43

Liste des figures

Figure n^{0}21: La carte des pentes de la commune d'ouled Brahim …….……46

Figues n^{0}22: Carte hypsométrique de la commune d'ouled Brahim ……..46

Figue n^0 23: Carte d'exposition- Commune Ouled Brahim ……...……48

Figue n^{0}24 : Carte du réseau hydrographique de la Commune d'Ouled Brahim ……...49

Figure n°25 : L'approche méthodologique pour la réalisation de la carte de végétation ..56

Figure n°26: la composition colorée 61

Figure n°27: Technique de la classification et de la composition colorée …….62

Figure n°28: carte des points des relevée ……....63

Figure n°28: Classification non supervisée ……64

Figure n°29 : carte de végétation de la commune de Ouled Brahim ……..67

A.A.E : amplitude annuelle extrême

C.H.A : classification hiérarchique ascendante

ISODATA : Agrégation autour des centres mobiles

ENVI :. Environnement for Vizualizing Images

ERTS : *Earth Resources Technological Satellite*

ETM+ : Enhanced Thematic Mapper Plus

ETP : évapotranspiration potentielle

G.P.S : Globale Positionner Système

H P A E : Hiver. Automne. Printemps. Eté

TDRS : Tracking and Data Relay Systems

LANDSAT : Land Satellite

SPOT : Satellite Probatoire pour l'observation de la Terre

((M)) : les températures maximales du mois le plus

((m)) : les moyennes des températures minimales du mois le plus froid

MNT : model numérique de terrain

MSS : Multi Spectral Scanner

OMM : organisation météorologique mondiale

RBV : Return Beam Vidicom

de la **RN** de Prats-de-Mollo page 19

RSI : Research Systems images

SVM : support vector mechine

TDRS : Tracking and Data Relay Systems

TM : Thematic Mapper

U.T.M. **:** (Universel Transverse Mercator

الهدف من العمل هو المساهمة في دراسة ورسم خرائط التكوينات النباتية لمنطقة أولاد إبراهيم ، و ذلك لأهمية الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة الواقعة بين مستجمعين مائيين بوادي مينا بولاية تيارت ومستجمع مياه واد ويزرت بولاية معسكر.

استخدمنا تقنية الاستشعار عن بعد الذي يوفر البيانات إلى جانب نظام المعلومات الجغرافية الذي له أهمية كبيرة لرسم خرائط التشكيلات الغابات. يدور عملنا حول أربعة فصول، الفصل الأول يتعلق بالمبدأ الأساسي للاستشعار عن بعد ومنهجية التحليل ومعالجة البيانات ، ثم الفصل الثاني يحتوي على عرض لمنطقة الدراسة والبيئة المادية (دائرة ولاد براهيم)، الفصل الثالث وما حوله حول منهجية العمل والمواد المستخدمة وفي الفصل الرابع عرض النتائج الرئيسية للدراسة ، ومعالجة

السجلات بتصنيف غير خاضع للرقابة والتصنيف تحت إشراف وتفسير البيانات الميدانية وتطوير خريطة الغطاء النباتي التي تجمع معا التكوينات النباتية الرئيسية التي تميز منطقة الدراسة. تعطي خريطة الغطاء النباتي المنتجة من صورة لاندسات لمحة عامة عن توزيع الغطاء النباتي في المنطقة. يحتل تكوين العرعاع البري سطحًا مثيرًا للاهتمام بنسبة 31 ٪ ، يليه تكوين العفص الذي احتل 28 ٪ من السطح ، وتشكيل هولم البلوط بنسبة 22 ٪ ، وتشكيل و أما الباقي فتشغله تكوينات نباتية موسمية أخرى.

الكلمات المفتاحية: ولاد ابراهيم - مسوح ازهار - استشعار عن بعد - تصنيف مراقب - تصنيف غير مراقب – سعيدة

Résumé

L'objectif du travail est de contribué à l'étude et la cartographie des formations végétale de la zone de Ouled Brahim, l'importance de la situation géographique de la zone d'étude (localisé entre deux bassins versants celle de Oued Mina de la Wilaya de Tiaret et le bassin versant de Oued Ouizert de la Wilaya de Mascara)

Nous utilisons la télédétection qui fourni des données couplée à un système d'information géographique qui sont d'un grand intérêt pour la cartographie des formations forestières. Notre travaille s'articule autour de quatre chapitres le premier chapitre concernant le principe essentielle de la télédétection et s'approche méthodologie d'analyse et traitement les données ensuite le .Le deuxième chapitre contient la présentation de la zone d'étude et le milieu physique (la daïra d'Ouled Brahim) , le troisième chapitre et autour sur la méthodologie du travail et le matériel utilisé et dans le quatrième chapitre la présentation des principaux résultats de l'étude, le traitement des relevés avec une classification non supervisée et la Classification supervisée suivie de l'interprétation par les données de terrain et élaboration d'une carte de végétation qui regroupe les principale formations forestières qui caractérises la zone d'étude .La carte de végétation produite à partir de l'image landsat donne un aperçu de la répartition de la végétation dans la région. La formation du Thuya de berberie occupe une surface intéressante avec un taux de 31%, suivie par la formation de thuya qui a occupé 28% de surface, formation de chêne vert avec 22%, la formation de l'oléo-lentisque 16 % et les reste est occupé par d'autres formations végétales saisonnières.

Mots clés : Ouled Brahim, relevés floristiques, télédétection, classification supervisée classification non supervisée, Saida

Abstract

The objective of the work is to contribute to the study and the cartography of the plant formations of the area of Ouled Brahim, the importance of the geographical situation of the area of study (located between two watersheds that of Oued Mina of the Wilaya of Tiaret and the watershed of Oued Ouizert of the Wilaya of Mascara)

We use remote sensing which provides data coupled with a geographic information system which is of great interest for the mapping of forest formations. Our work revolves around four chapters the first chapter concerning the essential principle of remote sensing and approaches analysis methodology and data processing then the. The second chapter contains the presentation of the study area and the physical environment (la daïra d'Ouled Brahim), the third chapter and around on the methodology of the work and the material used and in the fourth chapter the presentation of the main results of the study, the treatment of the records with an unsupervised classification and the Classification supervised followed by interpretation by field data and development of a vegetation map that groups together the main forest formations that characterize the study area. The vegetation map produced from the landsat image gives an overview of the distribution of vegetation in the region. The formation of Thuja de berberie occupies an interesting surface with a rate of 31%, followed by the formation of thuja which occupied 28% of surface, formation of holm oak with 22%, the formation of the oleo-lentisk 16% and the remainder is occupied by other seasonal vegetal formations

Keywords: Ouled Brahim, floristic surveys, remote sensing, supervised classification, unsupervised classification, Saida

La cartographie de la végétation est une activité qui tient la fois de la recherche fondamentale et la recherche appliquée ; ses objectifs sont multiples les services qu'elle peut rendre très nombreux. La carte de la végétation sous sa forme classique est déjà susceptible de nombreuses applications et devient indispensable pour plusieurs objectifs et disciplines.

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

Les images de télédétection revêtent une importance particulière dans les études géographiques, car elles représentent un enregistrement visuel des caractéristiques spatiales de la zone couverte par l'image pendant la période au cours de laquelle elle a été prise. Cette caractéristique a rendu l'utilisation d'images de télédétection largement répandue dans la recherche géographique, car elle permet d'étudier les phénomènes géographiques en termes de surveillance. Suivez son développement et les changements qui s'y produisent (sa croissance ou son déclin, ses tendances et taux de croissance et de déclin), et préparez des cartes précises montrant sa distribution et les relations spatiales entre elles, même dans des zones reculées ou difficiles à atteindre. Ce que l'on appelle la tendance quantitative en géographie a joué un rôle majeur dans la diversité de l'utilisation de la détection. Pourtant, en tant que source de données et d'informations à utiliser dans la construction de modèles et la sélection d'hypothèses de terrain.

La télédétection a une importance particulière en géographie, et parmi les zones géographiques dans lesquelles les méthodes de télédétection ont contribué, selon Khaled Muhammad Al-Anqari (1968), on trouve:

- ✓ Surveiller la distribution spatiale des phénomènes terrestres dans un cadre large et à partir d'un site de surveillance élevé dans un cadre qui ne peut pas être vu avec la même clarté et la même rigueur grâce à la surveillance au sol.
- ✓ L'étude des phénomènes changeants tels que les inondations et la circulation. Ces phénomènes sont difficiles à suivre directement à l'œil nu en raison de leur évolution rapide.

- ✓ Les enregistrer dans une image aérienne permet de les étudier. Enregistrement permanent des phénomènes, afin qu'ils puissent être étudiés ultérieurement à tout moment.
- ✓ Cela permet de faire des comparaisons dans le temps en étudiant un groupe de photos prises à des moments différents pour un même lieu, et permet également de connaître la nature du changement qui se produit dans un lieu.
- ✓ Enregistrez des données que l'œil nu ne peut pas voir, car l'œil humain est sensible aux rayons visibles entre 4 et 7 micromètres, et les images satellite peuvent donner des informations supplémentaires sur le capteur dans la plage entre 3 et 9 micromètres, qui comprend en plus des rayons lumineux, des rayons ultraviolets et des rayons Rouge.
- ✓ Effectuez des mesures rapides et très précises des distances, des directions, des surfaces, des hauteurs et des pentes.
- ✓ Études appliquées dans diverses branches de la géographie telles que: études de la ville, agriculture, climat, géomorphologie et autres. Production et mise à jour des cartes dans un temps rapide et avec une précision qui n'était pas disponible dans les méthodes traditionnelles qui prévalaient auparavant.

Notre étude a pour objective de montrer le rôle et l'apport de la télédétection sur la cartographie des groupements forestières a partir des donnés satellitaires (image satellitaire Landsat) et avec la réalité de terrain (relevés) afin de l'élaboration d'une carte de végétation qui regroupe les grande formations forestières qui caractérises la zone d'OULED BRAHIM

1. Présentation de la télédétection

1.1 Définition

La définition élaborée par la Commission Ministérielle de Terminologie de la Télédétection Aérospatiale publiée au Journal Officiel le 11 décembre 1980 est : « la télédétection regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes. Ceci suppose l'acquisition d'informations à distance, sans contact direct avec l'objet détecté».

1.2. Principes

Dans la plupart des cas, la télédétection implique une interaction entre l'énergie incidente et les cibles. Le processus de télédétection au moyen de systèmes imageurs comporte les sept étapes présentées dans l'Annexe 2 et résumé ci-dessous.

Notons cependant que la télédétection peut également impliquer l'énergie émise (infrarouge) ou utiliser des capteurs non-imageurs (sismique, gravimétrie...). Les processus de la télédétection sont les suivants (figure. 1)

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

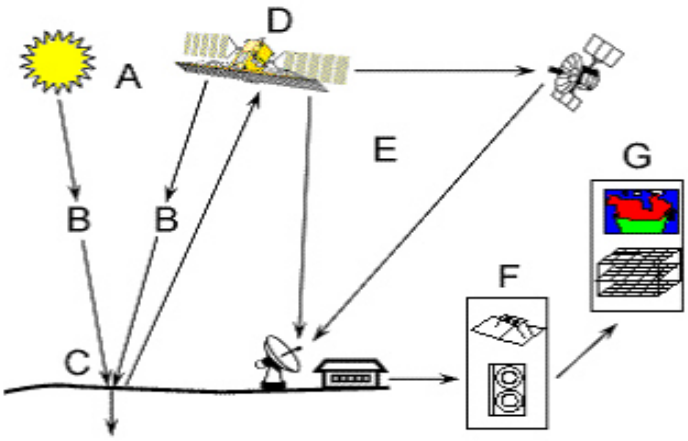


Figure n°01 : Processus de la télédétection d'après (Kluser, 2000)

1.3. Les principaux satellites d'observation de la terre

On distingue les satellites géostationnaires placés sur une orbite équatoriale à 35800 km d'altitude. Sont généralement des satellites météorologiques.

Les satellites de télédétections à défilement ont une orbite quasi-circulaire polaire à une altitude située entre 700 et 900 km. Ces satellites ont une orbite héliosynchrone, c'est-à-dire que le satellite survole une latitude donnée à une heure locale sensiblement constante d'une révolution à l'autre. Ceci permet de bénéficier d'un éclairement solaire assez peu variable. Le satellite américain LANDSAT et le satellite français SPOT appartiennent à cette catégorie.

1.3.1. La série LANDSAT

Le programme Earth Resources Technological Satellite (ERTS) utilisant les satellites ERTS-1 dont le nom a été transformé en LANDSAT (Land Satellite*)* est dû à la NASA. (M.C.GIRARD, 2000). Le premier satellite, LANSAT-1 fut lancé en 1972 et suivit de 5 autres (LANDSAT 2 à 6). Les trois premiers constituent la première génération, équipée de deux systèmes d'acquisition : le RBV (Return Beam Vidicom) et le MSS (Multi Spectral Scanner). En 1982, le satellite LANSAT-4 est le premier de la seconde génération, en apportant quelques modifications majeure sur le scanneur et en remplaçant les caméras RBV par un nouveau capteur de résolution spatiale plus élevée 30m contre 80m, le Thématic Mapper « TM », possédant sept bandes spectrales plus fines, du bleu à l'infrarouge thermique.

En 1999, le satellite LANDSAT-7 a été lancé avec un nouveau capteur (ETM+) Enhanced Thematic Mapper Plus*,* L'instrument d'ETM+ comporte huit bandes spectrales capables de

fournir des informations à haute résolution. Il détecte le rayonnement spectral filtré dans le visible, proche-infrarouge, et l'infrarouge thermique. Les tailles des "Pixel" sont de15 mètres dans la bande panchromatique ; 30 mètres dans les bandes de visible et l'infrarouge moyen et proche; et 60 mètres dans la bande infrarouge thermique.

Les satellites 1 à 5 n'ayant pas d'enregistreur embarqué les données sont envoyées en temps réel aux stations de réception, quand il ne peut y avoir de liaison directe, les informations sont envoyées par des relais en utilisant des satellites de communication TDRS (Tracking and Data Relay Systems). Pour Landsat 7, il y a une possibilité d'enregistrement à bord.

Landsat 8, nouvel héritier des satellites américains d'observation de la Terre, était lancé le 11 février 2013. Landsat 8 offre 1 bande panchromatique à 15m de résolution, 8 bandes multi spectrales à 30m et 2 bandes thermiques à 100m de résolution.

1.4. La signature spectrale

Les capteurs utilisés en télédétection sont des radiomètres imageurs. En effet, ils mesurent des rayonnements et organisent ces mesures sous forme d'images. Ces images sont utilisées pour obtenir des informations sur les objets qu'elles représentent (c'est-à-dire sur les éléments du paysage). Or, le seul lien qui relie l'image à l'objet est le rayonnement émis ou réfléchi par cet objet et reçu par le radiomètre. La télédétection s'appuie donc avant tout sur une bonne connaissance des rayonnements électromagnétiques et de leur comportement au contact de la Terre et à travers l'atmosphère.

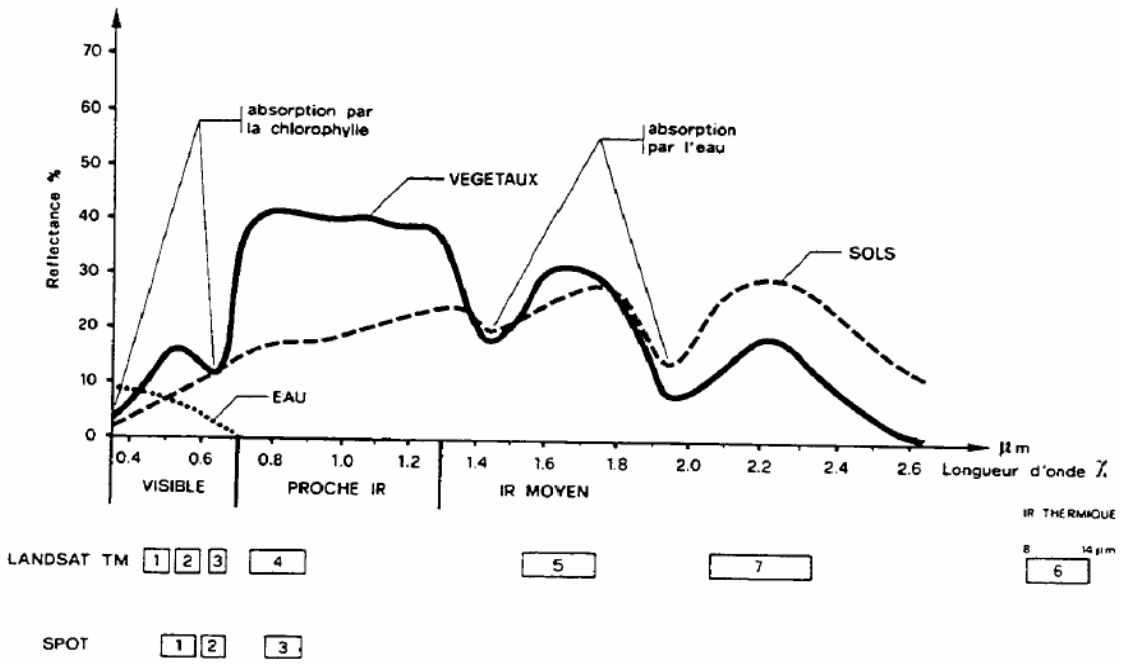


Figure N°02 : Réponse spectrale caractéristique de la végétation verte et localisation des canaux des satellites SPOT et LANDSAT TM sur le spectre électromagnétique. D'après (Caloz, 1987 in KNIPPEL.1995)

1.4.1 Influence de la résolution des capteurs

Les courbes de réfléctances dépendent :

• De la résolution spectrale :

- capteur à haute résolution spectrale signature continue,

- capteur à faible résolution spectrale signature discrète (c est le cas de la plupart des capteurs embarqués sur les satellites, qui enregistrent des informations dans un nombre limité de canaux.)

• De la résolution spatiale (par exemple, la réfléctances d'une forêt varie selon que l'on considère une feuille, un arbre, une parcelle de forêt, un paysage, etc.)

1.4.2. La signature spectrale de la végétation

La réfléctances d'un couvert végétal ne dépend pas seulement des propriétés d'absorption et de diffusion des feuilles mais aussi de son architecture. Celle-ci varie selon la forme, la dimension, la distribution dans l'espace et la quantité des surfaces végétales du couvert. La distribution spatiale de la végétation sur le sol dépend du type de végétation, de la disposition

des plantes (écartement et orientation des rangs), et de leur stade de croissance. Au fur et à mesure que la végétation se développe, les effets des sols s'estompent.
Les végétaux chlorophylliens se caractérisent par des comportements particuliers dans les grands domaines spectraux.

1.4.3 La signature spectrale de sol

Le sol est un milieu complexe constitué d'éléments minéraux et organiques (humus, végétaux, etc.), d'éléments liquides (l'eau) et de gaz (air, vapeur d'eau) qui tous ont une influence sur la réfléctances du sol.
Les bandes d'absorption dues à l'eau (1.4 et 1.9) sont présentes. Lorsque l'humidité du sol croît, on observe une diminution de la réfléctances sur l'ensemble des longueurs d'onde. Ce phénomène provient du fait que dans un sol sec, l'espace entre les particules est occupé par de l'air. La réfléctances est alors liée à l'indice de réfraction des interfaces

1.5. Traitement des images satellitaires

Les réfléctances enregistrées par les capteurs sont transmises à des stations de réception terrestres, soit en temps réel (directement ou via un autre satellite) soit en temps différé (lorsque le satellite arrive « en vue » d'une station de réception). Dans tous les cas, les données transmises se présentent sous la forme brute d'un flux de données qui doit être traité avant d'être délivré à des utilisateurs.

1.5.1. Prétraitement des images satellitaire

Le prétraitement est des opérations réalisées sur les images de télédétection avant l'analyse et l'interprétation des images. Les corrections visent à compenser les perturbations de la radiométrie et la géométrie de l'image intervenant lors de la prise de vue.
La mise au point d'une méthode concertée de surveillance par télédétection suppose un certain nombre d'étapes techniques incontournables. Parmi celles-ci, les corrections géométriques et radiométriques sont fondamentales pour la détermination de changements.

1.5.1.1 Les corrections radiométriques

Les données radiométriques acquises par un capteur satellitaire sont affectées par un certain nombre de facteurs tels que les caractéristiques du capteur et l'état de l'atmosphère. Le passage

des données brutes enregistrées par le capteur aux images corrigées de ces facteurs se fait en quatre étapes:

1. Tout d'abord, il faut éliminer les perturbations dues à l'instrumentation pour rétablir les contrastes existant entre les objets.

2. Ensuite, les données brutes sont transformées en grandeurs physiques par l'introduction de coefficients d'étalonnage (étalonnage absolu) et par la prise en compte des conditions d'acquisition (orientation et inclinaison de la visée, position du Soleil, résolution spectrale et spatiale). Les données obtenues sont alors exprimées en réfléctances apparente au niveau du satellite.

3. La troisième étape consiste à éliminer les perturbations induites par l'atmosphère (corrections atmosphériques) afin d'obtenir la réfléctances des objets au niveau du sol. Les données ainsi obtenues sont relatives à une surface fictive, plane et horizontale en supposant un éclairement uniforme et constant.

4. Enfin, des corrections au niveau de la topographie (corrections topographiques) sur l'éclairement sont effectuées pour acquérir des caractéristiques optiques réelles de la surface.

Les effets dus aux instruments étant corrigés avant la distribution des images par les fournisseurs, seules les trois dernières étapes ont dû être réalisées.

1.5.1.2 Corrections atmosphériques

Elles ont pour but de compenser les effets de l'atmosphère (diffusion, atténuation, réfraction, absorption). Ce sont des procédures souvent complexes, qui demandent la connaissance de nombreux paramètres atmosphériques (humidité relative, visibilité, pression, etc.). Le plus souvent, on leur préfère des méthodes empiriques simples, basées sur les valeurs des pixels de l'image.

La rétro diffusion atmosphérique a été corrigée en évaluant sa contribution sur un pixel d'eau profonde (dont la réfléctances est supposée nulle) et en soustrayant cette valeur a toute l'image.

1.5.1.3 Les corrections géométriques

Il reste de corriger les déformations géométriques de l'image dues à plusieurs sources d'erreurs. Ces corrections sont nécessaires pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les données enregistrées par le capteur du satellite ne sont pas présentées dans une projection cartographique courante, rendant difficile la comparaison avec des données géo référencées

comme les cartes thématiques, de plus, ces corrections sont essentielles pour comparer et superposer une série d'images. Les méthodes de corrections géométriques appliquées aux images numériques de télédétection peuvent être classées

en deux grandes catégories : les méthodes de corrections à partir des paramètres du satellite et les méthodes de corrections par référence à des points de coordonnées connues dans un autre système.

1.6. Interprétation des images satellitaires

Les techniques de Photo-interprétation Assistée par Ordinateur et de classification numérique permettent d'effectuer une analyse thématique de données géographiques à partir de photographies aériennes ou d'images satellites.

1.6.1 La classification

Selon (Sokal, 1974) la classification est "l'arrangement et la mise en ordre d'objets en groupes ou en ensembles sur la base de leurs relations".

Le but d'une classification est de simplifier la réalité d'un paysage pour pouvoir l'interpréter plus facilement. Cela consiste en fait a simplifier la radiométrie de l'image brute, qui représente le paysage, par la formation de classes.

L'objectif général des classifications est de traduire des informations spectrales en classes thématiques (d'occupation du sol, par exemple). La segmentation de l'image en classes thématiques est aussi appelé zonage. Les stratégies de zonage sont multiples :

• approches par pixel (analyse multi-spectrale, segmentation d'indice)

• approche par zone (détection de contour, texture)

• approche par objet (analyse morphologique, détection de formes)

Deux types de méthodes de classification sont employés pour analyser les changements de milieu : la classification non supervisé et la classification supervisée.

1.6.1.1 La classification non supervisée

Elles sont effectuées sans prise en compte de données de terrain. Il s'agit d'un découpage entièrement mathématique des données radiométrique en un nombre de classes définies.

Il existe des algorithmes de classification, composés de plusieurs itérations, permettant de créer des regroupements de pixels ayant des signatures spectrales similaires. L'utilisateur procède

ensuite à la reconnaissance des classes créées par l'algorithme en affectant un nom et une couleur à chaque classe.

Un algorithme de classification non supervisé est appelé « agrégation autour de centre mobiles on méthode ISODATA ».

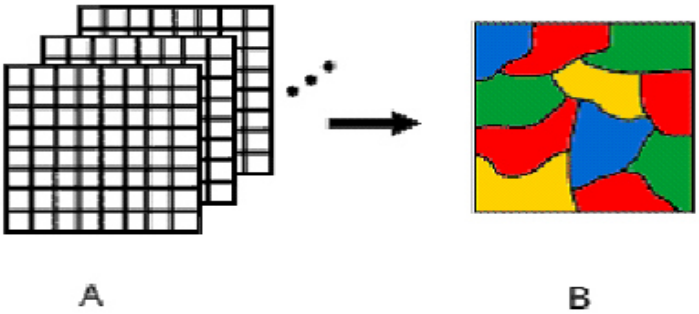


Figure n°03 : Principe de classification des images (source : Kluser, 2000)

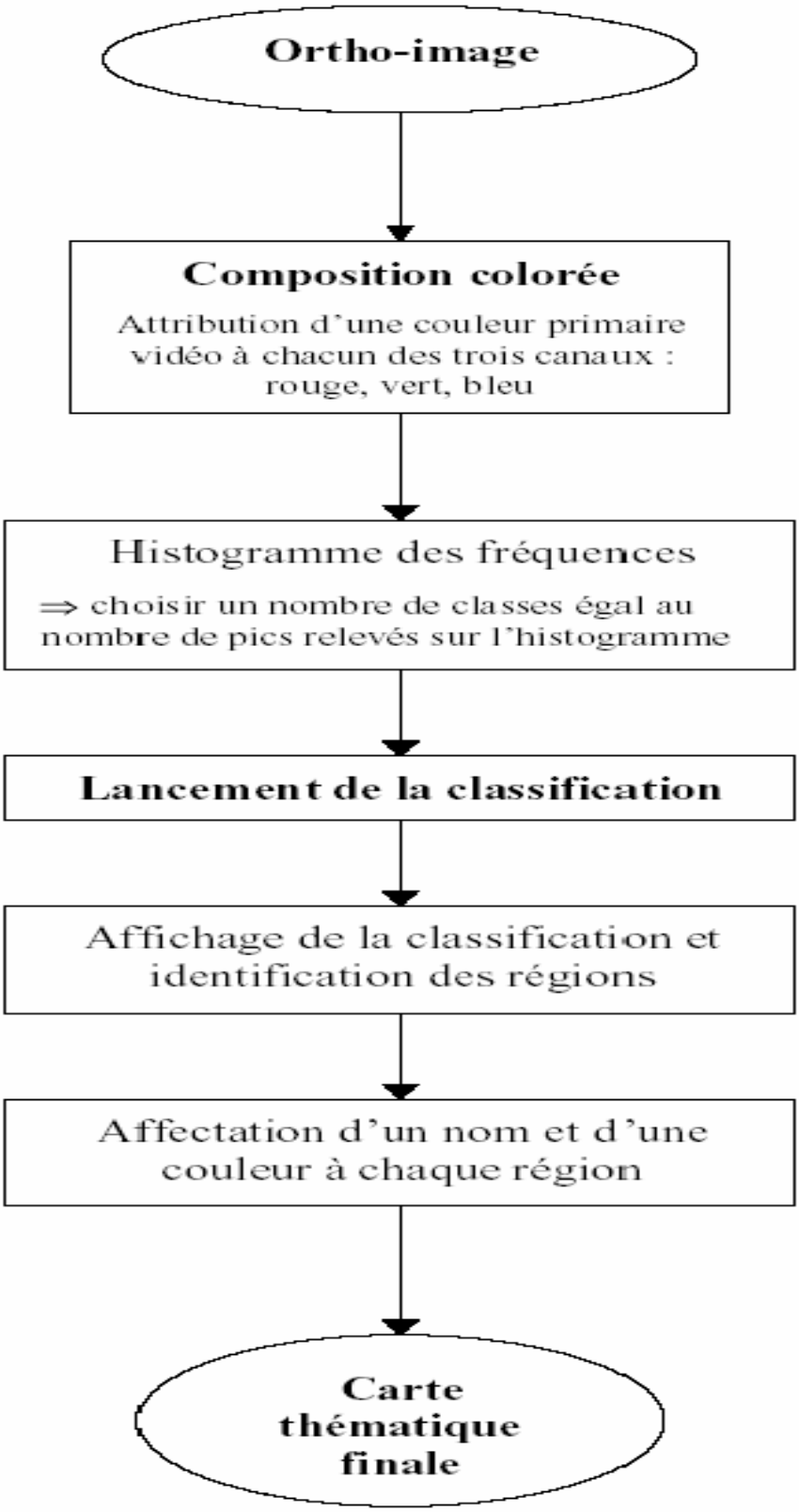


Figure n° 04 : Les étapes de la classification non supervisée d'après (Source: DOS SANTOS, 2001

1.6.1.2 La classification supervisée

Le principe de la classification supervisée est de regrouper les pixels à des classes thématiques, basées sur une connaissance préalable de la zone à étudier. Les classes sont définies sur la base de zones d'apprentissage, qui sont des échantillons représentatifs des classes. Cette méthode de classification comporte les étapes suivantes :

a) **Définition de la légende :** Choix des classes souhaitées problématique de recherche

b) Sélection d'échantillons représentatifs : Pour chaque type d'occupation du sol, on identifie sur l'image des zones représentatives appelées échantillons. Si possible, deux jeux d'échantillons sont définis :

• des zones d'apprentissage, qui permettront de décrire les classes en termes de valeurs

• des zones de test, qui serviront à la vérification de la classification

c) Description des classes : Les classes sont décrites en termes de paramètres statistiques (valeur moyenne, minimum, maximum, variance, etc.) calculés à partir des zones d'apprentissage sélectionnées sur l'image.

d) Choix d'un algorithme de classification : Il faut ensuite choisir l'algorithme de classification et les règles de décisions appropriés. Les classifications sont basées sur des critères de distance ou de probabilité (maximum de vraisemblance, distance minimum, etc.). A ce stade, il importe d'évaluer le contenu et la séparabilité des classes :

• de manière visuelle, sur une représentation graphique des signatures spectrales (courbes de signatures, histogrammes, diagrammes à deux dimensions, etc.)

e) Classification : A ce stade, tous les pixels de l'image sont classés selon l'algorithme de classification choisi.

f) Evaluation de la classification : Le résultat de la classification est évalué en le comparant à des informations de référence qui peuvent être fournies par:

• des zones test sélectionnées sur l'image

• d'autres cartes ou images

• des relevés de terrain

L'interprétation des données multi spectrales s'effectue le plus souvent par une méthode statistique de classement par maximum de vraisemblance, méthode généralement considérée comme la plus heureuse. Il est cependant difficile en pratique de dépasser une proportion de 65% de pixels bien classés. (pourchier, 1993)

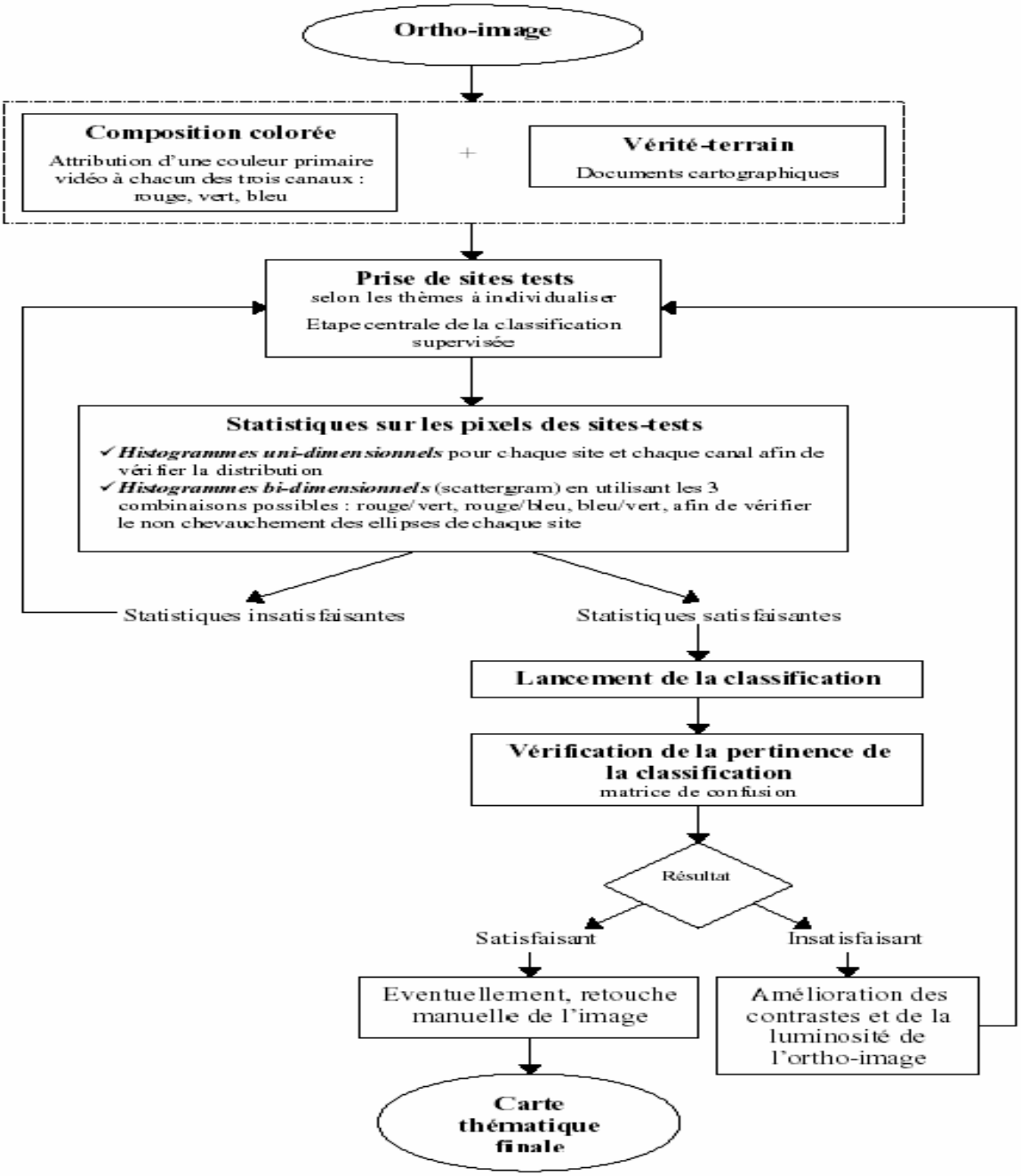


Figure n° 05 : Les étapes de la classification supervisée d'après (Source: DOS SANTOS, 2001)

2. Méthodes d'étude de la végétation

2.1. Méthode physionomique et floristique

De façon simplifiée, les méthodes de description de la végétation peuvent être groupées en deux catégories :

- Physionomique ou structurale : la description est basée sur la morphologie externe, formes de vie, stratification et dimensions des espèces présentes.
- Floristique : les espèces présentes dans le milieu d'étude sont identifiées et leur présence/absence ou abondance sont notées.

2.1.1 Méthode physionomique

Les méthodes physionomiques ont été utilisées surtout pour la classification de la végétation à petite échelle (à travers des zones de grande superficie) telle que la classification des formations végétales du monde.

L'étude physionomique basée sur les formes de vie de Raunkiaer permet d'établir des relations Intéressantes entre la végétation et le climat. Le spectre biologique (% des espèces de la flore d'un territoire appartenant à différentes formes de vie) reflète généralement les conditions climatiques dominantes dans un milieu donné.

2.1.1.1 Spectres biologiques de RAUNKIAER

Les végétaux peuvent être classés selon leur type biologique «life form» déterminé par la morphologie générale de l'espèce, qui exprime en partie son adaptation à l'environnement. Raunkiaer (1934) a défini une classification des types biologiques fondée sur l'adaptation des plantes à la mauvaise saison correspondant soit à la période froide des climats tempérés ou froid, soit à la période sèche et chaude des régions tropicales et méditerranéennes.

Le système de Raunkiaer est basé sur la situation des bourgeons dormants qui assurent la production / reproduction pour la période de végétation suivante. Ce système distingue 5 types principaux de végétaux terrestres :

- les phanérophytes & nanophanérophytes: plantes vasculaires ligneuses dont les organes végétatifs sont placés en hauteur et dont les bourgeons végétatifs sont situés à 25 cm, ou plus, au dessus du sol. Ces végétaux sont dits 'ligneux hauts' et l'on distingue les phanérophytes (> 2 m) et nanophanérophytes (0.25-2 m). Si certaines situations l'imposent, il sera possible de distinguer une catégorie de mégaphanérophytes (> 8 m).
- les chaméphytes : plantes ligneuses dont les bourgeons végétatifs se situent au maximum à 25 cm du sol. Ces végétaux sont également désignés par le terme 'ligneux bas' < 0.25 m.

- les hémicrytophytes : plantes herbacées (dépourvues de parties aériennes durables). La pérennité de ces plantes est assurée à partir des bourgeons végétatifs, situés au ras du sol (collet) . Les graminées pérennes relèvent de cette catégorie.
- les cryptophytes ou géophytes : plantes herbacées ne subsistant, durant la mauvaise saison que par les parties souterraines (bulbes, tubercules, rhizomes). Il s'agit également d'herbacées pérennes.
- les thérophytes : plantes annuelles dont la durée du cycle évolutif est variable mais inférieure à un an. Ce cycle peut être très court, en particulier en zones arides : les plantes sont alors qualifiées d'éphémérophytes ou d'éphémérides. Les végétaux ayant type biologique supportent les rigueurs imposées par la sécheresse en régions méditerranéenne et tropicale ; la graine est l'organe le mieux adapté pour résister longtemps à des conditions défavorables.

2.1.1.2 Objectif

L'intérêt de regrouper les taxons selon leur mode de croissance ou selon leur morphologie constitue un élément important dans la description de la physionomie, de la structure de la végétation, mais aussi de son fonctionnement. En effet, le spectre biologique d'une végétation exprime les adaptations évolutives des plantes à l'environnement (Orshan, 1982), y compris aux pressions exercées par l'homme et les animaux herbivores.

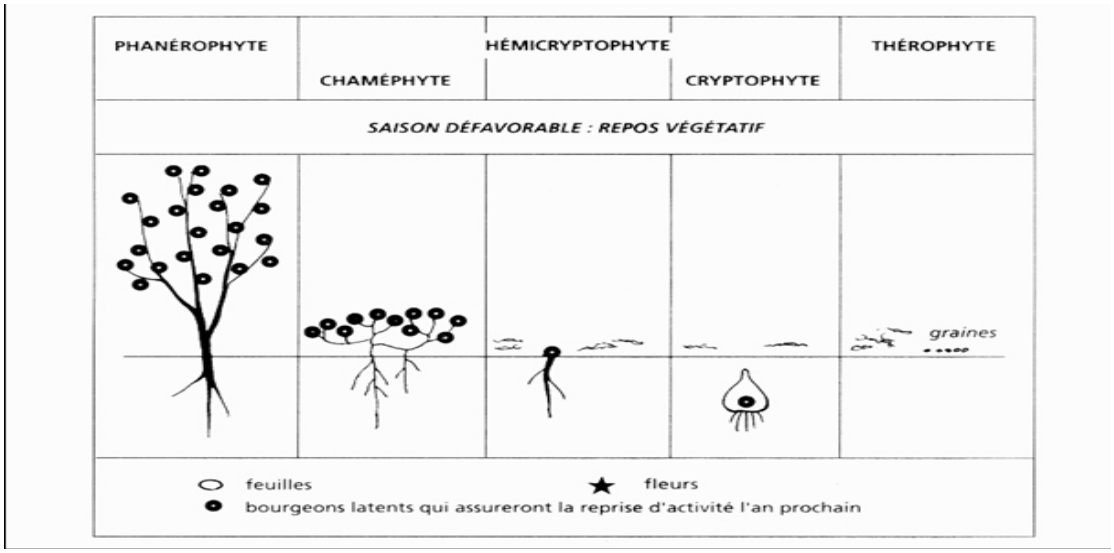


Figure n°06 : *Types biologiques de Raunkiaer (Raynal-Roques, 1994).*

2.1.2. Méthode floristique

Les analyses floristiques ont souvent été appliquées à grande échelle (à travers des zones de Petite superficie), particulièrement au niveau des communautés végétales. Dans ce cas, L'unité d'échantillonnage correspond souvent à une parcelle (quadra) carrée, parfois Rectangulaire ou circulaire. Les dimensions de l'unité d'échantillonnage varient en fonction Du type de végétation et de la distribution spatiale des espèces. Dans certains cas, la méthode Des transepts linéaires est préférable. Lorsqu'on ne s'intéresse qu'aux données dites qualitative de présence/absence, les espèces sont identifiées par leurs noms scientifiques et reportées directement sur une fiche de terrain. A l'opposé, lorsqu'on cherche à avoir des données quantitatives, des mesures d'abondance sont nécessaires. Elles peuvent être subjectives (Estimées visuellement) ou objectives (par l'intermédiaire de techniques précises et exactes).

2.2. Méthode phytosociologique

La phytosociologie est une approche consacrée aux méthodes de reconnaissance et caractérisation des communautés végétales. Son but est de regrouper ensemble une série d' « individus » (relevés ou échantillons) en se basant sur leurs attributs (composition floristique). Le résultat final de la classification est une série de groupes où, de façon idéale, chaque « individu » est plus similaire aux autres « individus » du même groupe qu'à n'importe quel autre « individu » des autres groupes. Pratiquement, ce résultat idéal est rarement obtenu en phytosociologie. Ci-dessous, différentes techniques de classification sont brièvement présentées et peuvent être appliquées à des données floristiques qualitatives ou quantitatives. Les premières méthodes de classification sont basées sur le tri manuel des données floristiques et sont dites subjectives. Elles ont été développées au début de XXe siècle :

- méthode de l'école de Braun-Blanquet (1928) ou école de Zurich-Montpellier appliquée à la végétation méditerranéenne de France et aux Alpes centrales. L'objectif de cette méthode est la construction d'une classification globale des communautés végétales. Elle est basée sur plusieurs suppositions et concepts fondamentaux. Cette méthode largement suivie au Maroc est présentée ci-dessous.
- méthode de l'école Uppsala (Rietz, 1921), très connue en Suède et dans les pays scandinaves,
- méthode de l'école Danoise, due à Raunkiaer (1928), très célèbre pour son

Fameux travail sur les formes biologiques des plantes, mais également auteur d'une technique de tabulation des échantillons de végétation pour dériver des communautés types,

- méthodes d'écoles hybrides entre l'école de Zurich-Montpellier et Uppsala (l'école britannique par exemple).

2.2.1 Le relevé

C'est un échantillon de végétation par unité de surface dont la location n'est pas entièrement aléatoire. Le site de description de la végétation est soigneusement sélectionné de façon délibérée pour être une aire représentative d'un type de végétation particulière. Cela suppose que le chercheur possède une connaissance fine de la végétation de la région étudiée et qu'il a une idée préalable des grands types de végétation présents. Les échantillons sont alors sélectionnés pour représenter ces types.

a) Homogénéité : Le relevé doit être uniforme et homogène. Cela signifie que l'assemblage d'espèces qu'on pense être représentatif du type de communauté à décrire doit occuper une surface de terrain sans hétérogénéité interne. Les variations micro-environnementales locales ou de micro-habitat doivent alors être évitées ou ignorées.

b) Aire minimale : Le relevé doit être effectué dans des dimensions spatiales qui garantissent la représentativité de l'échantillon de végétation uniforme. Ces dimensions varient en fonction du type biologique et physionomie du type de végétation dominante et en fonction de la variation du nombre d'espèces trouvées dans le relevé par rapport à l'augmentation de la surface échantillonnée. La méthode de l'aire minimale utilisée pour déterminer la taille du relevé est basée sur l'interprétation de la courbe nombre d'espèces / surface échantillonnée. Cette courbe est établie en considérant un carré de petite taille et en comptant le nombre d'espèces qui s'y trouvent. Ensuite, cette surface est doublée et le nombre d'espèces compté. Le processus est répété avec la taille de l'échantillon progressivement doublé et le nombre d'espèces rencontrées est respectivement déterminé. A partir d'un certain seuil, dû à la diversité et à la physionomie de la végétation, le nombre d'espèces ne change plus ou change très peu malgré l'augmentation de la surface d'échantillonnage. Ce seuil correspond à l'aire minimale, et la surface correspondante est la plus petite aire adéquate à la description de la végétation.

2.2.2. Composition d'un relevé :

Le relevé comporte trois catégories d'informations :

• **Géographiques :** date, localité, coordonnées (éventuellement par GPS), altitude, pente, exposition

• **Environnementales :** lithologie, drainage, humidité, humus, sol, pH, facteurs biotiques (abroutissement par le gibier, défoliation, etc.), microclimat

• **Spécifiques, ou floristiques :** liste des espèces végétales, éventuellement en fonction de la stratification des individus, avec des indications quantitatives d'abondance, de Recouvrement, de biomasse ou, simplement qualitatives, de présence.

2.2.3. L'association :

C'est l'unité de base du système de classification et correspond au niveau de communauté végétale. Une association est un type de communauté végétale trouvé en groupant ensemble plusieurs relevés différents qui possèdent un certain nombre d'espèces communes.

a) Comparaison tabulaire et tri des relevés Les associations finales qui représentent des groupes de relevés similaires dérivent d'un processus subjectif de tri et réarrangement tabulaire et des relevés et des espèces. La méthode exacte varie et n'est pas bien décrite. Les difficultés surgissent même lorsque l'approche est appliquée par des chercheurs expérimentés. Généralement, le réarrangement comprend les étapes suivantes :

- Compilation de la table des données comprenant une série de relevés provenant d'une région donnée. Les relevés sont homogènes et représentatifs. Les données sont des estimations d'abondance-dominance des espèces en fonction de l'échelle de Braun-Blanquet.
- Calcul de la constance ou degré de présence de chaque espèce. C'est le nombre de relevés où chaque espèce est présente. Les espèces (occupant les lignes de la matrice des données) sont par la suite réarrangées en fonction de leur constance dans un ordre décroissant. Cela aidera à identifier des espèces différentielles dans l'étape suivante.
- Trouver les meilleures espèces caractéristiques ou différentielles. Ce sont des espèces à constance moyenne ou faible qui tendent à se présenter ensemble dans une série de relevés et peuvent être utilisées pour caractériser des groupes.
- Délimiter des tables partielles. Elles doivent montrer des groupes de relevés caractérisés par des séries d'espèces différentielles. Les espèces caractérisant un groupe sont réarrangées en les plaçant proches entre elles. Cette étape donne lieu à une concentration des entrées de la matrice des données suivant la diagonale.
- Tri secondaire des relevés à l'intérieur des groupes de la table partielle, de telle sorte que les relevés similaires sont placés à côté les uns des autres. Ce processus de tri secondaire permet de reconnaitre les espèces qui ne sont pas différentielles et qui sont connues sous le nom

d'espèces compagnes. La table obtenue est dite table différenciée. Les différents groupes de relevés émergent.

- Chacun de ces groupes est alors caractérisé comme une association ou communauté végétale. Dans la méthode de Zurich-Montpellier, il y a un système de nomenclature utilisant les noms des espèces caractéristiques et des suffixes pour nommer les associations.

b) Tables synoptiques : Une fois les associations reconnues et définies, une table synoptique peut être produite pour présenter les données de chaque association. Chaque type de communauté est représenté par une colonne où chaque espèce caractéristique de chaque association est indiquée par un pourcentage ou une valeur classe.

c) Ordres supérieurs de classification : Dans le système de classification de Braun-Blanquet, le niveau de l'association est fondamental et représente l'unité de base de description de la végétation équivalent à la communauté végétale. Cependant, des niveaux supérieurs et inférieurs peuvent être reconnus dans le système d'association floristique.

Un groupement de deux ou plusieurs associations, dont les espèces majeures sont communes et qui diffèrent peu, peut être combiné pour donner lieu à une alliance. Les alliances peuvent également être groupées à un niveau supérieur en ordres et les ordres en classes. Egalement, les associations peuvent être subdivisées en sous-associations, les sous-associations en variantes et les variantes en faciès. De cette manière, la hiérarchie globale des unités de végétation d'une région peut être décrite et leurs interrelations reconnues. Pour généraliser ce processus à travers des territoires larges, un code international de nomenclature botanique a été établi, basé sur l'idée de syntaxonomie, qui est une série de règles à suivre pour nommer les différentes unités du système de classification de Braun-Blanquet.

2.3. Echantillonnage

L'échantillonnage est fondamental et résulte de l'impossibilité de collecter des données sur tous les éléments d'une population ou d'une surface, souvent pour des raisons pratiques, techniques ou éléments d'une population ou d'une surface, souvent pour des raisons pratiques, techniques ou économiques.

L'échantillonnage permet alors d'étudier le tout par le biais des statistiques. Il est pourtant d'après SCHERRER (1984), l'un des aspects les plus négligés de la biostatistique, c'est ce qu'on peut constater aussi dans les espaces naturels.

1. Situation géographique et administrative de la commune d'Ouled Brahim :

La daïra de Ouled Brahim est créer après le découpage administratif de 1990 elle se divise en 3 commune comme suite :

- ✓ la commune de Tircine
- ✓ la commune d Ain Soltane
- ✓ la commune d'Ouled Brahim

La commune d'Ouled Brahim se situé au NORD –EST de la wilaya de Saïda Elle constitue une zone frontière entre les wilayas de Saida, Mascara et Tiaret.

Erige en chef lieu de daïra dans le cadre du dernier découpage administrative, l'agglomération chef lieu (Balloul) se trouve à 40 Kms de Saida ville sur l'axe routier **(**RN 94) Saida-Tiaret **(**figure 12**).** La commune d'Ouled Brahim couvre une superficie de l'ordre de 253.05 km^2.

Elle est limitée :

-Au Nord par la wilaya de Mascara (Ain Benidorm)

-Au Sud par la commune de Tircine.

-A l'Ouest par la commune d'Ain Soltane.

- Au Nord-est par la wilaya de Tiaret (Takhmaret).

La figure n° 12 : la situation géographique de la commune d'Ouled Brahim (Balloul) willaya de Saida (image de Google Earth)

2. Etude climatique

Une définition logique du climat est une description statique basée sur une période de temps assez longue. A titre d'exemple, l'organisation météorologique mondiale (OMM) fixe à 30 ans la période d'élaboration des normales climatologique.

Le climat est l'ensemble des actions de l'atmosphère (humidités, pluie, température, vent……) **(GRECO ,1966)** et ou de circonstances météorologiques et atmosphériques propres à une région du globe, il est caractérisé par la situation géographique, la latitude, l'altitude et l'éloignement de la mer, la circulation atmosphériques.

2.1. Précipitation

Le terme de (précipitation) désigne toutes les eaux qui se condensent dans l'atmosphère et tombent à la surface de la terre : pluie, neige, grêle, brouillard, rosée, etc. La pluie a une importance de premier ordre et c'est de la qualité d'eau atteignant le sol ou pluviosité que dépend normalement l'approvisionnement en eau des plantes. Cette qualité d'eau évaluée millimètres, soit par mois, soit par année, s'appelle la tranche pluviométrique **(BOUDY. P 1952).**

La pluviosité annuelle n'est pas déterminantes pour décrire au mieux un climat, les données saisonnières et mensuelles sont plus intéressantes et sont liées avec cycle de végétation.

Selon les données de la station météorologique de Rabahia, la moyenne de la pluviométrie pour la période s'étalon entre 1985 et 2005 est de 327 mm/an, avec une régression constatée également dans tous l'Oranie Benabdeli (1996);cette régression semble trouver sa justification dans la présence d'un cycle répétitif de sécheresse qui s'installe sur la région ouest de pays. (Labani.A.1999). (voir tableau n^0 01).

Tableau n°01 : répartition de la précipitation moyenne mensuelle et saisonnière

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Precipitation en (mm)	2	4	38	36	37	37	39	33	27	11	5	10
Moyne saisonnière	98			110			99			26		
percentage	29.42%			33.03%			29.72%			7.8%		

Source: (station météorologique REBAHIA, 2010)

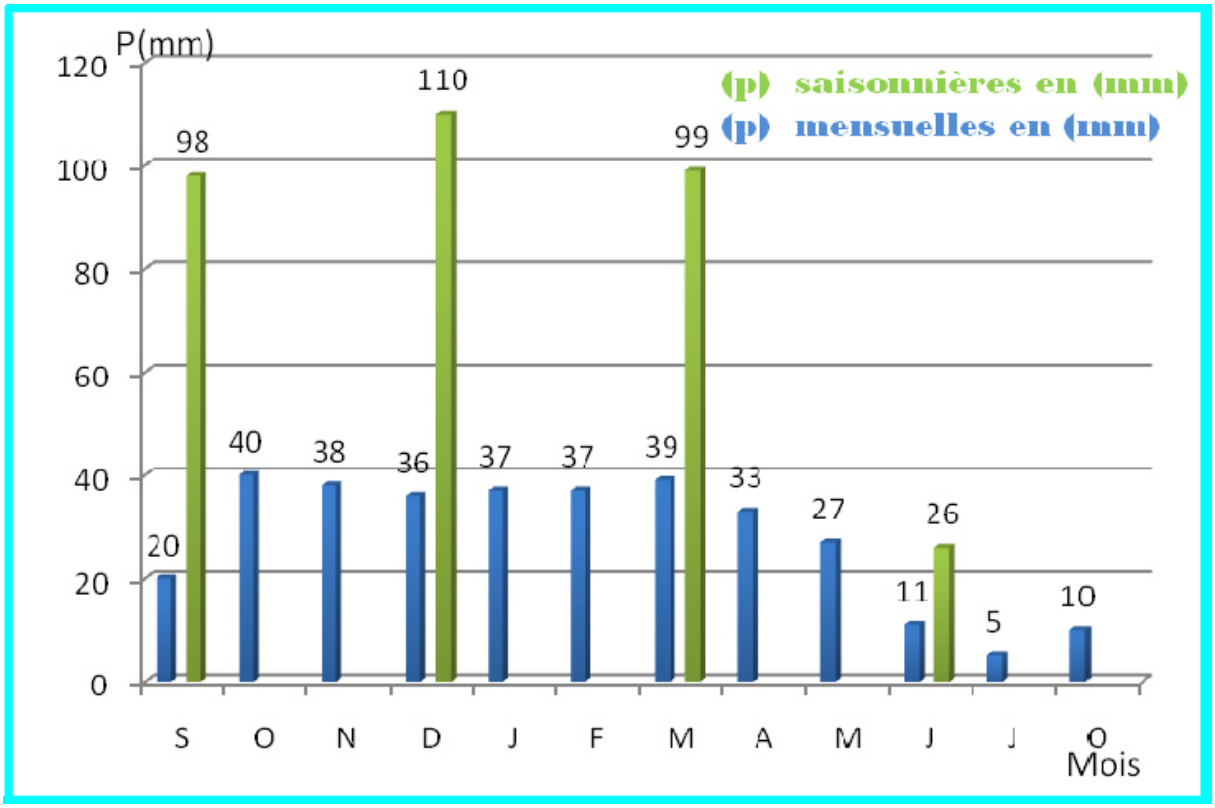


Figure N°13: Les précipitations moyennes mensuelles et saisonnières

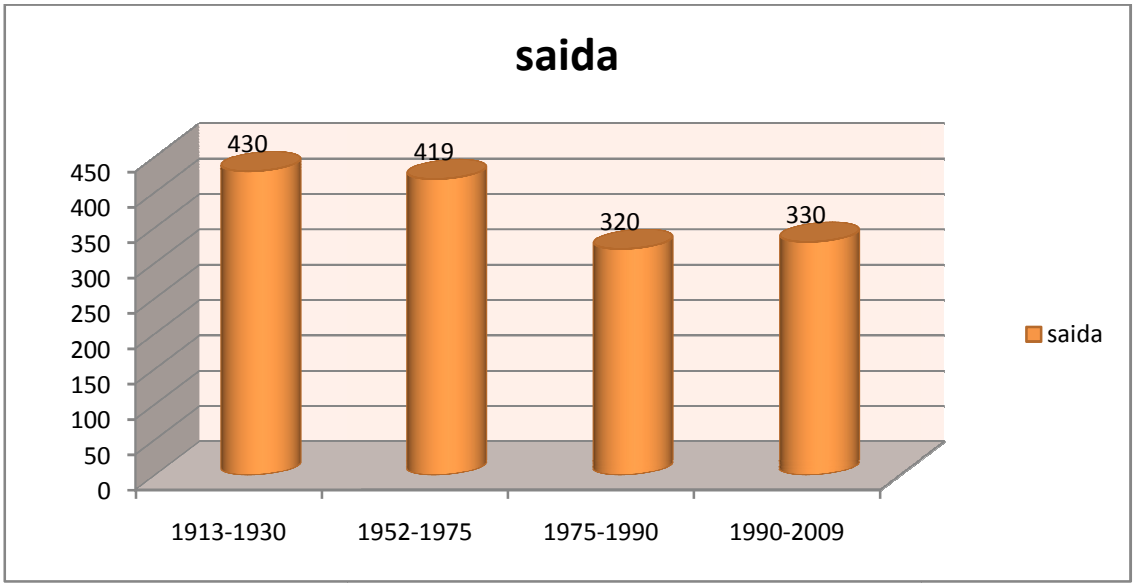
A partir du tableau N ^{0}01 des précipitations, on conclut que le régime pluviométrique est donc de type H P A E (calculé sur une période de 30 ans) :

A. **Le régime pluviométrique :** Le régime pluviométrique nous permet d'avoir des informations sur la forme de répartition des précipitations durant l'année entière ; cette répartition joue un rôle important dans la compréhension du comportement de la végétation.

Tableau N° 02 : La diminution de précipitations (mm/an).

Année	**1913 -1930**	**1952-1975**	**1975-1990**	**1990-2009**
Saida	430(mm)	419(mm)	320(mm)	330(mm)

Source : (station météorologique REBAHIA, 2010)



La figure n^{0} 14: décroissance des précipitations durant (1913-2009)

On peut noter aussi la faiblesse de la précipitation pendant la saison estivale surtout dans le mois de juillet avec seulement 5 mm de précipitation **(voir tableau 01)**

2.2. La température

Elles jouent un rôle très important sur les phénomènes d'évapotranspiration. Les remontées salines qui se produisent au niveau des horizons de surfaces du sol par ascension capillaire lui sont intimement liées. Profondément enchâssée à l'intérieur des terres et séparé de la mer par une barrière quasi-continue de la montagne, l'Algérie steppique connait un régime thermique contrasté, de type continental. L'amplitude thermique annuelle y est. Partout supérieur à 20°C

La connaissance des températures dans une région ainsi la maîtrise de leurs variations est autant d'éléments fondamentaux qui conditionnent les propriétés chimiques de la végétation, les données ont aisément réajustées à l'échelle mensuelle ou annuelle, choses qui nous ont permis d'affiner convenablement ce paramètre en termes de connaissances des caractéristiques climatiques de la région. Les températures sont irrégulières et variables avec une température moyenne annuelle de 16.3°C un minimal relatifs mensuels en hiver 2.9°C, l'absolu en janvier et février avec des chaleurs avoisinantes 7.6 et 9.1°C ; le maximum étant situé en juillet et août avec une température de 35.7°C sensiblement élevée, comme c'est le cas de l'ensemble de l'ouest du pays.

Tableau N° 03 : les temperatures Moyne

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O
T° Moy max(C°)	**32.3**	**24.4**	**18.1**	**14.5**	**13.6**	**15.3**	**18.1**	**20.5**	**25.3**	**31.5**	**36**	**35.5**
T° Moy min (C°)	**15**	**11.4**	**7**	**4.2**	**2.9**	**3.7**	**5**	**6.5**	**10**	**14.5**	**17.9**	**18.6**
T° Moy (C°)	**22.7**	**17.9**	**12.6**	**9.3**	**8.3**	**9.5**	**11.6**	**13.5**	**13.7**	**23**	**26.9**	**12.7**
M-m	**15.3**	**13**	**11.7**	**10.3**	**10.7**	**11.6**	**13.1**	**14**	**15.3**	**17**	**18.1**	**17.1**

Source : (station météorologique REBAHIA, 30 ans)

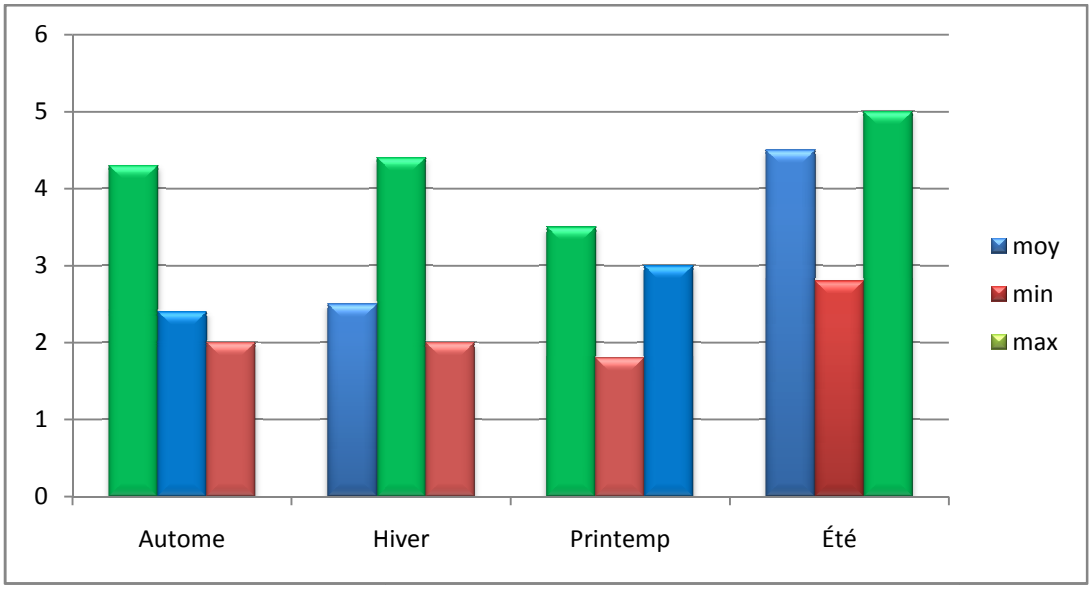


Figure n^0 15 : Les températures moyennes entre (1979-2009)

Nous concluons du tableau

- juillet est le mois le plus chaud
- janvier est le plus froid
- la température moyenne des maximas du mois le plus chaud M=36C^0
- la température moyenne minimas du mois le plus froid m=2.9 C^0
- l'amplitude annuelle extrême (A.A.E), et de 33.1 C^0
- les températures sont irrégulières et variables avec une température moyenne annuelle de 16.65 C^0, un minimal relatif mensuel en hiver 2.9, l'absolu en janvier et février avec des chaleurs avoisinantes 8.3 C^{0}et 9.5 C^0
- les moyennes des températures minimales du mois le plus froid ((m)) et les températures maximales du mois le plus chaud ((M)) sont très importantes vu leur impact sur la vie végétale, leur répartition sur l'année est démontrée dans la figures N06. ou l'évolution des minima, maxima, et moyennés est parallèle.

2.3. L'humidité

L'humidité relative a un rôle appréciable, car elle permet d'atténuer la sécheresse, les données Sur l'humidité relative à Saida, attestent que les moyennes annuelles sont supérieures à 50%. C'est sur les hauteurs qu'on relève l'humidité relative la plus élevée. (Figure n ^{0} 16)

- Les seules données existantes sont selles de la station de REBAHIA, des valeurs moyennes

Tableau N°04: Taux d'humidité

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O
Taux d'humidité	52	60	66	70	68	67	64	62	58	47	39	41

Source: (station météorologique REBAHIA, 1979- 2009)

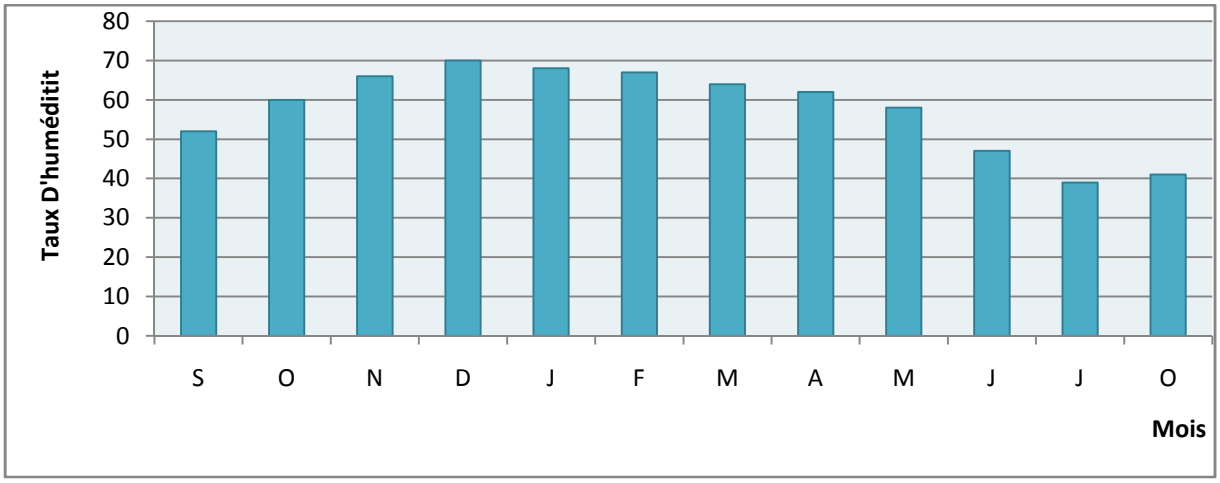


Figure n^0 16: taux d'humidité (sur 30 ans)

2.4.Evaporation

L'évaporation est un phénomène physique qui se caractérise par la transformation de l'eau en vapeur sous l'effet de la chaleur.

L'évapotranspiration est liée à l'augmentation de la chaleur, elle atteint le maximum durant le mois de Juillet

Tableau N°05 : évaporation moyenne mensuelle (1979-2009).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Evaporation Moyne (mm)	118	117	156	175	226	315	416	392	270	203	135	108

Source: (station météorologique REBAHIA, 1979-2009)

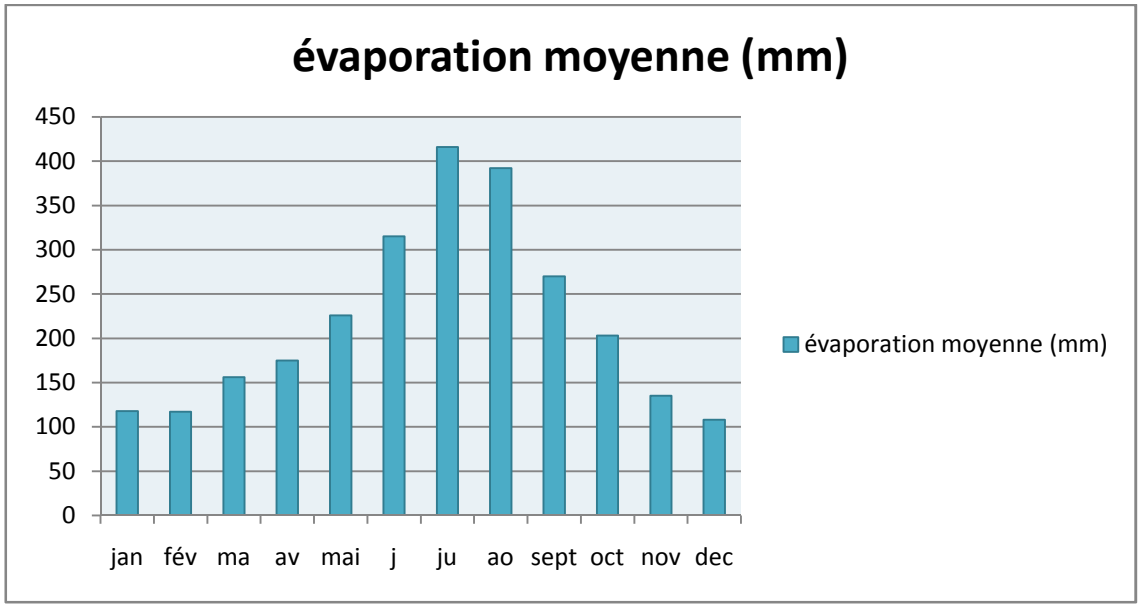


Figure n^0 17: évaporation moyenne mensuelle. (1979-2009).

3. Les indices et classification climatique

Dans le cadre de la synthèse climatique ; diverses méthodes et indices permettent une classification climatique purement physique, et bioclimatique qui combi les données climatiques avec celles biologique

3.1. Synthèse bioclimatique

Les facteurs climatiques n'ont une véritable indépendance ni en météorologie, ni en écologie", d'où l'intérêt de formules climatique proposées par les auteurs pour une étude synthétique du climat recherchant une classification des types de climat qui puisse rendre compte au mieux du comportement de la végétation.

Biologiquement, le climat méditerranéen est avant tout une question de rythme pluviométrique. En relation avec ce trait, toute vie végétative est dominée par la sécheresse estivale.

Il s'agit d'exprimer dans cette étude le degré de sécheresse du climat à partir des données de la température et de la pluviosité qui sont les deux facteurs limitant pour la vie végétale.

Indice d'aridité de Demartonne

Demartonne a repris la formule de Lang, et a proposé d'ajouter 10 au dénominateur pour éviter d'avoir des nombres négatifs.

$$I=P/T+10$$

L'indice d'aridité annuel de **De Martonne** définit six zones climatiques en fonction des précipitations moyennes et des températures moyennes. Ces zones sont :

- **A :** zone à écoulement abondant
- **B :** zone à écoulement exoréique
- **C :** zone tempérée
- **D :** zone semi-aride
- **E:** zone désertique
- **F** : Hyper aride

***/- indice d'aridité annuelle**

L'indice d'aridité annuelle est défini comme suite :

$$I = P/T+10$$

Avec : **P** : précipitations annuelles en millimètres.

T : température moyenne annuelle en ° C

Les valeurs obtenues sont d'autant plus basses que le climat est aride avec une tendance à la sécheresse qui s'affirme entre 20 et 10.

- **Très sec I<10**
- **Sec I<20.**
- **Humid I<30.**
- **Très humide I>30**. (Mébarki **Souad et Raguab khira 2009)**

***/- Indice d'aridité mensuelle**

L'indice d'aridité pour un mois donné est comme suite :

$$I = 12p / t + 10$$

Avec : p : pluviosité du mois.

T : température moyenne du mois.

Indice xerocicité d'emberger

Les milieux méditerranéens sont, par définition, caractérisée par une forte variation saisonnière .en effet en constate la présence de deux saisons, une humide et froide et l'autre sèche et chaude durant la période défavorable, la survie des déférentes espèces végétales adopte plusieurs stratégies pour mieux s'accommoder aux conditions du milieu pour la même valeur d q2 et de m , deux ou plusieurs station peuvent avoir une végétation différente , selon l'intensité de sécher.

Esse estivale, cette dernière peut-être exprimée par l'intermédiaire du quotient ou indice de xerocicité suivent :

$$I=PE/ME$$

P= précipitation annuelle des trois mois d'été

M=moyenne des températures mensuelle des trois mois d'été p=26 et M=25.6

La période (été) dite sèche, dans l'aire de végétation méditerranéenne est la période ou I est inferieur a 7 **I=1.01**

Quotient pluviométrique et Climagramme d'Emberger

Pour les régions méditerranéenne le botaniste **Emberger *in*1970** a propose un quotient pluviométrique plus précis puisque 'il fait intervenir, n plus du total des précipitations (p), la moyenne des maximal du mois le plus chaud (M) et la minimal du mois le plus froid(m).

Q2=2000P/ (M-m) (M+m) (Huetz de lemps. A 1970)

En peut utilise la formule de **Stewart *in* 1975** qui a adapté a ces condition climatique :

Q2=3.46/M-m

Plus le climat est sec plus le coefficient est faible, en fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivent **(Laabani *in* 1999)** (**voir le tableau n^0 06)** ci-dessous :

Tableau n^0 06 : la valeur de ce coefficient et le type de climat

Climat	Humide	Tempérée	Semi-aride	Aride	Désertique
Coefficient	Q2≥ 100	100≥Q2≥ 250	52 ≥Q2≥ 25	25≥ Q2 ≥10	Q2 <10

Les variantes sont distinguées en fonction de la valeur des températures moyennes minimale du mois le plus froid (m) comme suite :

- Hiver froid : m≤ 1
- Hiver frais 1≤ m≤3
- Hiver tempérés 3 <m≤ 5
- hiver doux 5<m ≤7
- hiver chauds m<7

(Q2) calculer par la formule suivante :

Quotient pluviométrique (Q2)

Q2=2000p/ (M-m) (M+m)

Avec :

- ✓ p : précipitation moyenne annuelle (mm)
- ✓ M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (en K^0)
- ✓ M : moyenne des minima du mois le plus froid (K^0) pour notre région on a

P=333mm

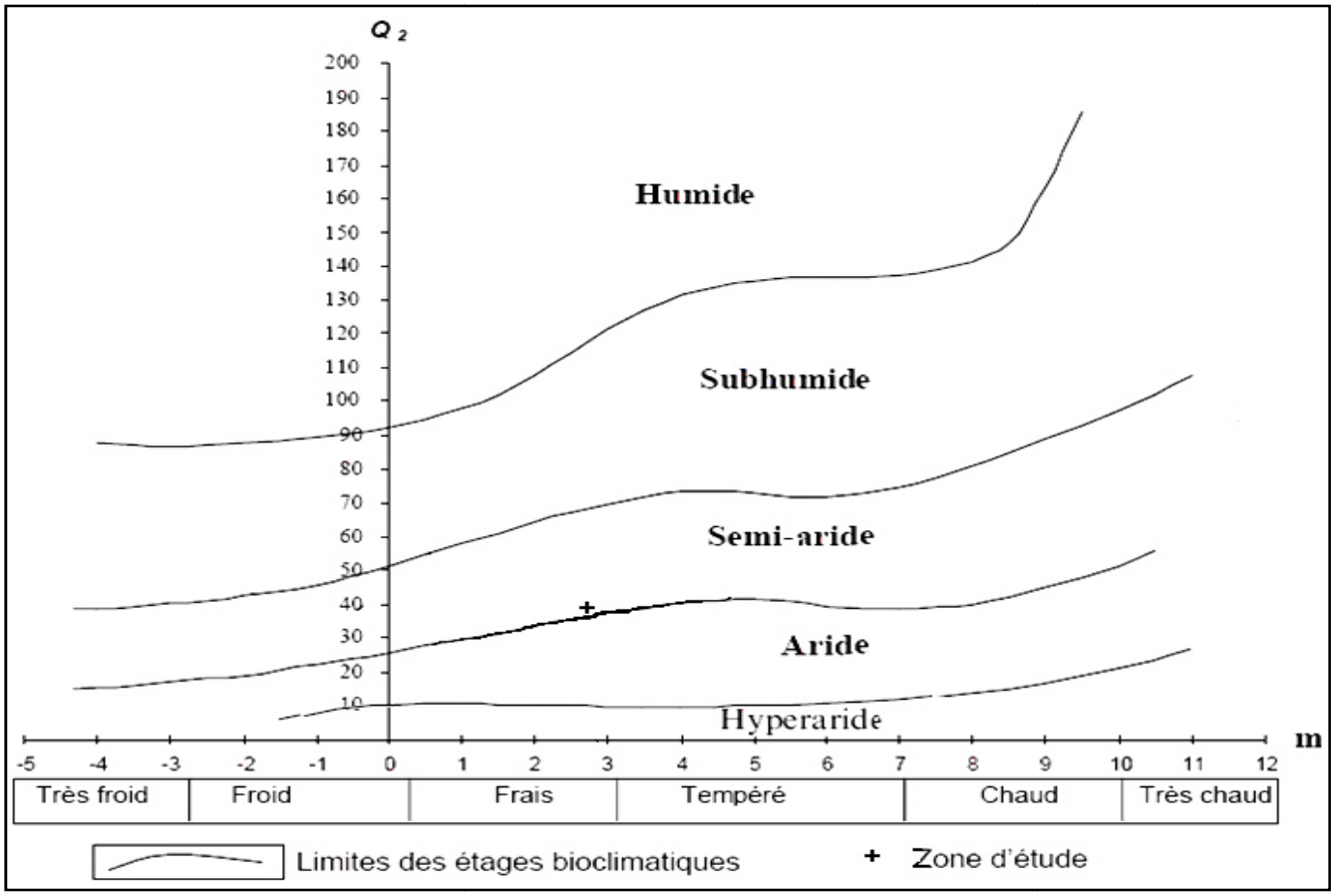
M=36+273=309 K^0

m=2.9+273=275.9 K^0

Q2=666000/95481-76120*81 **Q2**=666000/19360*19

Q2=34 : l'étage bioclimatique de la région est semi aride a hiver frais (voir la figure suivent)

Figure n°18. Détermination du type de climat d'après le Climagramme d'embergier



Elaborée par **Emberger** en utilisant un diagramme bidimensionnel dans le quel la valeur du quotient pluviométrique de la station est en ordonnée et la moyenne du mois le plus froid de l'année en abscisse. Le plan est divisé par une série de courbes légèrement inclinées sur l'horizontale et qui délimitent les étages climatiques, le plan

est divisé aussi en outre parallèlement a l'axe verticale par des droites qui délimitent des valeurs de **m**.

3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

C'est une représentation graphique entre les précipitations et la température, il repose sur la relation du mois sec et qui se caractérise par la relation p (précipitation) inferieure ou égal à 2T (température). Le diagramme concerne les douze mois de l'année et comprend deux courbe, une pour les précipitations et l'autre pour les températures .l'échelle retenue par l'autre est que les températures soient le double des précipitations en valeur absolue sur le diagramme. Ce diagramme permet d'identifier la saison sèche (suite de mois secs ou total des précipitations exprimées en mm est égal ou inferieur au double de la température).

Ainsi pour les mois sec la courbe des précipitations passe en dessous de la courbe des températures. La période sèche est représentée sur le graphique par cette position relative des deux courbes. D'autre part. La sécheresse est d'autant plus grave que la courbe des précipitations passe plus bas au-dessous de la courbe des températures, de sort une l'intensité de la sécheresse annuelle est alors représentée par la surface fermées compris les deux courbes. Cette est appelées parfois (aire ombrothermique) représentatif des zones méditerranéennes.

La zone comprise entre la courbe pluviométrique et celle des températures constitue la zone sèche. Un mois est biologiquement sec, si P mm < 2 T° c et faite directement sur le graphe. Selon (**BAGNOULS et GAUSSEN in 1953),** un mois est dit sec, si le total moyen des précipitations P (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne T (°c), c'est-à-dire P< 2T. Cette relation permet d'établir les diagrammes pluviométriques sur les quels la température est à une double échelle de celle des précipitations

Tableau n°07 : précipitations et températures moyennes mensuelles (1979-2009).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O
P moy (mm)	20	40	38	36	37	37	39	33	27	11	5	10
T(C°)	22.7	17.9	12.6	9.3	8.3	9.5	11.6	13.5	17.7	23	26.9	26.9
2Tm(C°)	45.4	35.8	25.2	18.6	16.8	19	32.9	27	35.4	46	53.8	53.8

Le système du diagramme ombrothermique proposé par **(Bagnouls et Gaussen in 1953)** est simple et le plus utilisé. IL permet de calculer la durée de la saison sèche en portant la pluviométrie mensuelle (P mm) et la température moyenne mensuelle (T°C) sur le même graphe, l'échelle de graphe est de P mm = 2 T°C.

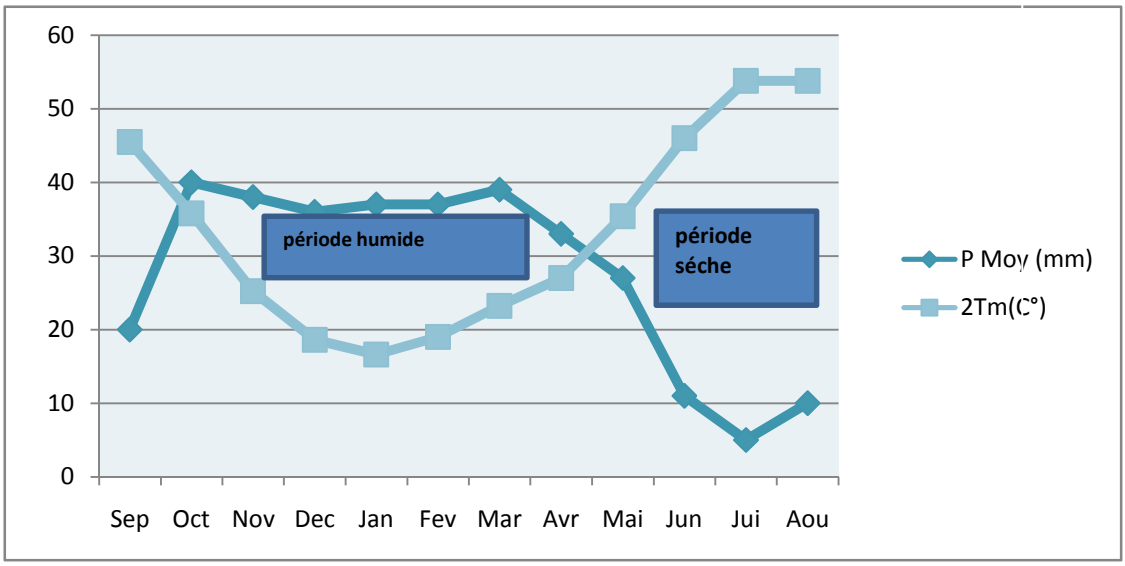


Figure n^0 19: diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.

a. On constate qu'on a deux saisons :

***/Saison humide** : c'est une période longue, s'étalant du mois d'Octobre jusqu'à Mai. Nous avons donc sept mois humides pour la zone d'étude.

***/Saison sèche** : c'est la période d'insuffisance pluviométrique, on enregistre un déficit important et des températures élevées. Cette période sèche s'étale de la fin Mai à la mi-octobre.

Le climat de la région est de type méditerranéen continental semi aride été chaud et sec et hiver froid et humide avec une température moyenne annuelle de 333mm. la répartition de la chaleur et de l'humidité durant les divers mois de l'année réagit donc d'une façon très intense sur l'existence des végétaux **(BOUDY.1955)** la période pendant laquelle les conditions d'humidité et de température sont favorables a la végétation s'appelle période végétative elle est variable selon les espèces mais chacune a besoin d'une période d'une durée minimum d'au mois 3 a 4 mois**.**

Les critères climatique utilisée dans une description et une classification climatique ne sont pas des données indépendantes car il existe entre eux des relations plus ou moins complexe les nombreuses classifications proposées sont le plus souvent basées sur le calcul d'un indice climatique tenant copte de variable telles que la pluviosité les températures et l'évapotranspiration potentielle ETP etc.

« Ces indice combinent les données météorologiques disponibles suivent l'échelle de travail et ils n'ont de valeur que dans la mesure où ils répondent a des objectifs précis

4. synthèse géologique

4.1. Stratigraphie et lithologie

La structure géologique de la région étudiée est composée des terrains d'âges déférents, les plus répandu sont des terrains jurassiques qui en outre sont les plus intéressants du point de vue hydrol géologique. Les dolomies du jurassique moyen et inférieur reposent sur le trias volcano détritique imperméable. Ces dolomies sont aquifères et surmontés de dépôts détritiques du callovo-oxfordien et miopliocene peu perméable. La tectonique cassant des dolomies a déterminé une Karstification intense, l'érosion a provoqué avant la Karstification la mise a nu de la dolomie pour décapage des terrains détritiques**.**

4.2. Géomorphologies

D 'après l'étude réalise par la société de coopération technique **(SATEC, 1976)** dans la wilaya de Saida, notre région peut être divise en cinq unités de paysage résumé dans Ce tableau ci-dessous

Tableau n^0 08: Unités de paysage ET géomorphologie:

Relief	Unité de Paysage Morpho-Litho-Pédologique	Géomorphologie et Géodynamique Actuelle
Versant	1-formation argilo- gréseuses et argile (Calvos-Oxfordiens)	Modelé : collines à pentes plus ou moins fortes, dissections assez forte Dynamique : érosion actuelle dans les zones cultives : ravinement, solifluxion, mouvements de masse
	2-formation sur dolomies cristallines et calcaires jurassique	Modelé : versant de djebel à pente forte, roche affleurant ou sub-affleurent. Dynamique : érosion négligeable sous forets et broussailles.
	3- formations sous grès massifs de Franchetti avec intercalations carbonatées et argilo-sableuses	Modelé : versants de djebel à pente forte avec corniches structurales gréseuses. Dynamique : érosion négligeable sous foret et broussailles.
	4- sur formation éruptive de Tiffrit	Modelé : versant de djebel à pente forte. Dynamique : érosion négligeable sous forets et broussailles
Plateaux	1-sur dolomies cristallines et calcaires	Modelé : plateau Karstique plus ou moins ondulé Dynamique : érosion chimique (dissolution Karstique)
	2- sur dolomies cristallines et calcaires avec formation superficielles (altérités)	Modelé : plateau Karstique plus ou moins ondulé. Dynamique : érosion chimique (dissolution Karstique)
Dépares -Sion Cuvettes	1- sur dolomies cristallines et calcaires	Modelé : glacis d'érosion d'accumulation à pente faible, plus ou moins disséqués (pente forte localement) Dynamique : ruissellement diffus, érosion en nappe
Terrasses et plaines alluviales		Modelé : accumulations alluviales anciennes ou actuelles. Dynamique : transit alluvial, sapement de berges, atterrissement.

(source: SATEC, 1976)

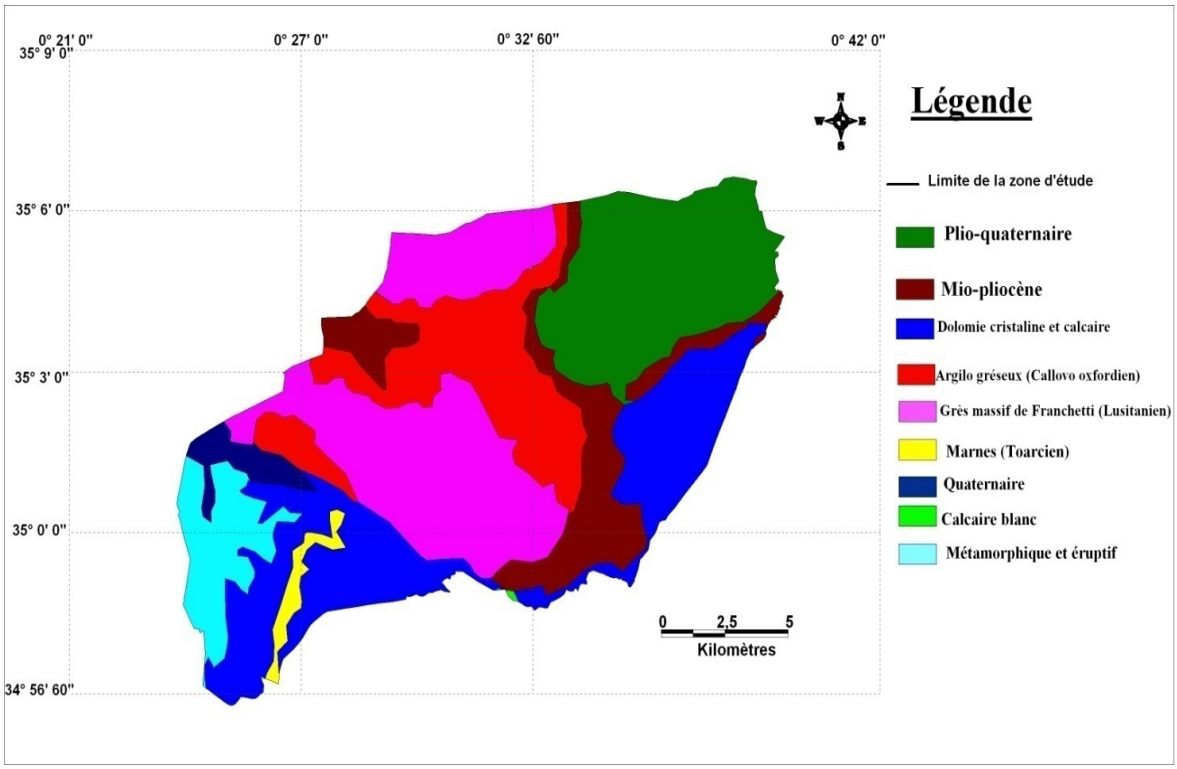


Figure n°20 : carte géologique de la zone d'étude de la commune d'Ouled Brahim

5. Topographie :

D'après une étude réalisé par une société d'aide technique la région de la commune d'Ouled Brahim fait partie des monts de Saida (plateau Hassasna) en bordure septentrionale de haut plateau, elle est constituée essentiellement par des par des plaine d'effondrement séparé par des collines et falaises.

Les monts ont une forme tabulaire avec des sommets isoles. Leurs pentes douces sont couvertes par des forets, buissons et chêne verts.

De points de vue relief, la commune est assez chahutée dans ses partie Nord et Ouest, l'altitude est plus élevée a celle de la ville de Saida dépassant les 1000 mètre pour une grande partie de la commune , elle passe de 971 m (Ain Tiffrit) a l'ouest a 1116 m (Moulay AEK) au Nord de Balloul , pour diminuer a nouveau vers lest et le Nord Est 662 m a Sidi Brahim.

L'altitude du commune est l'ordre de 1016 m, la chaîne montagneuses d'axe (Essabaa ElDrben, Moulay AEK) constituent une zone frontières (ligne de partage des eaux) a partie de laquelle les altitudes diminuent vers L'Est et le Nord Est.

La carte des pentes constitue un des éléments de base pour l'analyse des caractéristique physique qui déterminent l'aptitude des diverses zones. En effet, la potentialité et les limites d'utilisation du territoire dépendent dans leur majeur parti de la pente puisque celle-ci contribue à la détermination des possibilités d'érosion en relation avec d'autre facteur, de mécanisme des cultures, des modalités d'irrigation, des possibilités , des possibilités de pâturage, de l'instabillation et le développement de la végétation de reforestation.

D'une manière générale, la zone de Balloul constitue un plateau de la faible pente, les classes des pentes se répartissent comme ils les représenté dans le tableau :

Tableau n^0 09 : Classe des pentes de la zone d'étude de la commune d'Ouled Brahim

	Classe des pentes								
Commune Ouled Brahim	**0 - 3%**		**3– 6%**		**6 -12%**		**12 - 25%**		**> 25%**
	Superficie	**%**	**Superficie**	**%**	**Superficie**	**%**	**Superficie**	**%**	**Superficie**
	16663	**70**	**2381**	**10**	**2381**	**10**	**1666**	**7**	**714**
La répartition dans la commune	**Environs de Balloul – ras Guersif el Hadada – sidi Abderrahmane bled Bouamar Ain tefaha Khourichefa et a partie de oued el Hachem jusque 'aux limites Nord et Nord –est de la commune**		**TOUTA et ses environs**		**Tout le reste de Balloul (excepte quelques parcelles isolées, dont la disposition spatiale est aléatoire)**				

Source : superficie en hectare estime a partie de la carte de pentes au 1/5000

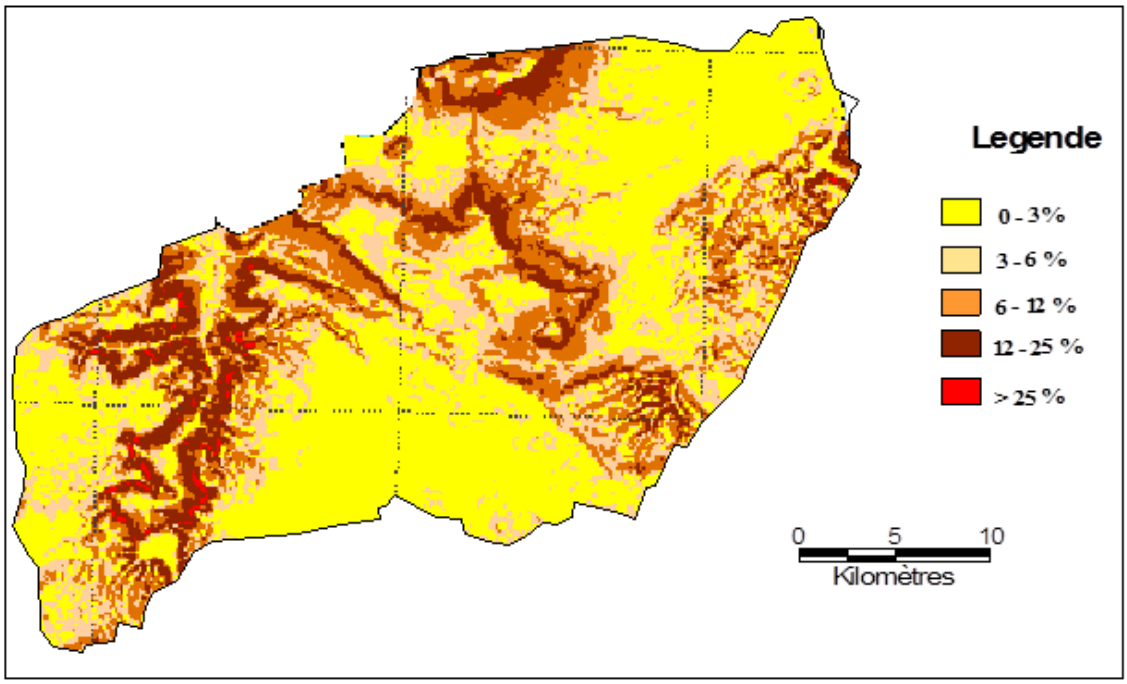
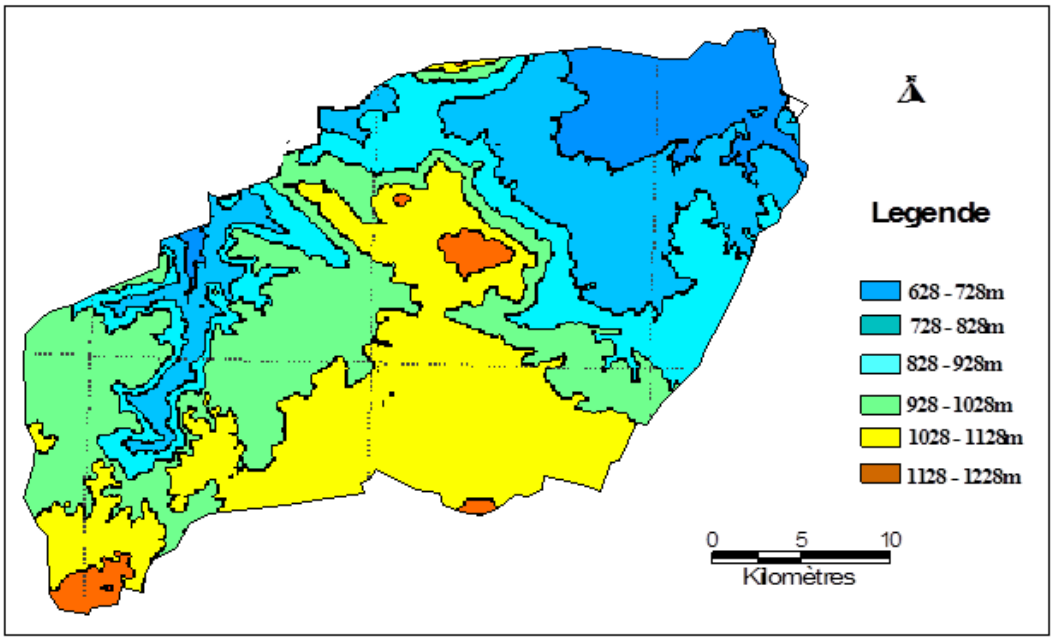


Figure n^0 21: La carte des pentes de la commune d'Ouled Brahim



Figues n^0 22: Carte hypsométrique de la commune d'Ouled Brahim

5.1. L'exposition

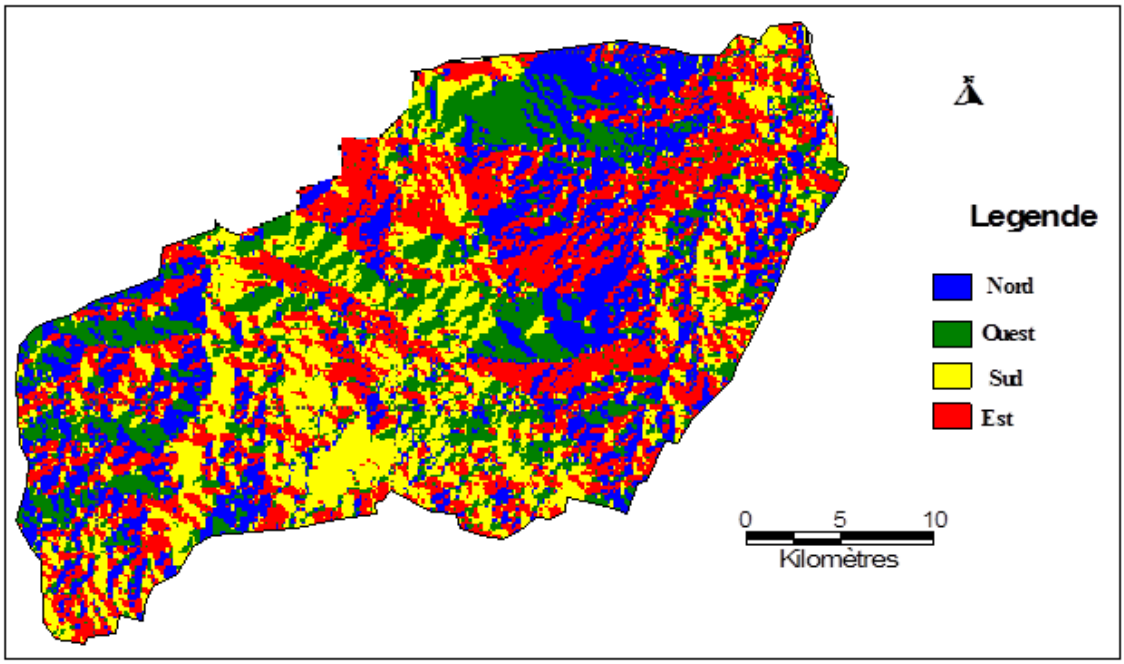
L'exposition c'est l'angle que fait la normale à la structure par rapport a une direction donnée (Nord géographique). Cette orientation des versants a un effet sur la végétation par l'intermédiaire de l'ensoleillement et l'humidité. La carte d'exposition a été réalisée a partir du model numérique de terrain (MNT). Ce paramètre joue un rôle très important dans plusieurs domaines d'études.

On peut dire que la zone d'études de la daïra d'ouled Brahim est orientée sur les quatre directions en égalités.

L'exposition Nord peut avoir une quantité importante d'humidité vue qu'elle reçoit l'aire de la mer .tandis que partie orienté vers le sud et est reçoit une quantité important d'ensoleillement. Ces deux facteurs (ensoleillement, humidité) sont parmi les paramètres déterminant le type de végétation de la zone d'étude (voir le tableau suivants) :

TABLEAU n^0 10: classe des' expositions à refaire MNT

commune	**Clase des expositions**			
	NORD	**OUEST**	**SUD**	**EST**
	SUP/KM^2	SUP/KM^2	SUP/KM^2	SUP/KM^2
TOTAL	234.3	186.86	236.3	275.6



Figue n⁰ 23: Carte d'exposition- Commune Ouled Brahim

6. Hydrologie

Notre zone d'étude est chevauché entre deux grand bassins versant, celle de oued MINA dans la partie ouest de la daïra (la majeur partie de la commune de Tircine et une partie de la commune de Ouled Brahim), le deuxième bassin versant est celui de Ouizert qui Coubre la partie Est de la daïra.

Ainsi la partie intégrée dans le bassin versant d'oued Mina est subdivisé en deux périmètres, le premier (périmètre d'irrigation de Maarad) couvre la zone Nord de la commune de Tircine.

Le deuxième périmètre est celui d'Aioune Branis qui couvre la partie nord-est de la commune d'Ouled Brahim.

Pour la partie intégrée dans le bassin versant d'Ouizert est subdivisé en trois périmètres d'irrigation :

1/ le périmètre d'irrigation de sidi Mimoun (commune d'ouled Brahim)

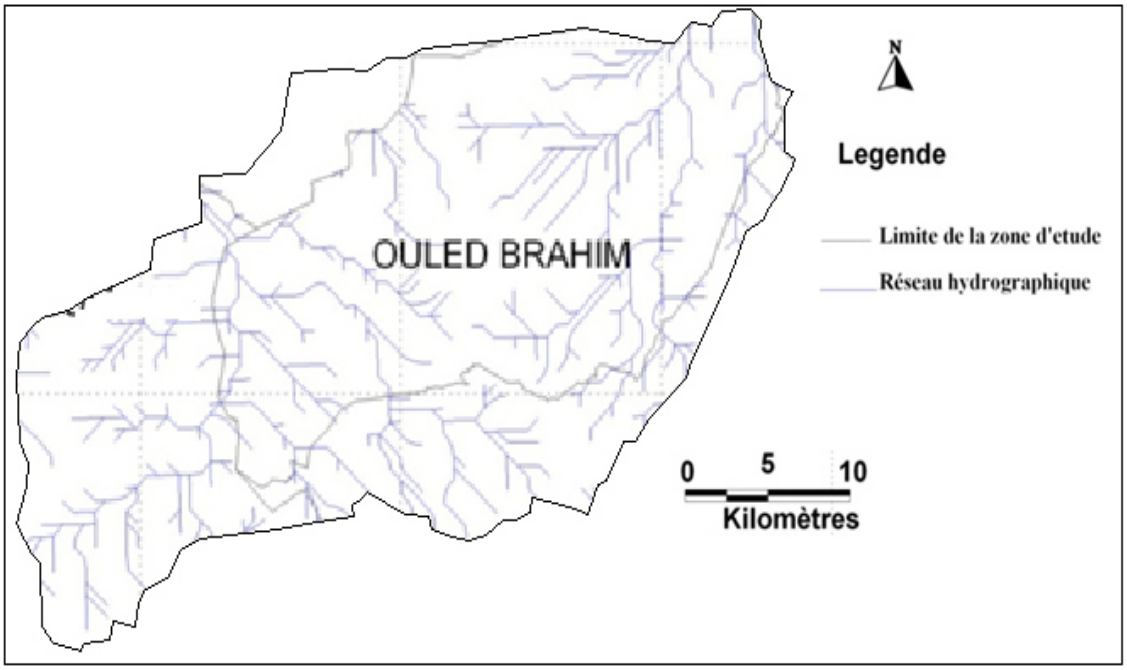
2/ le périmètre d'irrigation d'oued Tiffrit (commune d'Ain Soltane)

3/ le périmètre d'irrigation de bouchikhi Miloud (commune d'Ain Soltane).

Tableau n^0 11 : Les sources hydriques (la commune d'ouled Brahim)

RET		fourage		puits		source		capteoued	
NBR	capacité	NBR	capacité	NBR	capacité	NBR	capacité	NBR	capacité
01	300 L/S	100	20l/s	20	18l/s	03	02 l/s	02	-

SOURCE :(APC-1998°)



Figue n^0 24: Carte du réseau hydrographique de la Commune d'Ouled Brahim

7. Occupation de sol

L'espace communale d'ouled Brahim a partir d'occupation du sol que :

*Des terres forestière est occupé généralement le Sud et Sud-est de la daïra que les terres agricole et des parcoures est localisé au nord –ouest.

*des terres agricole a dominance céréalière qui se développe sur les plateaux (paysage de caisse) et les péris plaine, et rament sur le relief a déclivité importante (oued Tiffrit).

Tableau n^0 12 la surface par hectare des forêts, maquis et des parcours forestiers

OULED BRAHIM	FORETS		MAQUIS		PARCOURS FORESTIERS	
	HA	ESPECE DOMINANTE	HA	ESPECES DOMINANTE	HA	ESPECES DOMINANTE
	780	PIND'ALEP	25124481	C VERT ET THUYA	5889	PALMIER NAIN

SOURCE :(D.S.A.2015)

Tableau n^0 13: les terres agricole utilisées plus la production végétale dans la zone d'ouled Brahim:

Commune ouled Brahim	98.71		S.A.T		Nature de la spéculation (HAS)				
	has	%	has	%	Arboré culture	Viti culture	Céréali culture	maraichages	totale
	13009	5245	24497		172	15	5850	727	6764

SOURCE: (D.S.A.2015)

Introduction

Différentes pistes ont été explorées pour l'étude de l'état de la ressource végétale dans notre zone d'étude. Notre objectif était de définir d'une part, une méthodologie simple permettant de distinguer la couverture végétale des sols nus (information qualitative) et d'autre part, de mettre en relation les images avec nos données de terrain (mesure du recouvrement.).

Pour répondre aux objectifs assignés à l'étude, en particulier celui axé sur l'analyse des processus de la désertisation à une échelle locale, il a fallut trouver une méthode permettant d'appréhender et de détecter les zones dégradées en voie (Le dégradation sur cette vaste région). Pour cela, les démarches suivies reposent à la fois sur des approches géographiques objectives (analyse des données physiques : carte des précipitations. cartes le la végétation 1987, carte géomorphologique, carte pédologique), et des approches plus sensibles, et donc plus subjectives, d'analyse spatiale du milieu selon une grille précise (recouvrement de la végétation) détection (les sols nus ; sensibilité à la désertisation et l'accessibilité relative aux aires de pâturage en fonction de la rugosité topographique).
Pour arriver à cela différentes étapes chronologiques ont été suivies dans notre démarche méthodologique:
•le choix de la zone d'étude la commune de Ouled Brahim wilaya de Saida;
• le choix de le l'image satellitaire (type de capteur, date d'acquisition, résolution, disponibilité.)
• le choix des logiciels pour les traitements (ENVI, Mapinfo)
• le choix de l'emplacement des placettes des relevés est fondé sur les critères suivants : accessibilité, repérage aisé sur cartes topographiques et images satellitaires; l'élaboration de deux fiches : fiche d'abondance des espèces et fiche des mesures de biomasse.

1. Traitement des Images satellitaires

Dans le domaine de la cartographie des ressources naturelles et le suivi de la végétation, la télédétection est une technique importante et nécessaire vu les caractéristiques des satellites d'observation de la terre notamment l'acquisition des informations homogènes avec une résolution spatiale et multi-spectrale sur de vastes entendues, le format numérique des données et leur répétitivité.

Le processus d'interprétation, a été réalisé en se basant principalement sur des observations de terrain et sur de traitement de l'image satellitaire, qu'il soit visuel ou automatique,

transforme les données contenues dans l'image en éléments d'information attachés à une localisation géographique.

L'approche méthodologique pour la réalisation de la carte de végétation est illustrée dans la figure 25

1.1. Critères de choix et disponibilité

Le choix des images a été dicté par trois éléments principaux:

• La disponibilité des l'image qui conditionne la mise en œuvre de la ou les méthodes et sa « Répétitivité » dans le temps.

• La résolution spatiale qui détermine la taille du plus petit élément détectable

• La date de prise de vue qui détermine l'état de la végétation présente dans le paysage et sa réponse aux radiations solaires.

Les images à très liante résolution spatiale (taille du pixel inférieur au mètre) restent encore très coûteuses. Aussi, le choix de type de satellite dépend de plusieurs critères et plus particulièrement de la dimension spatiale de la zone d'étude. Dans un pays en voie de développement la contrainte mai cure est surtout d'ordre budgétaire, et le rapport qualité/prix est un facteur important à prendre en compte pour l'achat de ce type de données.

1.2. Résolution spatiale et échelle cartographique

L'échelle est importante dans les études géographiques. Son choix oriente et influence les résultats escomptés. Toutefois, certaines contraintes peuvent limiter ce choix dans un travail de recherche. Ces contraintes concernent : la disponibilité des données thématiques, la résolution spatiale des images satellitaires et la limite méthodologique (dimension spatiale). Les régions forestières de l'Algérie sont cartographiées avec des échelles comprises entre le 1/200 000 et le 1/50 000 (petite à moyenne échelle). Les cartes au 1/50000 Emme sont éditées en noir et blanc et la plus grande partie de ces régions sont cartographiées au 1/200.000 Emme. Cependant, au fur et à mesure de l'agrandisse nient de l'échelle le nombre de carte augmente pour la couverture totale de la zone d'étude.

Il faut rappeler que l'échelle de l'image c'est le « Rapport entre les dimensions d'un objet représenté sur une image et les dimensions réelles de cet objet ». Celui de la carte, c'est le «Rapport entre les distances figurées sur une carte et les distances réelles ».

Les images à moyenne résolution spatiale T.M. Landsat 5 et OLI de Landsat 8, trouvent une place privilégiée comme outil d'observation. Avec ce type d'image le niveau perceptible des objets cartographiques est compris du 1/100 000 au 1/50 000. Théoriquement si la localisation des objets est parfaite (utilisation d'un G.P.S. différentiel), il suffit simplement d'augmenter la

résolution des images afin d'identifier n'importe quel objet en fonction des critères structuraux et spectraux.

Toutefois, l'augmentation de la résolution engendre une forte variabilité des mesures liées aux facteurs locaux et à l'hétérogénéité de l'objet. Pour l'instant, ces images de très haute résolution restent très coûteuses comparativement aux images de Spot et Landsat pour la couverture totale.

1.3. Corrections des images

Avant l'utilisation de nos images, plusieurs traitements ont été réalisés visant l'élimination des défauts contenus dans les données brutes et leur amélioration. Il s'agit des corrections géométriques et des corrections atmosphériques

Les images satellitaires comportent des distorsions géométriques dues à l'instrument d'enregistrement des données et à la courbure de l'écran sur lequel les images ont été photographiées. Pour comparer et pour suivre la radiométrie de sites d'une image à l'autre. Il est nécessaire de ramener toutes les images dans un même référentiel spatial. Le système retenu est le système U.T.M. (Universel Transverse Mercator, fuseau 30 Nord).

La rectification géométrique de nos images satellitaires Landsat s'est faite en trois temps

1.4. La composition colorée

La synthèse tri chromique soustractive est le procédé inverse. Toutes les couleurs sont créées par soustraction de la lumière des trois couleurs soustractives : cyan, magenta et blanc, c'est-à-dire la lumière la plus intense, on va soustraire des quantités variables de lumière rouge, verte et bleue pour afficher une couleur précise.

Ainsi, du rouge mélangé au vert donne jaune, du vert mélangé au bleu donne du cyan et de bleu mélangé au rouge donne du magenta. Le blanc est le fruit de l’addition des trois couleurs fondamentales à leur intensité maximale et le noir représente l’absence totale de lumière. Le gris est donc le résultat de l’addition d’une même proportion de chacune des trois couleurs fondamentales.

Aux trois couleurs fondamentales sont donc associés trois canaux d’une image stellite.

L’illustration ci-dessous montre le codage des trois canaux d’une image LANDAT : le canal TM5 (proche infrarouge) est codé en rouge, le Canal TM4 (rouge) est codé en vert et le canal TM2 (bleu) est codé en bleu. Le résultat est appelé composition colorée.

1.5. La classification

La classification d'une image de télédétection consiste en une reconnaissance automatique des réfléctances. L'algorithme utilisé pour classer l'image va effectuer des regroupements de pixels en fonction de leurs similitudes. Il est ainsi possible d'identifier automatiquement les différents thèmes d'une image (végétation, eau, bâti…).Il est possible d'effectuer une classification sur un nombre important de canaux, la rapidité des traitements diminuant avec le nombre d'informations à traiter.

Il existe de très nombreuses méthodes de classification : noyaux dynamiques, ascendante hiérarchique, segmentation hyper cube, maximum de vraisemblance, SVM …sans compter les dernières technologies d'intelligence artificielle telles que les réseaux de neurones ou encore les automates cellulaires. Les classifications sont divisées en deux catégories : les classifications non supervisées, c'est-à-dire complètement automatisées et les classifications supervisées ou l'utilisateur défini un certain nombre de paramètres d'ordre spatiaux ou thématiques en entrée (Pouchain, 2000).

On utilise une classification non supervisée lorsque l'identité de la réalité de terrain n'est pas connue. Cette classification non supervisée permet un premier dégrossissage des grandes unités de l'image. Alors, nous avons utilisé un algorithme de classification non supervisé est appelé agrégation autour des centres mobiles ou ISODATA (Dos Santos, 2001) implémenté dans ENVI.

L'algorithme ISODATA est auto-organisateur et itératif parce qu'il effectue plusieurs passes à travers l'ensemble de données, jusqu'a ce que les résultats spécifiés soient obtenues. L'algorithme ISODATA permet de déterminer les seuils globaux en ne nécessitant, comme à priori, que le choix initial des valeurs moyennes associées à chacune des classes. Ces valeurs moyennes sont mises à jour itérativement 10(Tony. E et Lontchi. P, 2003).

Cette méthode a été mis en œuvre dans un premier temps afin d'avoir une première représentation sur les types des formations végétales dans la zone d'étude.

L'intérêt de cette classification non supervisée était de nous guider dans notre approche de la diversité de terrain**. (SITAYEB, 2006).**

Le principe de la classification supervisée est de regrouper les pixels à des classes thématiques, basées sur une connaissance préalable de la zone à étudier. Les classes sont définies sur la base de zones d'apprentissage, qui sont des échantillons représentatifs des classes.

Il faut ensuite choisir l'algorithme de classification et les règles de décisions appropriés. Les classifications sont basées sur des critères de distance ou de probabilité (maximum de

vraisemblance, distance minimum, etc.). A ce stade, il importe d'évaluer le contenu et la séparabilité des classes :

• de manière visuelle, sur une représentation graphique des signatures spectrales (courbes de signatures, histogrammes, diagrammes à deux dimensions, etc.)

A ce stade, tous les pixels de l'image sont classés selon l'algorithme de classification support vector mechine (SVM).

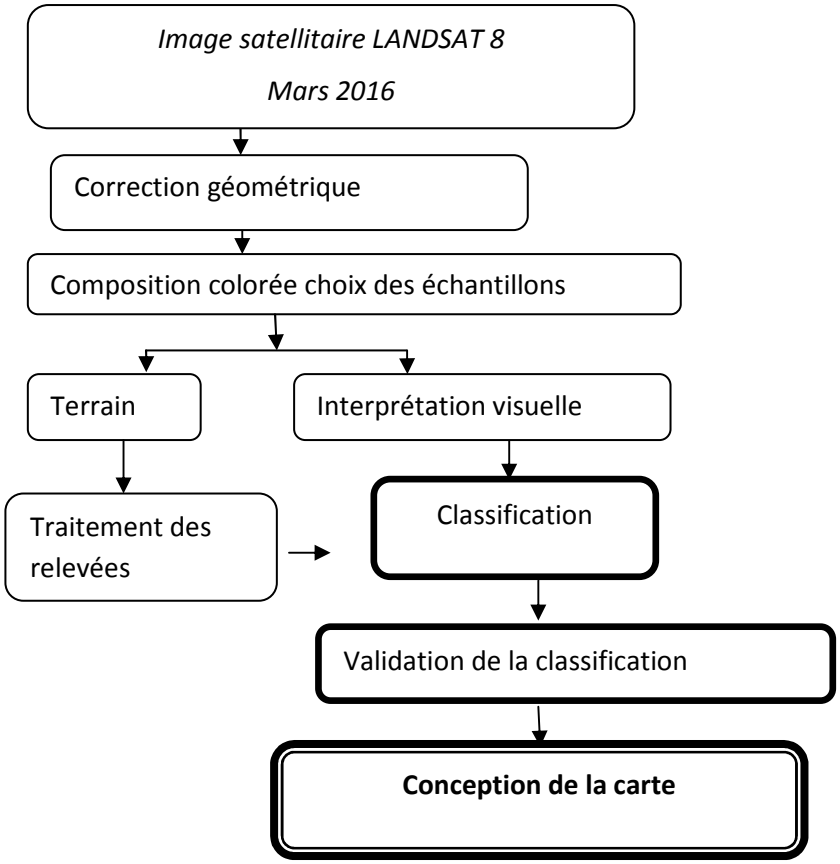


Figure n°25: L'approche méthodologique pour la réalisation de la carte de végétation**.**

1.6. Matériel utilisé

1.61. Logiciel ENVI 4.7

ENVI (Environnement for Vizualizing Images) est un logiciel de traitement d'image développé par la société RSI (Research Systems). C'est un logiciel haut de gamme qui permet de lire, de visualiser des images numériques et un particulier issu de la télédétection. ENVI supporte un grand nombre de formats de fichier de toutes tailles, mais possède également son format propre. Le fichier entête (header) contient toutes les informations utiles au logiciel pour lire le fichier : dimension de l'image, résolution, projection, cartographie,…

L'avantage principal d'ENVI est qu'il permet de lire des données hyper spectrales (empilement possible de plusieurs centaines de plans images) que nous utiliserons pour gérer et analyser des fichiers multi dates.

1.6.2. Logiciel Mapinfo 6.7

Mapinfo Professional est un outil de type SIG qui sert à créer de l'information géographique, à traiter de l'information et à la cartographie.

Mapinfo est un logiciel qui est conçu pour fonctionner dans un environnement Windows. Il respecte donc les guides de style Windows ainsi que les règles d'ergonomie des environnements Windows. Les utilisateurs de logiciels Microsoft seront à l'aise dans les fonctionnalités de base et retrouveront les préceptes de souplesses qui permettent d'accéder à une fonctionnalité du logiciel en mode débutant ; par menu déroutant, habitué par bouton ou par expert par raccourci clavier (BOURI.K et BIDA.F, 2006).

2. Relevés de végétation

Les relevés de végétation sont effectués au mois de Mars 2009 (**MEBARKI** et **RAGUAB**, 2009) Ce mois a été choisi comme période privilégiée pour ce type de mesure, parce que c'est la saison où les biomasses vertes sont les plus importantes. Généralement, on réalise ce type de mesure au printemps pour les plantes steppiques pérennes et annuelles. Initialement ces méthodes

N. d'évaluation s'articulaient autour de trois points

Développer sur le terrain des méthodes de mesures fiables, répétitives, rapides, et peu coûteuses;

• Créer une base de données sur plusieurs années qui permettra de suivre l'évolution du couvert végétal de la région.

2.1. Matériel utilisé

Le matériel nécessaire sur le terrain est simple et peu onéreux: une corde de 100 in, des piquets, une mettre, une aiguille, des ciseaux, des sécateurs, des sacs, des fiches descriptives, des fiches cartonnées, un porte herbier, une balance numérique, une boussole, un G.P.S. et un appareil photo. De plus, trois personnes de la conservation des Forêts ont contribué à la compagne de relevés.

2.2. La réalisation des relevées

En général, les observations relatives au tapis végétal sont de deux sortes. L'une porte sur la flore, à. savoir, l'énumération (le tous les taxons rencontrés sur une station donnée la plante rare n'y occupe pas moins de place que la plante commune. L'autre, sur la végétation qui constitue, comme le proposait FLAHAULT **(1901),** «la masse végétale, l'ensemble des

plantes considérées dans leur rapport avec le milieu, climat, sol, être vivant y compris l'homme». Cette distinction est toujours utilisée et nécessaire comme le précise GODRON **(1984).** Seules les observations relatives à la végétation ont fait l'objet de mesures quantitatives.

Le traitement des données à pour but de faire apparaître les différents groupes de végétation existante dans la zone d'étude.

2.2.1. Le choix de l'emplacement du relevé

L'identification de différenciations spatiales horizontales à la surface du globe a donné naissance au modèle de la. Zonalité fondé sur le primat de la climatologie et s'exprime à travers la loi (Le zonalité dans chaque zone climatique, les sols issus de roche-mères différentes et les biocénoses correspondantes, tendent à converger vers un type assez uniforme, sinon unique » (GODRON, 1984).

Selon GUINOCHET (1954), lorsqu'on fait des relevés, on se livre obligatoirement à un échantillonnage dirigé. « C'est un travail assez délicat, exigeant quelque pratique et, en tout cas, certaines précautions élémentaires ».

Au terrain, l'emplacement de ses relevés choisit selon deux niveaux de perception successifs (GEAU, 1980) :

- Un première vision à l'échelle paysagère l'amène à choisir les éléments majeurs, significatifs, représentatifs et répétitifs du paysage végétal (formation végétale qu'il veut étudier) ;
- Une deuxième vision à l'intérieur de l'élément paysager choisi guidera le choix de l'emplacement du relevé et de ses limites. Les critères fondamentaux de ce choix d'emplacement et de limites du relevé sont l'homogénéité floristique et l'homogénéité écologique de la station. L'homogénéité floristique doit être répétitive élit faut avoir constaté la répétitive de la combinaison floristique.

2.2.2. L'homogénéité floristique

L'homogénéité écologique nécessite d'abord, et en règle générale, une homogénéité dans la physionomie et la structure de la végétation. Le station doit d'être homogène vis-à-vis des contrastes de milieu, tels que exposition, lumière, microtopographie, humidité du sol…., et les observations très fines à ce niveau. A l'intérieur de la choisie du relevé, il ne doit pas avoir de variations significatives de composition floristique ni de milieu.

2.2.3. La surface des relevées

Dans un relevé, toutes les espèces doivent être notées, aucune ne peut être négligée. Cette aire est de l'ordre de 100 à 400 m2 pour les groupements forestiers, de 50 à 100 m2 pour les formations de matorral, de 20 à 50 m2 pour les groupements de prairies, de pelouses et quelques mètres carrés seulement pour les plus denses et homogènes(OZENDA,1982).

Les espèces présentes dabs chacune des relevés sont affectées d'un coefficient exprime leur abondance dominance BRAUN-BLANQUET **(**LIMEE, 1967) **:**

. + : individus rares(ou très rares) et recouvrement très faibles < 1%

- 1 : individus assez abondants, mais recouvrant faible <5% de la surface étudiée.
- 2 : individus abondants, recouvrant 5à25% de la surface étudiée.

.-3 : nombre d'individus recouvrant 25à50% de la surface étudiée.

- 4 : nombre d'individus recouvrant 50à75% de la surface étudiée.

-5 : nombre d'individus recouvrant plus de 75% de la surface étudié.

2.3. Traitement des relevées

Le traitement des données à pour but de faire apparaître les différents groupes de végétation existante dans la zone d'étude. Alors, nous avons appliqué une méthode statistique dite classification hiérarchique ascendante (C.H.A), cette méthode à pour objectif la construction de groupes aussi peu nombreux que possible d'individus ou d'objets tels que soient groupes dans une même classe les individus ou objets semblables ou proches tels que soient affectées à des classes différentes des individus ou objets dissemblables, plus lointains.

2.3.1. Choix d'un indice de dissimilarité

Plusieurs méthodes de mesures de la "distance" sont utilisées. Donc nous proposons la méthode de "Distance Euclidienne". C'est probablement le type de distance le plus couramment utilisé. Il s'agit simplement d'une distance géométrique dans un espace multidimensionnel.

2.3.2. Choix d'un indice d'agrégation

L'application de la méthode suppose également que nous fassions le choix d'une "distance» entre classes. Là encore, de nombreuses solutions existent. Il faut noter que ces solutions permettent toutes de calculer la distance entre deux classes quelconques sans avoir à recalculer celles qui existent entre les individus composant chaque classe. Parmi les méthodes existent, nous avons proposé la méthode de Ward (méthode du moment d'ordre 2).

La méthode de Ward, aisée à mettre en œuvre lorsque la classification est effectuée après une analyse factorielle (les objets à classer étant repérés par leurs coordonnées sur les premiers

axes factoriels), constitue une excellente méthode de classification ascendante hiérarchique (PARDOUX, 2002).

1. Composition colorée et l'interprétation visuelle

Les zone de cette composition colorée qui paraissent d'une même couleur a l'observateur correspondant à des milieux dont les signatures spectrales sont identique, donc nous avons pu localiser les grandes formations végétales, les reliefs, les routes, et sol nu, mais tous cela ne sont que des hypothèses de cette interprétation qui nécessite la conformation ou l'infirmation dans la mission de terrain.

Figure n°26: la composition colorée (SITAYEB 2020)

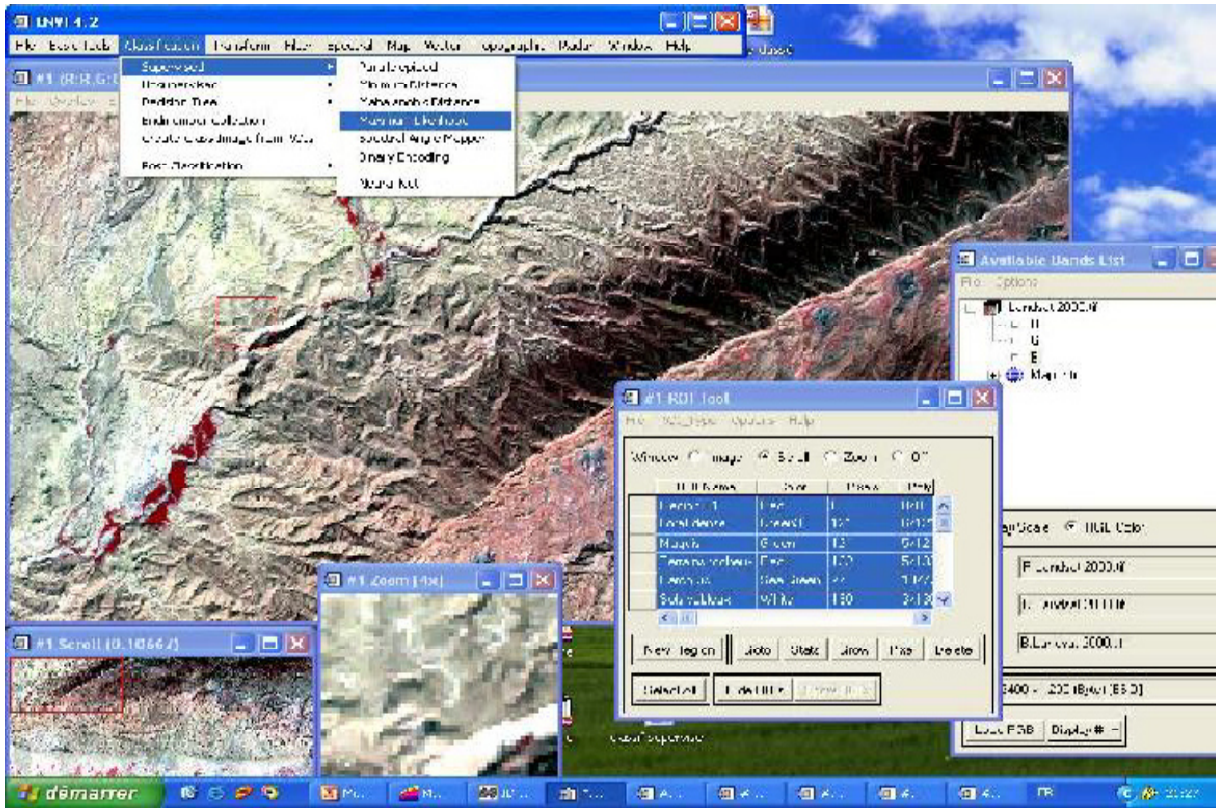


Figure n°27: Technique de la classification et de la composition colorée (SITAYEB 2020)

2. Vérité de terrain

Les régions et classes attribuées sont des informations pertinentes, qui correspondent à la réalité. Nous appelons un ensemble de données une vérité terrain. Il est alors possible de détecter les erreurs **(pony, O et al, 2000 in sitayeb 2006).**

Plusieurs étapes se sont succédées pour la réalisation de la carte de végétation, les technique de l'interprétation de l'image satellitaire ont permis de différencies les principales formations de leur physionomie. La prospection de terrain a permis la réalisation de relevés floristique, et l'analyse et la classification des données floristiques ont été abordées à l'aide de la méthode de traitement statistique (CAH)

La classification repose sur un apprentissage sur des régions définies par l'utilisateur. Les régions et la classe attribuée sont des informations pertinentes, qui correspondent à la réalité. Nous appelons un tel ensemble de données une vérité terrain. Il est alors possible de détecter les erreurs. (Pony, O et al., 2000)

Réalisation des relevées de terrain (30 relevés+17 points de sondage) floristiques ont été réalisés au cours de cette mission . Les sites d'enquêtes ont été sélectionnés sur le terrain par

choix raisonné, à l'aide d'agrandissement de compositions colorées et le résultat de la classification non supervisée, en fonction des possibilités d'accès et des caractéristiques colorées des images, celles-ci étant, en principe, liées à un type de paysage.
Lors de la mission de terrain et à l'aide d'un traitement statistique (CAH).

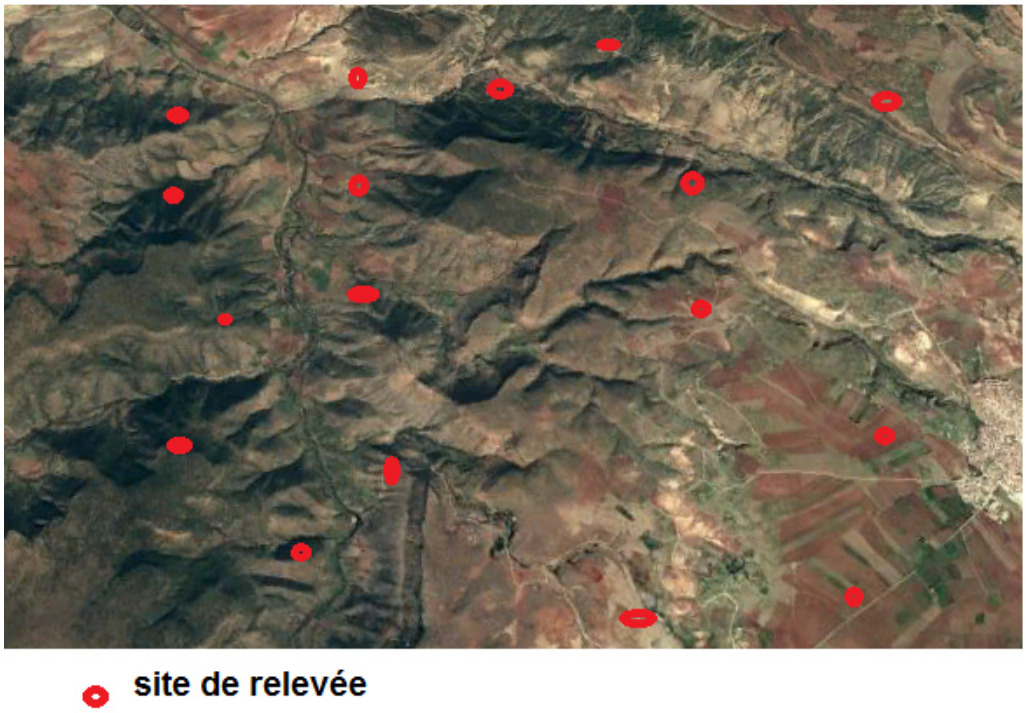


Figure n°28: carte des points des relevées SITAYEB 2020)

2.1. Traitement des relevés

Le traitement des données à pour but de faire apparaître les différents groupes de végétation existante dans la zone d'étude. Alors, nous avons appliqué une méthode statistique dite classification hiérarchique ascendante (C.H.A), cette méthode à pour objectif la construction de groupes aussi peu nombreux que possible d'individus ou d'objets tels que soient groupes dans une même classe les individus ou objets semblables ou proches tels que soient affectées à des classes différentes des individus ou objets dissemblables, plus lointains.

3. Classification non supervisée

Le but ultime de la classification non supervisée est de deviser u n ensemble des données en classé.

Les résultats montrent que les pixels sont repartis dans les différentes classes en fonction de leurs valeurs. Les algorithmes de classification permettent de créer des regroupements de pixel ayant des caractéristiques spectrales semblables. Ces regroupement créent des classes des unités d'occupation de sol (sois nu, végétation naturelles)

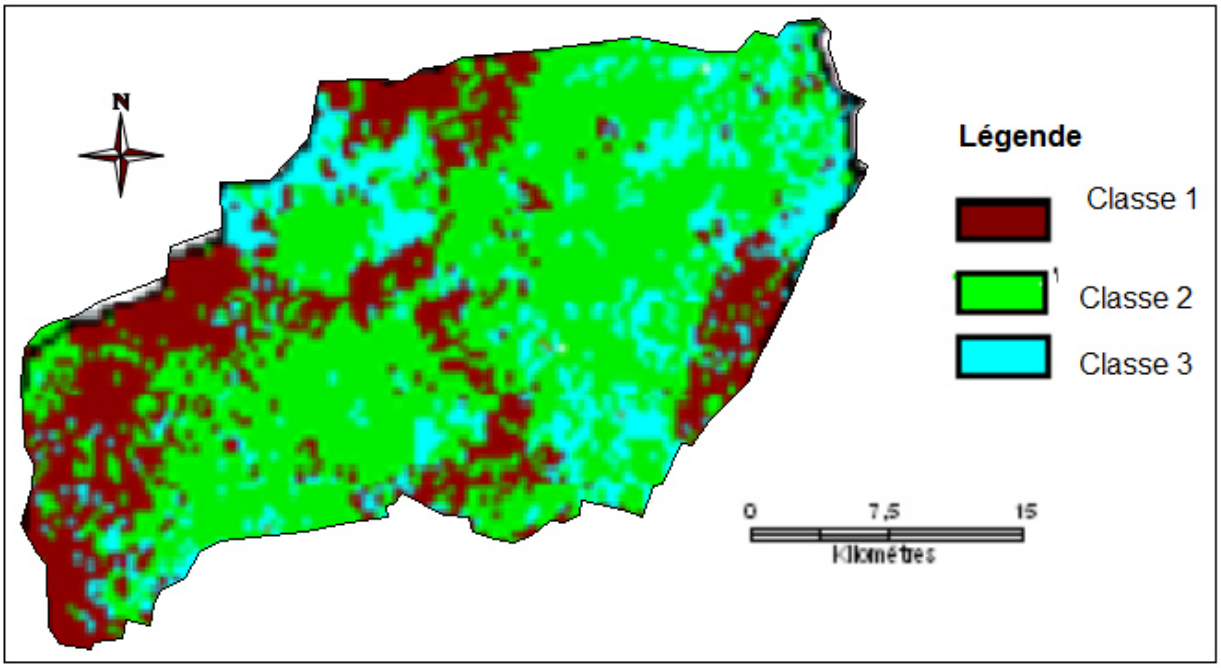


Figure n°29: Classification non supervisée (SITAYEB 2020)

4. Validation de l'interprétation par les données de terrain

4.1. Classification supervisée

Une classification supervisée a été réalisée afin d'obtenir une cartographie des formations végétales, c'est-à-dire que les éléments semblables de l'image, présentant les mêmes caractéristiques spectrales, ont été regroupés en « classes », chaque classe correspondant ici à une formation végétale particulière (fig. n°30). Nous décrivons ici les principales étapes de ce traitement.

4.2. Nomenclature ou légende utilisée

A partir des observations effectuées sur le terrain, une légende a été réalisée pour l'étude des caractéristiques spectrales

4.3. Estimation de la qualité de classification

L'évaluation de la précision d'une classification implique la comparaison de l'image classifiée avec des données de terrain. Cette comparaison est habituellement basée sur une matrice de confusion qui indique les agréments et les désagréments entre les ensembles de données. Des mesures telles que le pourcentage de classification correcte et le coefficient kappa peuvent être dérivées des éléments d'une matrice de confusion, elles sont utilisées pour exprimer la précision d'une classification.

4.3.1. Matrice de confusion

L'analyse des résultats de la classification avec une comparaison avec les échantillons de validation permet d'avoir une matrice. Cette dernière est obtenue par commission permet de vérifier pour chaque thème la proportion de Pixels surestimés qui ne devraient pas appartenir à la classe. Le total par colonne des pourcentages (hors diagonale) correspond au pourcentage de superficie du thème qui a été surestimé. Les résultats montre un pourcentage d'exactitude pour la classification de l'image est de 74%.

4.3.2. Coefficient KAPPA

L'analyse KAPPA est une technique discrète multi variable, utilisée pour évaluer la précision d'une classification. L'analyse KAPPA produit une statistique KIA (une estimation du KAPPA), qui est une mesure d'agrément ou de précision. La statistique KIA se calcule selon l'expression suivante :

$$\hat{K} = \frac{N\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r}\left(x_{i+} \times x_{+i}\right)}{N^2 - \sum_{i=1}^{r}\left(x_{i+} \times x_{+i}\right)}$$

Dans l'expression r est le nombre de lignes de la matrice de confusion. x_{ii} est le nombre d'observations dans la ligne i et la colonne i. x_{i+} et x_{+i} sont les totaux marginaux de la ligne i et de la colonne i, respectivement, et N est le nombre total d'observations. La valeur de kappa est entre -1et+1 dont :

KIA = **-1** => la concordance est nulle

KIA ± **0** => la concordance est peu significative

KIA = **+1** => la concordance est très forte

En calculant ce cœfficient, KIA= 0.74 pour la classification, ce qui signifie que la classification est plus au moins précise avec une concordance forte.
Le résultat final de la classification est l'élaboration de carte de végétation suivantes (figure n°30)

5. Cartes de végétation

Les méthodes de classification s'appliquent lorsque l'on veut rattacher une observation à une classe, qui est choisie parmi un ensemble de classe connues. Les résultats de la classification non supervisée ont été validés par les observations de terrain (figure n°29).

une cartes de végétation obtenues par la classification de l'image Landsat 8, utilisée pour donner un aperçu de la répartition de la végétation forestière dans la zone d'étude, cette classification a identifié les formations végétales suivantes: (figure n°30).

Formation de Pin d'Alep

Formation de thuya de berberie

Formation de Chêne vert

Formation de l'Oléo-lentisque

L'évaluation de l'exactitude de la classification consiste à comparer l'image classée avec les observations sur le terrain. Cette comparaison est généralement basée sur une matrice de confusion entre l'ensemble de données. Des mesures telles que le pourcentage de classification correct et le coefficient kappa peuvent être dérivés d'éléments de matrice de confusion, utilisés pour exprimer la précision de la classification.

La matrice de confusion obtenue par une commission pour vérifier chaque thème a surestimé la proportion de pixels qui ne devraient pas appartenir à la classe. Le total par colonne est le pourcentage de la zone thématique qui a été surestimé. Les résultats montrent que le pourcentage de précision pour la classification de l'image est de 80%.

Le coefficient KAPPA est égal à 0,74 pour la classification et atteint 0,74, ce qui signifie que la classification est plus ou moins précise avec une grande concordance.

La carte de végétation produite à partir de l'image landsat (Figure n°30) donne un aperçu de la répartition de la végétation dans la région. La formation du Thuya de berberie occupe une surface intéressante avec un taux de 31%, suivie par la formation de pin d'Alep qui a occupé

28% de surface, formation de chêne vert avec 22%, la formation de l'Oléo-lentisque 16 % et les reste est occupé par d'autres formations végétales saisonnières.

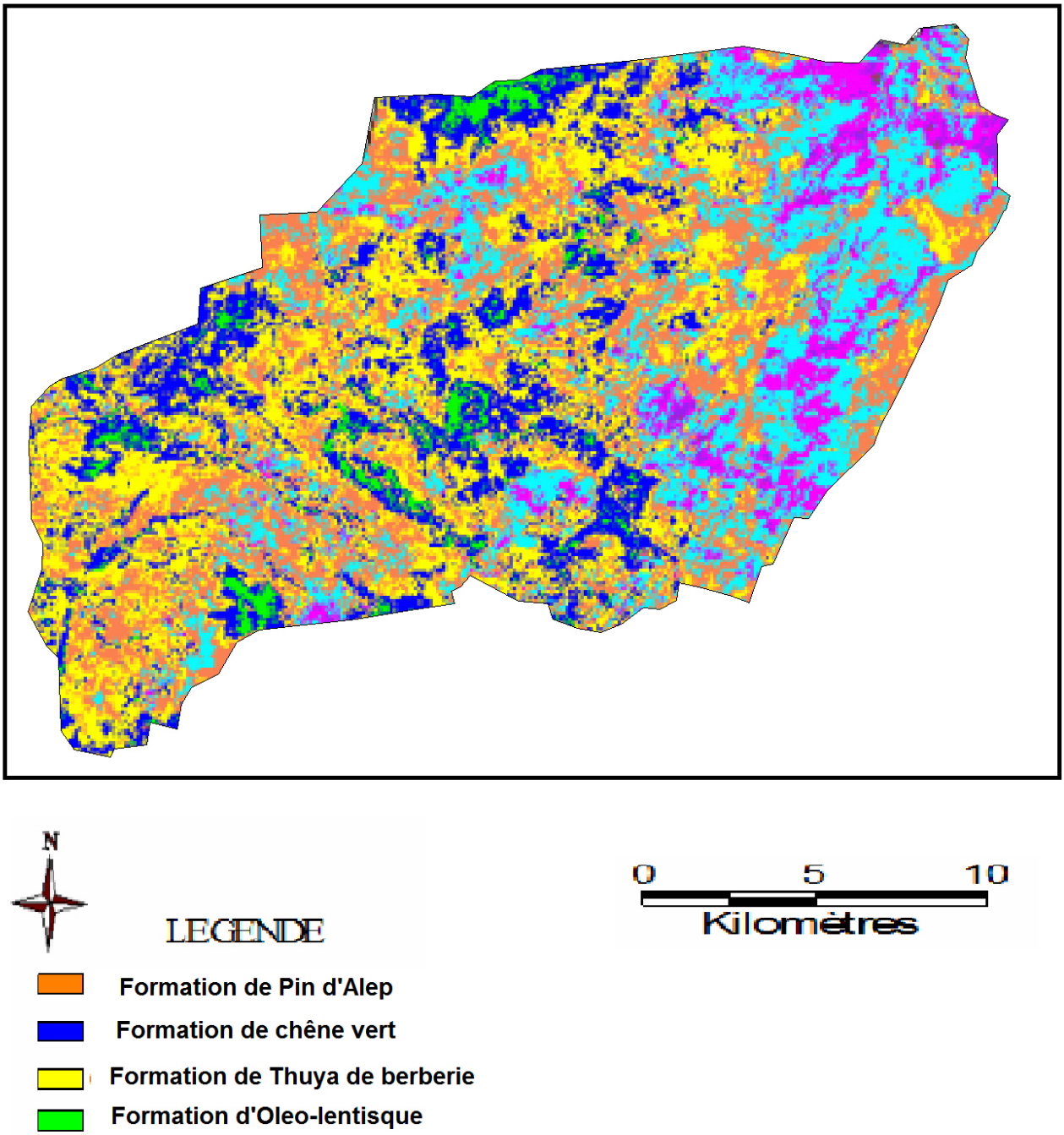


Figure n°30: carte de végétation de la commune d'Ouled Brahim (SITAYEB 2020)

Conclusion

La télédétection permet de contribuer à la cartographie de la végétation et à l'évaluation des ressources forestières à plusieurs échelles . Les enregistrements de télédétection restent des documents spatiaux historiques qui peuvent être utilisés après plusieurs années à des fins diverses, telles que leur utilisation dans des études comparatives ou la vérification et le suivi d'un phénomène spécifique.

A travers cette étude, nous avons réalisés une cartes de végétation de la zone de Ouled Brahim, préparé par une classification supervisé d'une image de satellite Lansat 8 de l'année 2016, le coefficient KAPPA de performance de classification égal à 0.74, ce qui signifie que la classification est plus au moins précise avec une concordance forte.

La carte de végétation produite à partir de l'image landsat donne un aperçu de la répartition de la végétation dans la région. La formation du Thuya de berberie occupe une surface intéressante avec un taux de 31%, suivie par la formation de pin d'Alep qui a occupé 28% de surface, formation de chêne vert avec 22%, la formation de l'Oléo-lentisque 16 % et les reste est occupé par d'autres formations végétales saisonnières.

La carte de la végétation reste un document nécessaire et complémentaire pour les étude de planification forestières et la préparation des document de gestion des ressources naturelles. Pour cela, la surveillance régulière de l'évolution et la dynamique des formation végétales sur longues périodes en utilisant des imageries satellitaires de haute résolution pourrait mieux évaluer le mécanisme d'évolution sur le terrain.

- **BAGNOULS** et **GAUSSEN** in 1953 saison sèche et indice xérothermique Toulouse, France : Université de Toulouse. Faculté des Sciences.
- **BENABDELI.k**, 1996 : aspect physionomico –structure de la végé ligneuse face à pression antropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de Dhaya (Algérie - septentrionale), Thèse doctorat.Univ. Sidi Bel Abbes .Tome 1-2+annexe ,356.
- **BOUDY. P** 1952 Guide du forestier du Nord .Maison Rustique, 505P **Centre canadien de télédétection (cft).** Ressources naturelles canada notions fondamentales de télédétection.
- **FLAHAULT, c,** (1901), les limites supérieures la végétation forestière et les prairies pseudo-alpinnes en France Blais et Roy.
- **Kluser**, (2000). Elaboration d'une carte de couverture du sol par interprétation semi automatisée de l'espace colorimétrique d'ortho photos application au bassin versant du Nant d'Avril (France, Suisse), Diplôme d'étude supérieure en sciences naturel de l'environnement, université de Lausanne, 69P
- **LABANI** in 1999 Analyse de la dynamique de l'occupation de l'espace perspectives d'écodéveloppement : cas de la commune d'Ain-El-Hadjar (Saïda, Algérie). Thése de magister, Uni Sidi Bel Abbes ; 117P+annexes
- **GIRAD**, M, C. 2000 cours télédétection département agronomie – environnement .INA PARIS.
- **MEBARKI Souad** et **RAGUAB khira**, (2009) Apport de la télédétection Spatiale dans la cartographie des groupements forestiers dans la daïra d'OULED Brahim wilaya de Saïda .mémoire d'ingénieur. écologie végétal et environnement. université Dr. MOLAY TAHAR, 141p

- **Pony**, **O. Dexombes. X. &zerubia, j**. (2000). Classification d'image satellitaires hyperspe cvales em zone rurale et pérurbaine. guinochet1954 (LIMEE)1967 BRAUN-BLANQUET
- **Pouchin**, T (2000) Appréhension de la cinématique paysagere par télédétection spatiale estuaire de seine (Normandie – France) contribution au programme national de recherche sur les zones humides recon on 20010066076 . Reseau télédétection , 215-223
- **Raunkiaer** (1934) les types biologiques foliaires de Raunkiaer état actuel de la question. Bulletin de la société botaniques de France ,113 (sup 2), 28-36
- **Raunkiaer Raynal-Roques,** 1994
- **SCHERRER** biostatistique – gaétan éditeur Boucherville Québec, Canada , 850 p stwart – Oaten A , Murdoch ww &Parker KR (1986) .L' évaluation de l'impact environnemental .
- **SITAYEB**,(2006) Application de la géomantique pour l'étude de la dynamique de la végétation dans la plaine de la Macta. Thèse Magister. C. U. M, 141P.p 11, 13, 17, 18, 19,23
- **Sokal**, (1974) classification finalités, principes progrès, perspecturs. sciences 185 (4157), 1115-1123