

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Ferhat Abbas Sétif 1  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة فرحات عباس، سطيف 1  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALE

N°...../SNV/2014

## MÉMOIRE

Présenté par

**MISSAOUI Khaled**

Pour l'obtention du diplôme de

**MAGISTER EN BIOLOGIE**

**Spécialité: ECOLOGIE URBAINE**

## THÈME

**Aménagement et valorisation des boisements urbains et  
périurbains de la ville de Sétif.**

Soutenue publiquement le ...../...../2014

### DEVANT LE JURY

Président	<u>Fenni Mohamed</u>	Pr.	<u>Univ. Ferhat Abbas Sétifl</u>
Directeur	<u>Gharzouli Rachid</u>	Pr.	<u>Univ. Ferhat Abbas Sétifl</u>
Examineurs	<u>Aggoun Abdelmadjid</u>	MCA.	<u>Univ. Ferhat Abbas Sétifl</u>
	<u>Djellouli Yamna</u>	Pr.	<u>Univ. Lemans France</u>
	<u>Madani Said</u>	MCA.	<u>Univ. Ferhat Abbas Sétifl</u>

*Laboratoire : PUVT*

## **DEDICACE**

Je dédie ce mémoire à tous ceux que j'aime

A la mémoire de mes très chers parents, Sacia et Mohamed, pour tout l'amour et le sacrifice consentis dans mes parcours terrestres et dont l'aboutissement de mes études universitaires demeure un des témoignages les plus éloquents que je n'avais jamais eu dans la vie et je ne les oublierai jamais.

A la mémoire de Mr Boudjenouia Abdelmalek.

A ma femme qui m'a aidé et à qui je partage ma vie.

A mes sœurs, mes beaux-frères et mes frères et leurs femmes et enfants.

A ma belle-famille.

A mes amis.

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, *Je remercie Allah, le bon Dieu miséricordieux de m'avoir aidé à réaliser ce travail.*

Je tiens à adresser l'expression de mes vifs remerciements à:

Rachid Gharzouli, Professeur à l'Université Ferhat Abbas Sétif 1 pour son aide précieuse dans l'encadrement de mon travail; ses conseils, sa disponibilité, ses encouragements, la confiance qu'il m'a accordé. Il m'a fait bénéficier de son expérience de terrain durant toutes mes années d'étude.

Yamna Djellouli, qui m'a accueilli au Laboratoire Espaces Géographiques et Sociétés (ESO- UMR6590 CNRS), Université du Maine LeMans, France, et toute l'équipe du laboratoire spécialement François Messner et François Laurent pour leurs aides et leurs conseils précieux. Et je tiens à remercier Mme Djellouli pour avoir examiné mon travail malgré ces nombreuses taches.

Mr Fenni Mohamed, Professeur à l'université Ferhat Abbas Sétif 1, qui me fait l'honneur de présider le jury et d'examiner mon travail.

Mr Aggoun Abdelmadjid, Maître de Conférences à l'Université Ferhat Abbas Sétif 1, pour avoir accepté d'examiner mon travail, ses critiques et suggestions me seront utiles.

Mr Madani Said, Maître de Conférences à l'Université Ferhat Abbas Sétif 1 d'avoir accepté d'examiner mon travail; ses remarques et conseils me seront profitables.

Je tiens à remercier également tous mes enseignants de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie à l'Université Ferhat Abbas Sétif 1 : Hafsi Miloud, Limani Yacine, Guendouz Ali, Harrag Abdelmalak, Lasledj Saci, Khaznadar Mouna, Nouar Hind, Boucena Mounir, Chenafi Houria, Boulaacheb Nacira ....

Mes sincères remerciements vont également à ma femme pour son aide ainsi que ses conseils scientifiques.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance à ma famille pour le soutien moral et les encouragements.

Je n'oublierai pas mes collègues pour leur aide et soutien, qu'ils soient vivement remerciés.

Que ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouvent, ici, l'expression de ma profonde gratitude.

<b>Table des matières</b>	
<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre 1 : Synthèse bibliographique</b> .....	4
Introduction .....	4
1. Contexte général de la ville .....	5
2. La périurbanisation .....	6
3. L'étalement urbain .....	8
4. Les forêts urbaines et périurbaines .....	8
5. Les espaces verts : lieux incontournables en ville .....	9
5.1. Une notion très large .....	9
5.2. La multifonctionnalité des espaces verts.....	11
6. L'aménagement des forêts périurbaines .....	14
6.1. Le citoyen .....	15
6-2- Les scientifiques .....	18
6-3- Les peintres .....	19
7. Les politiques publics et leurs enjeux dans la construction du paysage .....	20
8. Utilité de la télédétection spatiale dans les études de l'environnement urbain .....	21
8.1. Télédétection spatiale : définition et concepts .....	21
8.2. Caractéristique des données de la télédétection .....	23
<b>Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude</b> .....	25
1. Situation géographique de la wilaya de Sétif .....	25
2. L'évolution démographique de la ville de Sétif .....	27
3. La géologie .....	28
4. Hydrographie .....	31
5. Description des boisements <u>Znadia</u> et <u>Gaoua</u> .....	31
5.1. Historique de la zone d'étude .....	31
5.2. Localisation de la zone d'étude.....	31
6. Le climat.....	34
6.1. Variation annuelles et mensuelles Les précipitations .....	34
6.1.1. Calcule de l'indice pluviométrique IP (méthode des indices de Nicholson).....	36
6.1.2. Le régime saisonnier .....	37

6.2.	La température.....	38
6.2.1.	Les moyennes mensuelles des températures .....	38
6.2.2.	L'amplitude thermique.....	39
6.3.	L'humidité .....	39
6.4.	Les vents .....	40
6.5.	Les gelées .....	41
6.6.	Synthèse climatique .....	42
6.6.1.	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1957).....	42
6.6.2.	Le climagramme d'Emberger .....	42
6.6.3.	L'indice d'aridité de Demartonne .....	43
6.6.4.	L'indice Xérothermique d'Emberger .....	44
7.	Flore et végétation .....	45
<b>Chapitre 3 :</b>	<b>Matériels et méthodes .....</b>	<b>48</b>
1.	Matériel.....	48
1.1.	Cartes .....	48
1.2.	Images satellites .....	48
2.	La méthodologie .....	49
2.1.	Les techniques utilisées.....	49
2.1.1.	Système d'information géographique (SIG) et la télédétection.....	49
2.1.2.	Quelques concepts de base en « mode image » et « mode objets ».....	51
2.2.	Traitement de l'image satellitaire .....	53
2.2.1.	Prétraitement des données images satellites .....	54
2.2.2.	Réalisation des compositions colorées .....	56
2.2.3.	Calcul de l'indice de végétation normalisé (NDVI) .....	57
2.2.4.	L'analyse visuelle .....	58
2.3.	Les information sur l'altimétrie .....	59
2.3.1.	Définition du modèle numérique de terrain (MNT).....	59
2.3.2.	Caractéristiques du modèle numérique de terrain.....	59
2.3.3.	Acquisition et génération de MNT.....	60
2.4.	Etudes de la végétation .....	60
2.5.	Proposition du plan d'aménagement .....	57
<b>Chapitre 4 :</b>	<b>Résultats et discussion .....</b>	<b>63</b>

1. Flore et végétation de Znadia et Gaoua .....	63
1.1. Le Pin d'Alep <i>Pinus halepensis</i> (Mill) .....	63
1.2. Le Cyprès toujours vert <i>Cupressus sempervirens</i> (L) .....	64
2. Les entretiens .....	65
2.1. Actions des services de l'APC .....	65
2.2. Les services de DSA (La Direction des Services Agricoles).....	66
2.3. La conservation des forêts de la willaya de Sétif .....	67
2.4. Suggestion .....	68
3. L'analyse des images satellitaires du Landsat .....	70
3.1. Réalisation des compositions colorées .....	70
3.1.1. Composition vrai couleur .....	71
3.1.2. Composition fausse couleur .....	72
3.2. Calcul de l'indice de végétation normalisé (NDVI) .....	73
4. L'apport des images satellitaires du Spot .....	74
4.1. Réalisation de la composition fausse couleur .....	74
4.2. Calcul de l'NDVI .....	77
5. L'apport du modèle numérique de terrain MNT .....	80
5.1. La carte des classes des pentes .....	82
5.2. La carte des expositions .....	84
5.3. La carte des altitudes .....	86
6. Proposition d'un plan d'aménagement .....	88
6.1. Un écomusée .....	88
6.2. Le jardin botanique et le laboratoire des recherches scientifiques.....	89
6.3. Les boutiques .....	90
6.4. Air de jeux .....	90
6.5. Air de pique-nique et récréation .....	90
6.6. Les points d'eau .....	90
6.7. Les parkings .....	91
6.8. Les panneaux de signalisation .....	93
6.9. Le corridor .....	96
6.10. Réalisation des pistes et sentiers .....	96
6.11. L'introduction des espèces .....	99
6.12. Carte de la proposition du plan d'aménagement.....	99

# ***INTRODUCTION***

## ***GENERALE***



## **Introduction générale**

Les villes ont connu des extensions énormes au cours de ces dernières années. La ville de Sétif, à l'instar de la plupart des villes algériennes, a connu un étalement urbain considérable durant et après la période coloniale. L'extension, qui se traduit par une artificialisation des sols de plus en plus importante, s'est faite au détriment des sols arables et des boisements périurbains. Cet étalement urbain inconsidéré a des répercussions sur les paramètres climatiques (élévation des températures) et hydrologiques, augmentation des surfaces imperméables et socio-économiques.

L'étalement urbain est une conséquence de la démographie galopante d'une part et du développement économique anarchique, d'autre part. La satisfaction des besoins en habitations et en infrastructures socio-économiques s'est faite au détriment du milieu naturel, milieu indispensable à l'épanouissement de l'être humain, d'où le besoin pour lui de garder un contact aussi minime soit-il, avec la nature.

La ville de Sétif a connu un développement considérable, notamment durant les trente dernières années. Ce développement s'est traduit par un étalement urbain remarquable, étalement qui menace l'existence des boisements périurbains existants. La nécessité de l'aménagement d'espaces urbains et périurbains pour le maintien d'un lien avec la nature, tels que des parcs, des jardins des boisements urbains et périurbains, s'avère de plus en plus primordiale pour les gestionnaires des centres urbains.

La thématique de ce travail est subdivisée en trois parties essentielles :

Dans un premier temps; à l'aide des données satellitaires, nous nous proposons de faire le suivi de l'état de cette végétation périurbaine. Nous essayerons de mettre en évidence l'importance

écologique de ces boisements en mettant en exergue leurs multifonctionnalités.

Une analyse de l'évolution du couvert végétal de la ville de Sétif durant la période 1986-2013, à l'aide d'images satellites. Pour le traitement de ces images nous avons eu recours aux logiciels ENVI4.7 et ArcMap10.

Le deuxième volet est consacré aux boisements périurbains de Znadia et Gaoua. Les politiques de gestion de ces deux sites seront analysées ainsi que leur rapport avec les principaux acteurs de ces politiques : les citoyens, les services municipaux et départementaux.

Le dernier volet, consiste en la proposition d'aménagement de ces deux boisements dans une perspective de leur préservation d'une part et, de les rendre attractifs pour le public d'autre part. Leur préservation passera par une amélioration de la biodiversité par l'introduction de nouvelles espèces végétales qui favorisera entre autre l'attractivité du site pour les citoyens.

# *CHAPITRE I*

## **SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique**

### **Introduction**

La ville est une unité de production qui, à côté d'autres dimensions, joue un rôle irremplaçable dans le maintien et la croissance économique. Elle désigne aussi un groupement de population et de constructions où elles s'articulent autour d'une même organisation économique et socio-culturelle. Comme elle est aussi un groupement de populations agglomérées, défini par un effectif de population et par une forme d'organisation économique et sociale (Bouraoui, 2007).

La concentration des industries, donne naissance à de nouvelles agglomérations urbaines dont le développement est rapide ou bien elles s'installent à côté des villes existantes provoquant une croissance démesurée de l'agglomération. Mais l'organisation politique et administrative ne tient pas compte des problèmes vécus par les villes et des problèmes d'ordre spatial comme par exemple le foncier.

La ville de Sétif a connu un habitat groupé qui ne date pas d'aujourd'hui. L'habitat groupé avait comme fondement la maison coloniale avec cour. Celle-ci s'est reconstituée durant le temps en une « harat » : c'est une grande maison qui permettait la cohabitation de cultures différentes. De nos jours, elle devient une copropriété familiale qui s'ouvre à des colocataires ne portant pas le même nom. On constate la prolifération de 'cités numériques' représentées par des cités nouvellement créées, les lotissements résidentiels et l'habitat collectif comme par exemple les 300, 400, 500, 200, et les 1000 logements 1014, etc...(figure 1). La ville actuelle devrait être « radieuse » (suivant le slogan de Le Corbusier), la ville contemporaine doit être « durable » (Monin, Descat et Siret, 2002). Aujourd'hui, près de 50% de la population mondiale habite en ville. Les urbanistes ont déclaré qu'une ville a plusieurs utilités : sociale, environnementale et économique.

## 1- Contexte général de la ville



Fig.1. Plan de la ville de Sétif (Abbaoui, 2011)

La ville est un système complexe et dynamique, un paysage hautement hétérogène et « un macro- écosystème » original vu par l'écologie urbaine. Considérée comme un ensemble morphologique, physionomique, social et culturel différencié (Cosinschi et Racine, 1998), la ville est un milieu complexe, dynamique, et aux caractéristiques spécifiques où s'articulent diverses interactions hommes/milieus mettant enjeu l'espace. En tant que système complexe fonctionnant à des niveaux d'organisation différents (Pumain, 1998 et 2006), « la ville est aujourd'hui à la fois territoire et unité de vie collective, milieu et enjeu,

*cadre physique et nœud de relations entre les êtres sociaux »* (Cosinschi et Racine, 1998).

Elle est une concentration d'habitants, un milieu de fonctions croisées dans lesquelles s'exercent la plupart des activités humaines (habitat, commerce, industrie, éducation, politique, culture), sans cesser d'être une confluence d'enjeux (Ferras, 1990).

Enjeu spatial, la ville nécessite une gestion rationnelle de son expansion, ce qui implique la connaissance et la compréhension de ses structures et de leur évolution. La ville repousse incessamment ses limites de plus en plus loin. « *Le problème des limites de la ville est donc insoluble* » (Allain, 2004).

Définir la ville, délimiter ses contours et suivre son évolution spatiale dans le temps, est un des problèmes redoutables auxquels se trouve confronté tout chercheur travaillant sur cet espace dynamique et complexe. Comme le fait observer Lajoie (2007), « *la définition de la ville se recompose en permanence au rythme des territorialités toujours changeantes qui la constituent* ».

Longtemps, la ville a été définie par opposition à la campagne, en faisant souvent référence à cette limite brutale ville/campagne. Aujourd'hui, cette dichotomie est obsolète et n'est plus d'actualité (Mangin, 2004). La ville, ne se définissant plus comme une simple unité géographique séparée de son environnement périurbain, ne se conçoit plus en dehors de son environnement. La ville est donc rattrapée par son environnement dans lequel elle évolue et qui est à la fois le milieu physique et le résultat de l'action humaine (Clergeau, 2007). Ce clivage ville/campagne, urbain/rural, s'estompe de plus en plus et on se trouve en face d'une autre réalité beaucoup plus complexe : les espaces périurbains. Ces espaces mixtes offrent le sentiment d'être à la fois en ville et en campagne, ou posent un problème d'identité. On ne sait plus si on est en ville ou en campagne (Aguejdad, 2009).

## **2- La périurbanisation**

Entre les centres urbains et les territoires ruraux, la périurbanisation engendre de nouveaux territoires partagés entre les pratiques urbaines et les activités agricoles et forestières. Deux processus sont en cause :

- Le premier est celui de l'extension des espaces urbanisés autour des petites villes comme des grandes, en relation directe avec les migrations quotidiennes des habitants entre lieux de travail, de loisirs et d'habitat.

- Le second phénomène, corrélatif du précédent, est la régression de l'espace agricole au profit de l'espace construit, mais aussi de l'espace des parcs et jardins. Ce phénomène ordinaire se traduit par l'extension autour des agglomérations, d'un tissu urbain plus ou moins dense, coupé d'espaces de nature plus ou moins fermement protégés par la loi selon les pays: les espaces boisés et agricoles ainsi que les milieux aquatiques (Donadieu, 1999).

La population dans la commune ne cesse d'évoluer à un rythme assez important, notamment au niveau du pôle principal de Sétif et les centres urbains qui le cernent de toutes parts à l'intérieur de la commune. C'est une population de différentes échelles sociales et qui provient de divers horizons. Elle est dispersée sur le territoire communal avec une concentration plus prononcée au chef-lieu qui conquiert de nouveaux terrains ou englobe d'anciens centres de par son extension tous azimuts.

Cette population a atteint 286.715 habitants en 2006 dont 260.910 au chef-lieu traduisant un pourcentage de concentration (91%), dûe à une augmentation annuelle moyenne de l'ordre d'environ 5000 habitants par an depuis l'indépendance. Le gonflement de la population au niveau du chef lieu entre 1994 et 1998 est dû à la conjoncture sécuritaire touchant les populations du Nord de la wilaya, au manque de projets structurants susceptibles de fixer les populations déshéritées du sud de la wilaya, et l'attraction exercée par la ville de Sétif en direction des opérateurs économiques soucieux de mettre à profit les atouts et autres potentialités offerts par les opportunités d'investissement mises à sa disposition dans le cadre de la libre entreprise et l'économie de marché.

Le centre perd de son attractivité notamment par l'engorgement qu'il subit et à cause du prix du foncier. Dans ce type d'agglomération,

les habitants effectuent de nombreux déplacements pour toutes les activités quotidiennes (travail, achats, loisirs, résidence). Les fonctions urbaines étant très dispersées, il est difficile d'offrir un service public de transport efficace pour des questions de rentabilité. Les trajets se font donc en majorité en voiture, ce qui a pour effet de favoriser un peu plus l'éloignement et la dispersion des activités et des logements. Ainsi d'une ville dense, construite de manière continue avec des immeubles de plusieurs appartements, on est passé en un demi-siècle à une zone urbaine étalée, dispersée, hétérogène et fractionnée. La norme devenant la maison individuelle, les entreprises se développent à l'extérieur de la ville, les trajets se font en voiture (Ungern-Sternberg et al., 2003).

### **3- L'étalement urbain**

L'étalement urbain caractérise le phénomène de croissance de l'espace urbanisé de façon peu maîtrisée, produisant un tissu urbain très lâche, de plus en plus éloigné du centre de l'aire urbaine dont il est dépendant. Il se traduit donc par une consommation d'espaces importante et supérieure au niveau désiré par les acteurs publics et compatible avec un développement durable du territoire. On remarque alors que l'étalement urbain se définit de façon relative, par rapport à un pôle dont il dépend. Par ailleurs, il faut noter que si l'étalement urbain résulte de dynamiques essentiellement résidentielles, il se fait aussi par le développement de zones commerciales en dehors des espaces urbanisés (Pulliat, 2007). Pour répondre à ses propres besoins, la ville grandit et par faute de disponibilités foncières dans ses limites, elle s'étale. Par conséquent, la frontière de la ville se trouve continuellement repoussée plus loin (Nicot, 1996).

L'étude de l'étalement urbain dans les agglomérations de taille moyenne représente donc un enjeu important pour comprendre les effets de l'urbanisation sur les processus écologiques. Evaluer et anticiper les impacts de l'étalement urbain, exige un suivi et une analyse fine à partir de méthodes et de données adaptées à la nature du phénomène et à la particularité de chaque cas d'étude. Sa mesure, son suivi dans le temps



et sa modélisation, sont d'un grand intérêt non seulement pour la communauté scientifique mais également pour les collectivités territoriales ainsi que toute personne s'intéressant à la gestion urbaine (Aguejdad, 2009).

#### **4- Les forêts urbaines et périurbaines**

Les forêts urbaines amènent de nombreux bénéfices en terme de durabilité. Elles permettent de réguler le climat urbain et sont porteuses de biodiversité, mais elles constituent aussi des espaces de pratiques sociales et de ressources économiques (Ville durable.org).

Les forêts périurbaines sont des espaces forestiers situés sous l'influence d'un espace urbain distant de moins de 30 kilomètres. Une partie du périmètre de cette forêt peut être au contact des espaces bâtis, sans y être totalement inclus (Lhafi, 2010).

#### **5- Les espaces verts: lieux incontournables en ville**

C'est l'urbaniste Eugène Hénard qui introduisit la notion d'espace vert en 1903 lorsqu'il a souhaité cartographier l'ensemble des parcs et jardins accessibles à Londres et Paris (Certu, 2009). En France, la notion est apparue en 1925 avec JCN Forestier, conservateur des parcs et jardins de Paris.

##### **5-1- Une notion très large**

La notion d'espace vert est assez difficile à appréhender. Elle a beaucoup évolué au fil des années et elle diffère selon les auteurs. Elle a un sens très large, ambigu, qui engendre des glissements sémantiques. Pour donner une première piste de réflexion, on peut s'appuyer sur cette définition: « Sous le terme espace vert, sont regroupés tous les espaces végétalisés, arborés ou non, qui prennent place dans le tissu urbain. Qu'ils soient publics ou privés, ouverts ou fermés aux habitants, les espaces verts ménagent une discontinuité végétale entre les zones bâties et les annexes minéralisées. Ils composent un maillage interstitiel de verdure et ils se définissent par opposition aux espaces construits.»

(Certu, 2009). Dans cette description, on considère les espaces verts par opposition aux bâtis, ils sont donc des éléments propres à l'urbain, excluant le rural.

Espaces verts: jardins ou forêts ?

Actuellement, la difficulté est de savoir ce que l'on considère comme étant des espaces vert : uniquement les parcs et jardins du centre ville ou fait-on également référence aux parcs en périphérie des villes?

En réalité, cette notion s'est longtemps limitée aux squares en centre-ville. La notion même de l'espace vert apparaît avec le développement des agglomérations et au fur et à mesure que l'espace naturel collectif se rétrécit (De Vilmorin, 1976). Les forêts et les bois sont souvent exclus, faisant davantage référence aux « espaces naturels ». En effet, ceux-ci sont assimilés à des paysages sauvages ou moins artificialisés, anthropisés, laissant place à une nature spontanée (Certu, 2009).

Les espaces périurbains dits plus « naturels » comprennent généralement: les plaines de jeux, les bases de plein air et de loisirs, les terrains d'aventure, les équipements sportifs de grande surface, etc. En effet, au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre ville, la fonction d'accueil du public pour les activités de loisirs de plein air et de promenade se développe. Ces espaces périurbains permettent également de créer une transition entre la campagne et la ville. Quant aux espaces verts urbains, ils comprennent les jardins, les squares, les arbres d'alignement, les plantations, les jardinières, les jardins sur dalle, les jardins des ensembles immobiliers, les places plantées, etc.

Ce sont des lieux plus travaillés où l'intervention de l'homme est omniprésente (Muret, 1979). Durant ces cinquante dernières années, ils ont été considérés comme des équipements urbains, oubliant certains de leurs rôles essentiels. En effet, tous ces parcs et jardins ont des points communs, comme le maintien de la biodiversité et la préservation du

patrimoine paysager. Les espaces verts sont donc des « éléments fondateurs de l'identité d'une ville » (Certu, 2009). A ce titre, ils font l'objet de lois afin d'offrir à tous les habitants un petit coin de verdure.

Les lois relatives au milieu urbain, doivent être appliquées dans les collectivités territoriales. Ainsi, « les espaces verts figurent désormais parmi les équipements structurants d'intérêt public » (Certu, 2009). De la même manière, elle introduit le fait que chaque habitant puisse bénéficier de 10m<sup>2</sup> d'espace vert de proximité et de 25m<sup>2</sup> d'espace vert de fin de semaine. Il n'est pas toujours aisé de faire la différence entre un espace vert de proximité ou de fin de semaine. C'est pourquoi pour réussir à décrypter leur vocation, il faut se baser sur des indicateurs.

Aujourd'hui, il existe de nombreux critères afin d'identifier ces différents types d'espaces, un des plus important est celui de la superficie (Certu, 2009):

- Surface <1 ha: square, jardin de proximité.

- Surface > 5 ha: parc urbain, vocation de détente et de promenade: plus grande proportion d'arbres, aménagé simplement, géré de manière extensive.

- Surface > 100 ha: parc périurbain ou forêt : espaces de plus grande authenticité mais leur vocation a évolué au fil du temps avec l'installation d'équipements sportifs.

## 5-2- La multifonctionnalité des espaces verts

Les espaces verts fournissent plusieurs fonctions et parmi ces fonctions, nous citons :

- 1- Des espaces de loisirs verts: espace de promenade et de sensibilisation à l'écosystème forestier au différent visiteurs de la ville et de la forêt.

- 2- Les massifs boisés soutenant un développement économique et social:

- La dimension économique: valorisation de sa gestion, après un temps on peut utiliser le bois de cette formation végétale, dans l'industrie.

- La dimension sociale: l'emploi généré par la gestion de ces sites, pourra faire à la création de postes d'emploi, un investissement pour des chantiers comme par exemple collecte de déchets.

3- Ces sites boisés assurent l'amélioration de la qualité de l'air de la ville et la fixation du sol. La figure 2 illustre la capacité de fixation du sol dans la forêt de Znadia.



**Fig.2.** Photo illustrant la fixation du sol, Znadia (2014)

- 4- Les espaces boisés sont susceptibles d'assurer les transferts d'énergie entre les écosystèmes naturels et urbains et compenser une partie de la pollution urbaine par la fixation de carbone. La végétation est l'élément isolant sonore par excellence.
- 5- Les espaces verts sont aussi des milieux culturels que les différentes institutions éducatives peuvent utiliser pour l'éducation environnementale, la connaissance de la faune et de la flore. La figure n°3 illustre la biodiversité de ces boisements.



**Fig.3.** Photo du patrimoine forestier à Znadia (2014)

En réalité, la notion d'espace vert s'est longtemps limitée aux squares en centre-ville. La notion même de l'espace vert apparaît avec le développement des agglomérations et au fur et à mesure que l'espace naturel collectif se rétrécit (De Vilmorin, 1976). Les forêts et les bois

sont souvent exclus, faisant davantage référence aux « espaces naturels ». En effet, ceux-ci sont assimilés à des paysages sauvages ou moins artificialisés, anthropisés laissant place à une nature spontanée (Certu, 2009).

Les espaces verts doivent répondre à des attentes variées de la part des habitants ; ce qui constitue un enjeu important. D'une part, ils permettent d'offrir aux citoyens un lieu de loisir, de promenade et de détente. « Pour le bonheur, la sauvegarde du monde, il est plus essentiel de le végétaliser que de le minéraliser. Planter est plus urgent que bâtir. L'homme a un besoin vital d'arbres, de plantes et d'herbe que de béton, de pierres ou de bitume » (Saint-Marc, 1971 in De Vilmorin, 1976).

En effet, le phénomène urbain engendre le besoin croissant d'espaces de loisir accessibles à tous. Ils peuvent être un moyen de découvrir la nature et sa préservation ou encore de développer l'odorat, le goût et le toucher comme par exemple dans les jardins botaniques (Bouge, 2009). Ils peuvent être le lieu d'une activité sportive: course, parcours de santé, etc.

D'autre part, ils jouent un rôle essentiel pour la préservation des ressources naturelles et de la biodiversité. Ils sont les lieux de refuge de nombreux mammifères, insectes, espèces végétales, etc. Ils ont un rôle dans la protection des sols en préservant les surfaces d'absorption en ville, ce qui favorise la régulation du régime des eaux et sa régénération naturelle. La végétation accroît la capacité de rétention en eau des sols et favorise la réalimentation des nappes. Ils permettent également de contrôler une urbanisation parfois envahissante (Muret, 1979).

Aujourd'hui, au-delà de leurs fonctions sociales, les espaces verts apparaissent donc comme des refuges pour la biodiversité, qu'elle soit remarquable ou ordinaire. Penser à sa préservation, est donc nécessaire et pour cela de nouveaux enjeux et outils apparaissent, mêlant activités humaines et protection de la nature.

## **6- L'aménagement des forêts périurbaines**

L'aménagement des ressources forestières urbaines ou périurbaines, doit intégrer les objectifs environnementaux et sociaux.

Le plan d'aménagement pour l'accueil du public constitue l'instrument fondamental pour définir la place que doit prendre l'aménagement récréatif. Parmi l'ensemble des objectifs assignés à une forêt, on peut remarquer:

- Offrir un paysage forestier sain et sécuritaire pour les visiteurs de la forêt et de surcroît, répondre à leurs besoins croissants en matière de détente et de loisirs.

- Organiser la protection et garantir la pérennité générale des milieux et des paysages.

- Sensibiliser le public et les générations futures aux problèmes de la protection de l'environnement et de la conservation de la nature.

- Gérer durablement l'espace forestier.

Il est clairement admis, pour les forêts dont nous parlons, qu'elles ont un intérêt public majeur et que leur gestion doit répondre le mieux possible à la demande sociale. Elles sont de très longue date "ouvertes" à la circulation des populations environnantes. Il serait bien difficile aujourd'hui, au plan du droit comme au regard de l'opinion, d'en faire un espace délimité soumis à un droit d'entrée et placé dans une logique marchande. Par ailleurs, elles doivent satisfaire les besoins actuels et futurs, et nous devons dès à présent, modeler ces espaces pour répondre à la demande future.

La compatibilité entre ces diverses fonctions est un jeu permanent d'équilibres complexes et fragiles. Ces relations conflictuelles appellent une gestion dynamique, rapprochée, et spécifique à chaque écosystème. Le vocabulaire reste incertain, mais le principe semble universel et admis de tous. Il prend pour les forêts périurbaines un caractère particulièrement complexe car les demandes sociales y sont fortes et très diverses (Richer, 1999).

En Algérie, l'aménagement des forêts urbaines et périurbaines, n'est qu'à son début, puisque l'étalement urbain des villes a connu des extensions énormes. Les urbanistes reposent beaucoup plus sur le foncier, parmi les conséquences en peut détruire de grandes surfaces forestières pour aménager et favoriser l'extension des bâtis.

#### 6-1- Le citadin

Beaucoup de citoyens de Sétif, et particulièrement les voisins des sites boisés au sein de la ville, fuient les nuisances de la ville et vont se promener ou exercer des activités sportives le long de la vallée de l'Oued Boussellam. Ce site constitue un havre de fraîcheur et de verdure, comme le pourraient être les forêts de Znadia et de Gaoua. Ces sites constitueraient alors des zones attractives pour l'ensemble des citoyens si un minimum d'aménagement était entrepris. (figure 4).





**Fig .4.** La fréquentation des citoyens des sites naturels de la ville de Sétif

En forêt, le citoyen s’attend bien souvent à trouver “sa nature”, image idéale et stable, sa dynamique et son instabilité. (Richer, 1999).

Pour une part des citoyens interrogés, la présence d’individus s’adonnant à la vente et consommation de boissons alcoolisée aux alentours de cette forêt, rend l’endroit malsain et pollué par les déchets qu’ils abandonnent sur place. De même, en allumant des feux de camp à l’aide des amas d’ordures abandonnées; les incendies peuvent se déclencher et anéantir le peu de verdure dont peuvent profiter les habitants de la ville comme le montre la figure suivante (figure 5).



**Fig.5.** Déchets au sein de la forêt de Znadia (2014)

Ces boisements sont soumis également à un surpâturage anarchique. Cette pratique accentue encore plus la dégradation du couvert végétal comme l'illustre la figure n°6.



**Fig.6.** Le pâturage au sein de la forêt de Znadia (2014)

## 6-2- Les scientifiques

La conservation de la biodiversité, dans nos forêts attenantes à des régions fortement peuplées et de vieille civilisation, passe par une gestion adaptée et non par une mise en réserve intégrale généralisée. Cette gestion devra non seulement maintenir des espaces en réserve intégrale, mais aussi renouveler des espaces ouverts, régénérer les mares comblées par la végétation, et remplacer, sous une forme à étudier, l'action des incendies naturels, les effets du pâturage des animaux sauvages ou domestiques, l'absence des grands carnassiers (Richer, 1999).

En Algérie, les scientifiques contribuent énormément à l'étude de ces milieux en question par la valorisation du patrimoine végétal ou animal, la mise en valeur du site pour la classification de ses systèmes

écologiques (réserves de biosphère, zones humides, parcs nationaux, sites Ramsar, ...etc). A l'heure actuelle, les forêts urbaines et périurbaines prennent une place très importante car, l'homme a besoin de la nature, d'où l'importance de l'aménagement des forêts urbaines et périurbaines.

### 6-3- Les peintres

Chez les européens, cette catégorie est présente dans la nature depuis les pré-impressionnistes du milieu du XIXe siècle, les poètes, les amateurs de l'histoire demandent une protection des paysages, des éléments pittoresques ou romantiques, et la conservation des traces de la présence des hommes. Comment faire pour que les rochers et les reliefs ne soient cachés par le couvert des pins et des bouleaux, par des essences dynamiques et pionnières ?

Comment faire pour que les étendues de sable ne soient reconquises par les bruyères, la callune et finalement, la forêt ? Comment faire pour que ces chênes énormes et bas branchus, parce qu'ils ont vécu isolés, ne disparaissent dans un peuplement plus dense, puis ne meurent sans être remplacés et que leur image n'appartienne définitivement qu'au passé ?

En Algérie cette catégorie participe par ces tableaux de la nature seulement, en montrant les beaux paysages de nos forêts.

Le forestier doit donc expliquer qu'une forêt vivante avec ses grands animaux, ses arbres de tous âges et de toutes espèces, se perpétue et s'équilibre par la disparition permanente d'une part des individus qui constituent ses populations. Les exploitations de coupes, les chasses n'ont plus les mêmes motivations même lorsque certaines actions peuvent apparaître comme inchangées dans leurs modalités. C'est l'une des difficultés du discours (Richer, 1999).

Le forestier aménagiste, après avoir été à l'écoute des uns et des autres, des élus, des scientifiques, des promeneurs, des associations, si possible rassemblés dans un comité consultatif réunissant toutes les parties prenantes et toutes les sensibilités, se retrouve devant les pages

blanches de l'aménagement forestier. Comme pour les autres forêts, il dispose d'analyses des stations, de descriptions des peuplements, d'une cartographie biotopique. Les descriptions des paysages, les analyses de fréquentation, prennent dans ces études une place particulière. Une cartographie archéologique est souvent éminemment souhaitable (Richer, 1999).

## **7-Les politiques publics et leurs enjeux dans la construction du paysage**

Dans la plupart des pays européens coexistent aujourd'hui deux conceptions de la notion de paysage, parfois exclusives l'une de l'autre. L'une, esthétique et culturelle, relevant des sciences humaines, souligne la nature et l'évolution des regards portés sur les caractères des territoires issus des interactions entre les hommes et la nature. L'autre est issue des sciences de la nature et de la vie, et notamment des sciences géographiques, environnementales et éco-biologiques donnant à comprendre le fonctionnement et évolution des mosaïques d'écosystèmes. La première, dite culturaliste conduit à dégager les valeurs historiques, esthétiques, symboliques et identitaires d'un paysage (Roger, 1997 ; Schama, 1999) et la seconde, dite fonctionnaliste, ses valeurs économiques, écologiques et sociales (Forman et Godron, 1986 ; Brunet 1992 ; Oueslati, 2011).

En Algérie, la science du paysage n'est qu'à son début, la conception des paysages au niveau des bâtis et des espaces verts tend vers l'architectures des villes, et l'action de l'homme en Algérie, vise beaucoup plus la présence identique des infrastructures au niveau d'une ville, en ne respectant pas la spécificité de la région. Ainsi, on cherche à rendre toutes les villes de notre pays identiques sur le plan architectural.

La convention européenne du paysage a été ouverte à la signature à Florence le 20 Octobre 2000, puis signée par 33 pays. La plupart- sauf, notamment, l'Allemagne, l'Autriche, la Suisse- l'avaient ensuite ratifiée début 2011. Ils se sont ainsi engagés à passer d'une politique de

préservation des lieux d'exception, historiques ou naturels, à une politique d'aménagement et de gestion de la qualité générale de tous les espaces (Donadieu, 2012).

## **8- Utilité de la télédétection spatiale dans les études de l'environnement urbain**

Parmi les informations géographiques disponibles, les données de télédétection occupent une place privilégiée. Ces sources d'information permettent une description exhaustive, objective, reproductible et répétitive de l'espace urbain. De plus, pour les pays en voie de développement, la télédétection spatiale représente souvent la seule source disponible pour gérer les informations géographiques urbaines. L'approche image de télédétection constitue un moyen prometteur pour l'adaptation des informations recherchées aux différents niveaux d'échelle, d'étudier un système hétérogène comme le milieu urbain. La télédétection représente une observation alternative par rapport à celle traditionnelle qui utilise des données de terrain pour les études environnementales. Les possibilités apportées par les images satellitaires nous servent dans notre démarche de construction d'indicateurs spatiaux en milieu urbain.

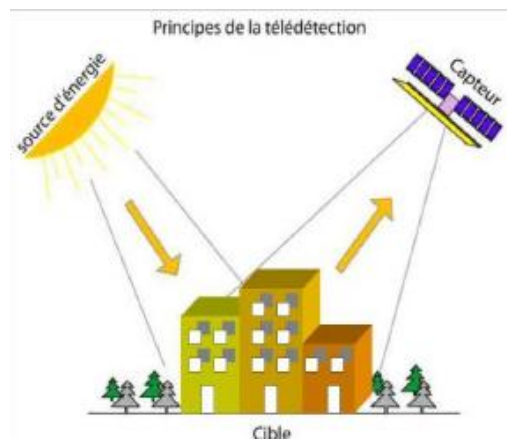
Une brève définition des notions liées à la télédétection spatiale est utile afin de comprendre la nature des informations fournies par les images satellitaires (Kabil, 2010).

### **8-1- Télédétection spatiale: définition et concepts**

La télédétection se définit comme l'ensemble des techniques utilisées pour étudier la surface de la terre en se servant des propriétés du rayonnement électromagnétique émis, réfléchis ou diffusés par les différents objets observés. Bonn et Rochon (1992) indiquent également dans leur définition qu'«elle suppose l'acquisition d'information à distance, sans contact direct avec l'objet détecté ». La télédétection

spatiale a pour objectif d'exploiter les données recueillies par les satellites d'observation de la terre pour extraire des informations variées (physiques, biologiques et humaines).

La figure 7 présente un schéma simplifié des principes de la télédétection entre l'objet détecté ou la cible et le satellite.



**Fig.7.** Schéma simplifié des principes de la télédétection entre le satellite et la cible (Kabil, 2010)

Selon la source de radiation, la télédétection est définie comme étant « passive » si la radiation solaire est utilisée pour la détection des objets sur la terre, et ou « active » quand cela implique l'utilisation de sources artificielles de radiation. Selon les bandes spectrales utilisées pour l'acquisition de données, la télédétection peut aussi être classée, comme l'expliquent Maini et Agrawal (2007), en trois groupes principaux :

- La télédétection optique qui utilise la partie visible et le proche infrarouge du spectre ;
- La télédétection thermique qui emploie la radiation thermique émise dans l'infrarouge ;
- La télédétection micro-onde qui opère dans les longueurs d'ondes de 1cm à 1m et peut être active et passive.

Afin d'utiliser efficacement cette technologie, il est important de connaître les forces et les limites des données de télédétection pour comprendre quels types d'images sont adaptés à nos études. La télédétection possède plusieurs avantages en fournissant :

- une vision synthétique grâce à sa procédure de détection à distance, qui permet d'analyser l'espace avec continuité selon des échelles larges en fonction de la résolution spatiale du capteur ;

- une vision spatialement uniforme dans la mesure où le capteur d'acquisition des données est le même pour tout pixel ;

- une vision répétitive grâce à la périodicité des satellites, qui aide à mesurer l'évolution et le changement des phénomènes étudiés en fonction de la résolution temporelle du capteur ;

- une vision numérique grâce à son processus de transformation des données, qui donne la possibilité d'intégrer ces données dans des traitements plus développés et peut éliminer le biais d'échantillonnage mis en place parfois dans les mesures *in situ*.

## 8-2- Caractéristique des données de la télédétection

Il est utile de savoir quel type de données peut être détecté par la télédétection. Elle peut fournir des informations sur deux sortes d'observations : biophysique et hybride comme le souligne Jensen en 2000.

Le premier type peut être mesuré directement sans avoir à utiliser des données auxiliaires. Par exemple, les capteurs thermiques tels ETM+, ASTER et MODIS, peuvent enregistrer la température apparente d'un objet en mesurant la radiation émise par sa surface. Il est possible également d'estimer la teneur en humidité du sol directement, en

utilisant la télédétection micro-onde (comme les images Radarsat, TM, IKONOS). Ces deux données peuvent être utiles dans des modèles de sciences physiques. Déterminer précisément la location géographique d'un objet en trois dimensions est aussi envisageable avec des photographies aériennes stéréoscopiques ou des images radar interférométriques. D'autres mesures biophysiques concernant la végétation (la concentration en chlorophylle, la biomasse, la teneur en eau du feuillage, etc...) peuvent être extraites également de l'imagerie satellitaire, ainsi que les caractéristiques de l'atmosphère (la vapeur d'eau, la température, la rugosité de la surface, etc...).

Ces types de données peuvent aisément être utilisés dans le cadre des systèmes d'information géographique (SIG).



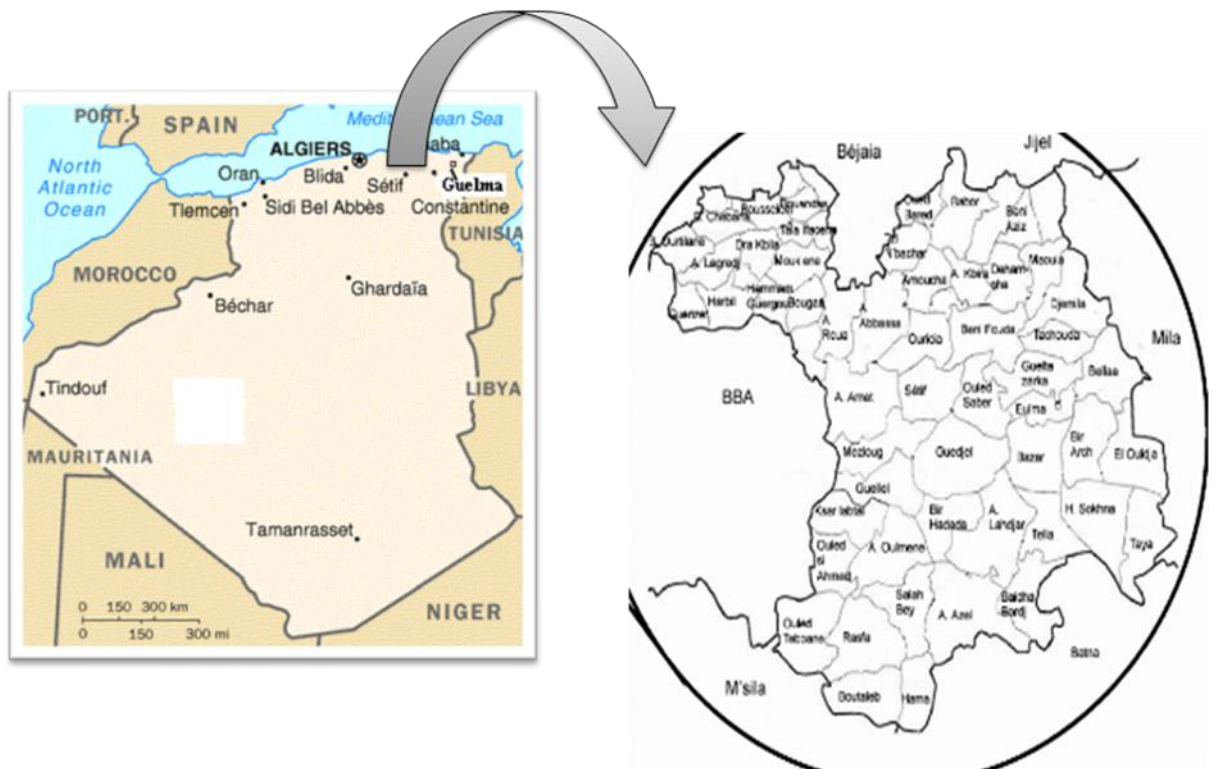
# *CHAPITRE II*

## **PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

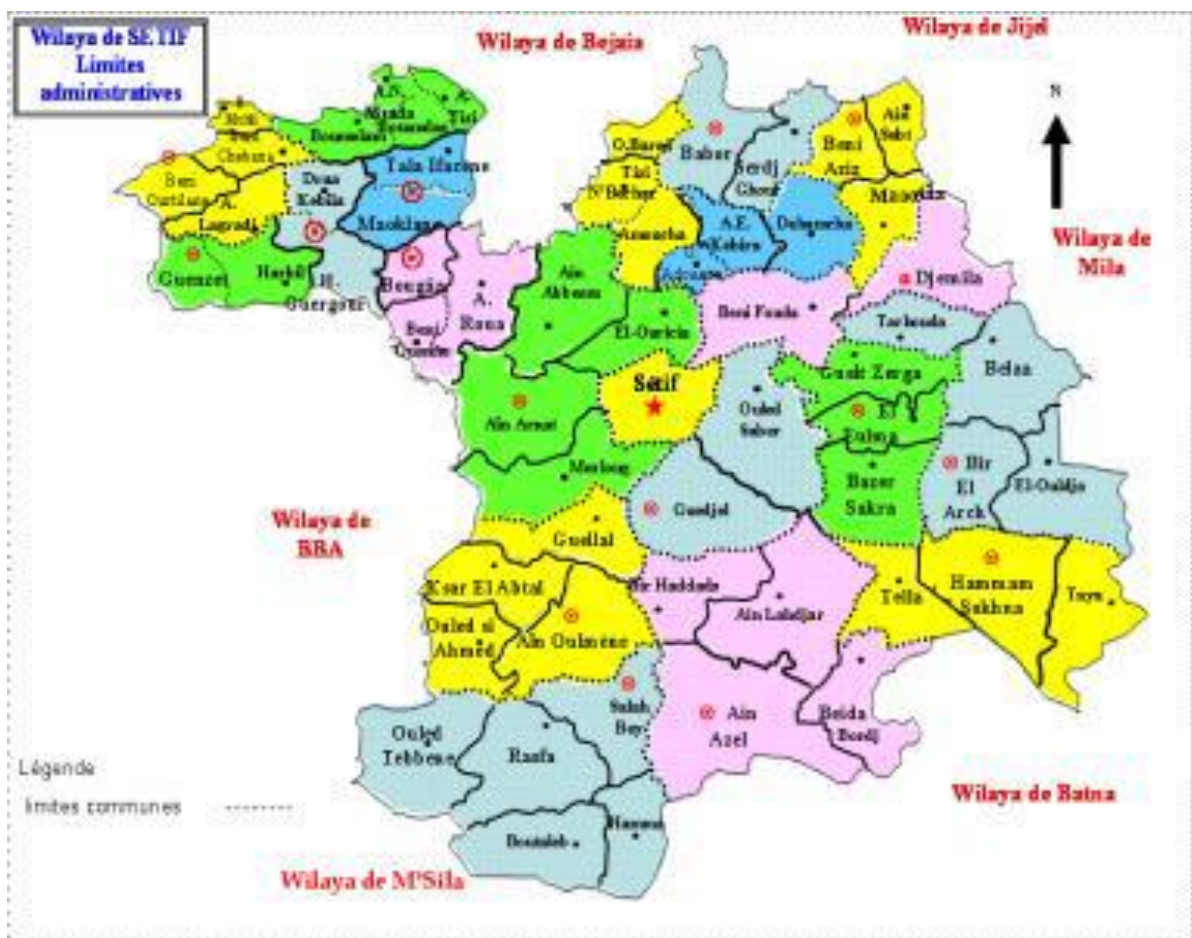
## Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude

### 1- Situation géographique de la wilaya de Sétif

La wilaya de Sétif occupe une superficie de 6504 Km<sup>2</sup>, soit 0,27 % du territoire national. Elle se situe à 300 Km à l'Est de la capitale. Elle est limitée au Nord par les wilaya de Bejaïa et Jijel, au Sud par les wilaya de M'sila et Batna, à l'Est par la wilaya de Mila et à l'Ouest par la wilaya de Borj Bou Arrerij (Figure 8).

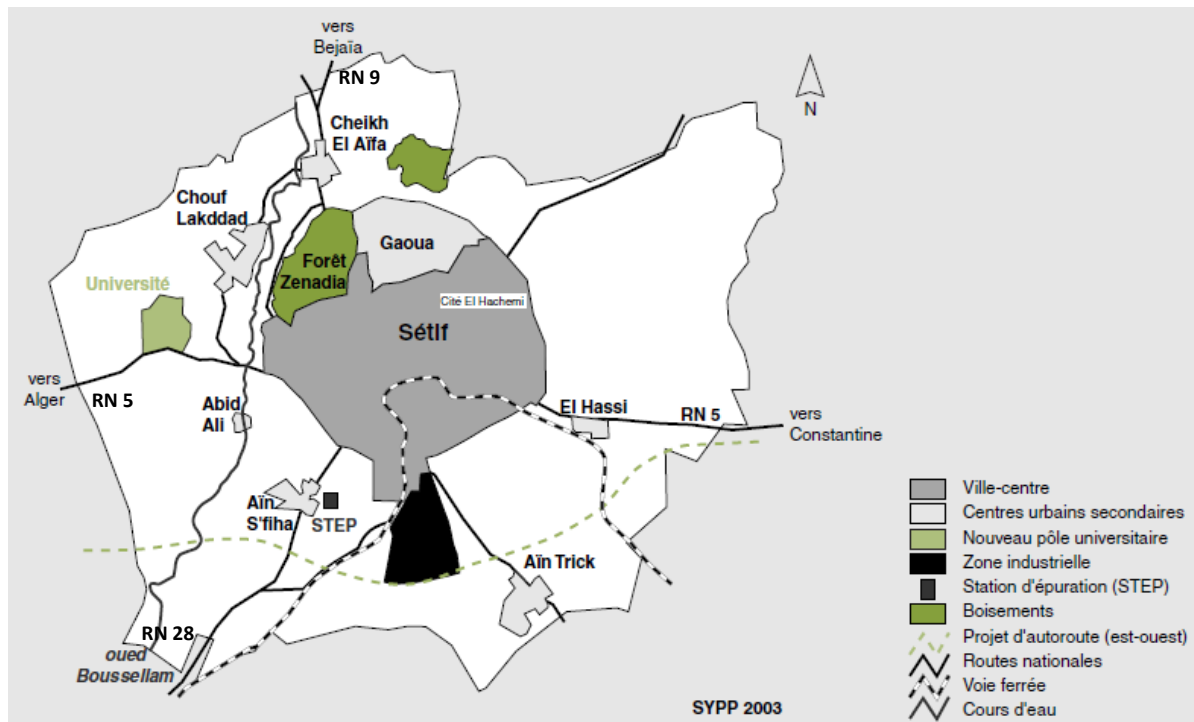


**Fig. 8.** Localisation et limites administratives de la wilaya de Sétif



**Fig.9 .** Carte des limites administratives de la wilaya de Sétif

La ville de Sétif se situe dans la région des Hautes Plaines Telliennes et est traversée par: la route nationale n° 05 (Constantine-Alger), la route nationale n°09 (Bejaïa-Sétif) et la route nationale n°28 (Sétif-M'sila), les limites sont représentées dans la figure n°10.



**Fig.10.** Carte des limites de la ville de Sétif (Boudjenouia et *al.*, 2006)

## 2- L'évolution démographique de la ville de Sétif

La population de la commune évolue à un rythme soutenu notamment au niveau du pôle principal de Sétif et les centres urbains qui le cernent de toutes parts à l'intérieur de la commune. C'est une population de différentes échelles sociales et qui provient de divers horizons, elle est dispersée sur le territoire communal avec une concentration plus prononcée au chef-lieu qui conquiert de nouveaux terrains ou englobe d'anciens centres de par son extension tous azimuts.

La commune comptait 286715 habitants en 2006, dont 260910 pour le chef-lieu. Ce chiffre se traduit par un pourcentage de concentration (91%) due à une augmentation annuelle moyenne d'environ 5000 habitants par an depuis l'indépendance. En 2008 le dernier recensement a donné un chiffre de 300000 habitants de la commune de Sétif (Limani, 2008).

Plus de 90% de la population représentent les résidents au chef-lieu de la commune, laquelle a connu des extensions importantes au cours des cinquante dernières années.

Les cités satellites connaissent le même phénomène d'accroissement de la population, qui s'élève à plus de 10.000 habitants dans certain cas.

La plupart de ces cités sont incluses dans le secteur urbanisé de la commune par le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) de 1997 mis à part l'agglomération d'Abis Ali dont la création est récente.

Les villages de l'espace rural se sont presque totalement vidés au profit du pôle centre et des cités satellites, alors que leur population représentait plus de 4% de la population totale en 1987. Cette migration de voisinage est essentiellement due à la recherche par ces villageois d'une plus grande sécurité en ville durant la période du terrorisme des années 1990 (Boudjenouia et al., 2006).

Une des définitions des cités satellites chez les urbanistes, stipule: une cité satellite est une concentration de différents habitats. Ces cités se caractérisent par leur proximité du centre des villes. Une autre approche qui détermine les cités satellites est: une agglomération ou une concentration d'habitants éloignée du centre-ville de quelque kilomètres, et dépendent administrativement au chef-lieu où à la ville (la commune).

### **3- La géologie**

Le substrat géologique est constitué essentiellement par des alluvions quaternaires le long de l'Oued Bou Sellam et de part et d'autre, par des alluvions quaternaires indéterminées. Dans la partie Sud, c'est le Moi-Pliocène continental composé de sables, graviers, limons, argiles et calcaires lacustre rougeâtres. Dans la partie Est, appelée communément Znadia, se trouve l'Yprésien-Lutétien inférieur composé de calcaires bitumineux blancs à cassure noire et

silex noir, avec une petite partie à l'Ouest du Znadia, formé de Maestrichtien supérieur à Paléocène composées de marnes noires indifférenciées parfois à boules jaunes (Limani, 2008).

Le substrat des boisements de Znadia et Gaoua, est constitué de calcaires bitumeux blancs à cassure noire, silex noir et de marnes noires avec une petite partie à l'Ouest de la zone d'étude formée de Maestrichtien supérieur à Paléocène composées de marnes noires indifférenciées parfois à boules jaunes (figure 11).

## Extrait de la carte géologique de Zenadia et Gaoua

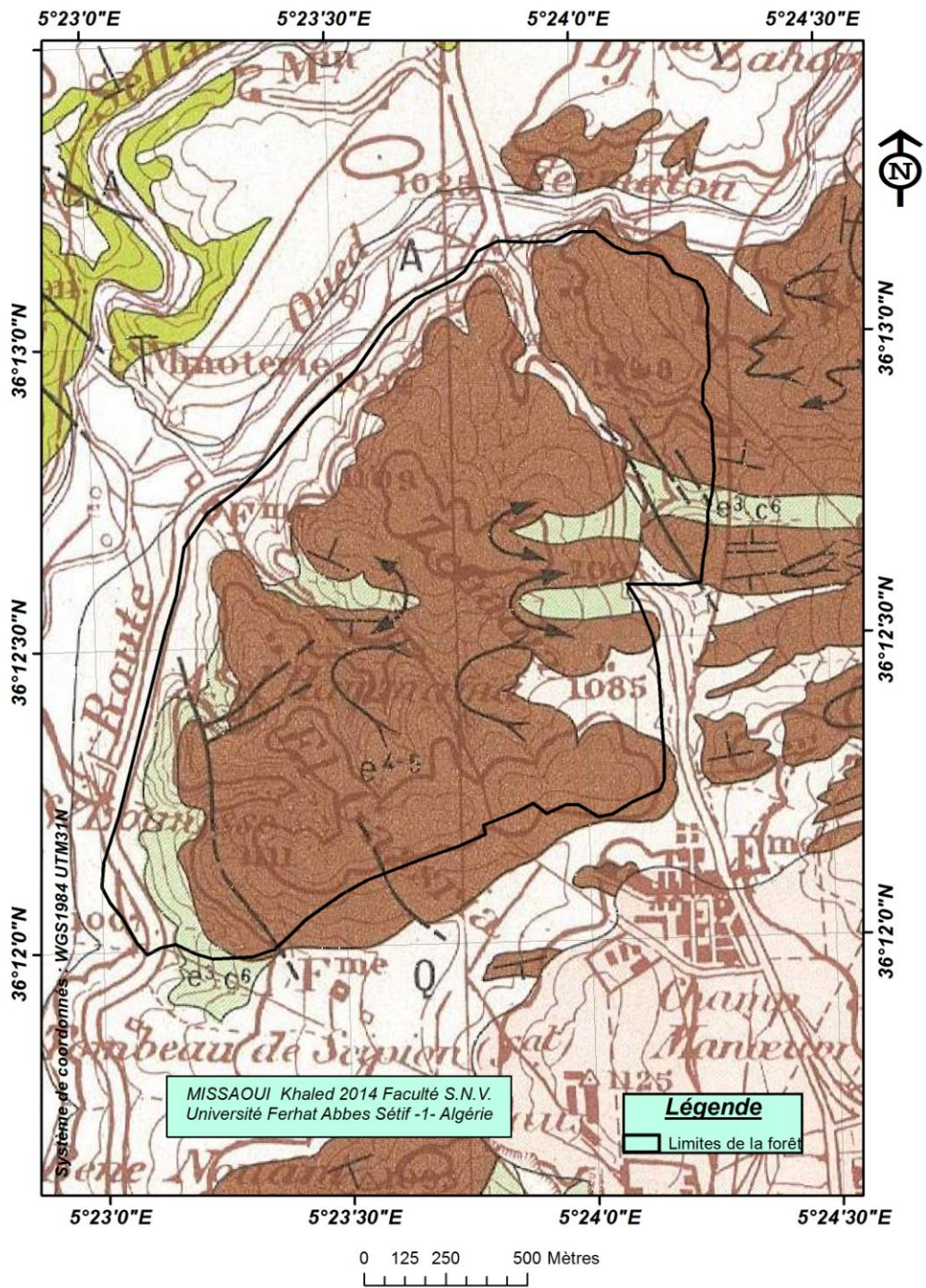


Fig.11. Extrait de la carte géologique de Sétif

#### **4- Hydrographie**

Les cours d'eau de la région de Sétif sont généralement réguliers. Les lits sont secs en été et parcourus par des crues violentes et fréquentes pendant la saison pluviale (Gharbi, 1999). Ces Oueds sont dans leur majorité, secs en été à l'exception de l'Oued Bousselem dont le débit moyen annuel est de **10.6 million de m<sup>3</sup>/s** (Gassas et Khalfi, 1995). Son débit mensuel moyen varie d'une saison à l'autre, le maximum est atteint au mois de février avec **56 m<sup>3</sup>/s** et le minimum au mois d'Aout avec **1.1 m<sup>3</sup>/s** (valeur concernant l'année (1972-1973) mais, augmenté par des effluents urbains ascendants. Il demeure l'oued le plus touché par la pollution par la pollution dans la région.

Dans ce contexte enregistre des ruissellements importants sur les ravinements situés sur les versants Est et Ouest, ces ruissellements sont atténués par la végétation et aussi par les différentes corrections torrentielles au sein de la forêt de Znadia.

#### **5- Description des boisements Znadia et Gaoua**

##### **5-1- Historique de la zone d'étude**

Les sites de Znadia et Gaoua sont des boisements périurbains constitués par des reboisements effectués entre 1965 et 1970, dans le cadre des Chantiers Populaires de Reboisements (C.P.R.) et des campagnes de volontariat.

Les CPR avaient pour objectif la fixation des sols et la restauration de la couverture forestière sévèrement détériorée durant la guerre de libération d'une part, et fournir à la population un emploi souvent rémunéré en nature d'autre part.

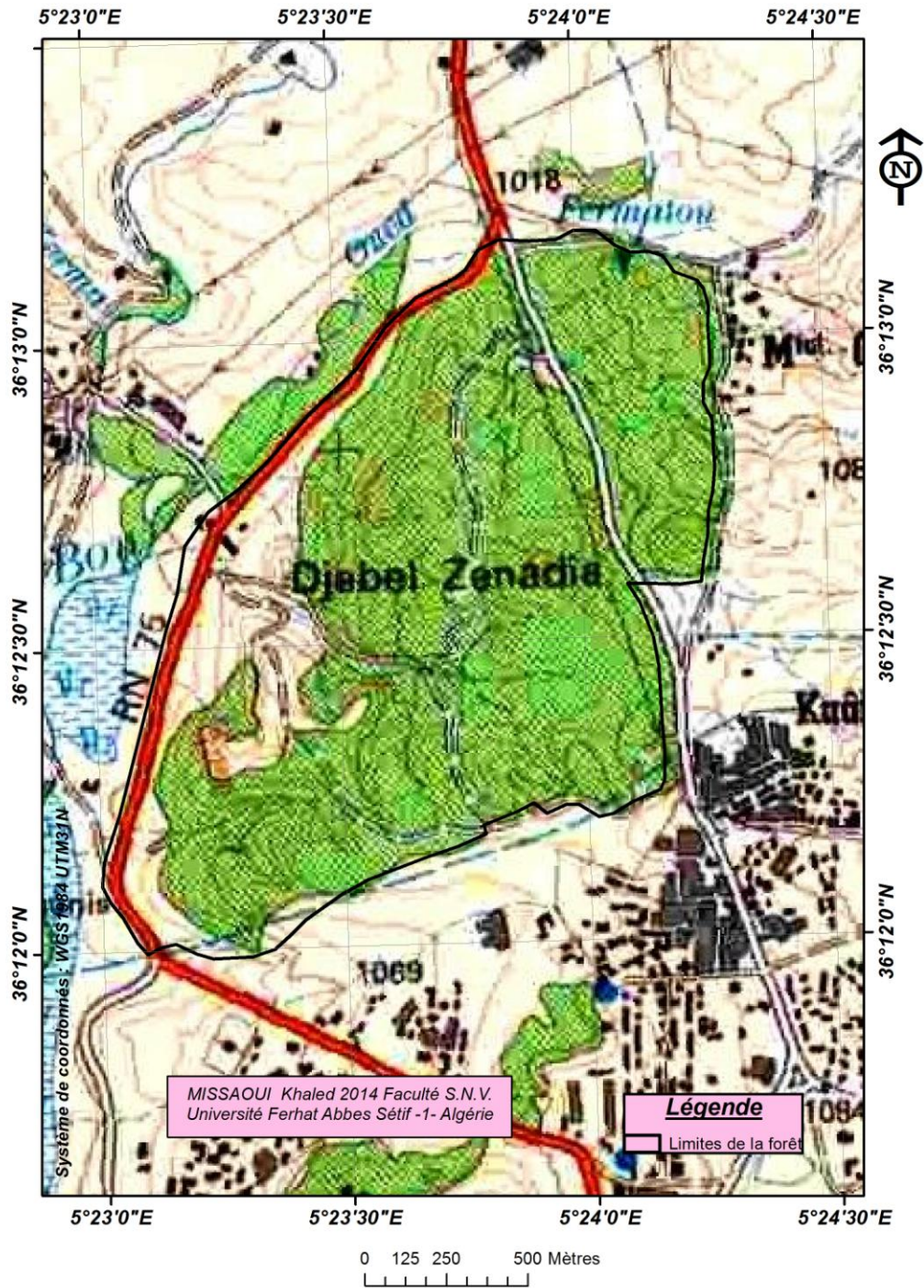
##### **5-2- Localisation de la zone d'étude**

Le reboisement de Znadia couvre une superficie de 196ha 36ar 03ca. Il s'étale approximativement entre les longitudes 5°22'44.10'' à 5°23'50.61'' Est et les latitudes 36°11'30.66'' à 36°12'37.80'' Nord.

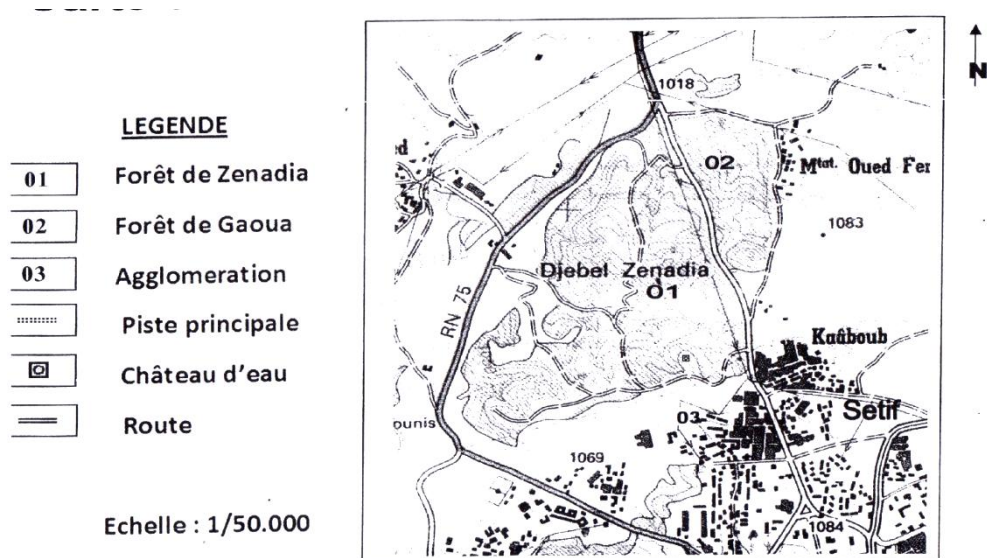


Le reboisement de Gaoua couvre une superficie de 42ha 20ar. Il s'étale approximativement entre les longitudes  $5^{\circ}23'30.31''$  à  $5^{\circ}23'56.36''$  Est et les latitudes  $36^{\circ}12'5.25''$  à  $36^{\circ}12'37.47''$  Nord (figure 12).

## Extrait de la carte topographique de Zenadia et Gaoua



**Fig.12.** Localisation de la forêt de Znadia et Gaoua sur un fond topographique de la wilaya de Sétif



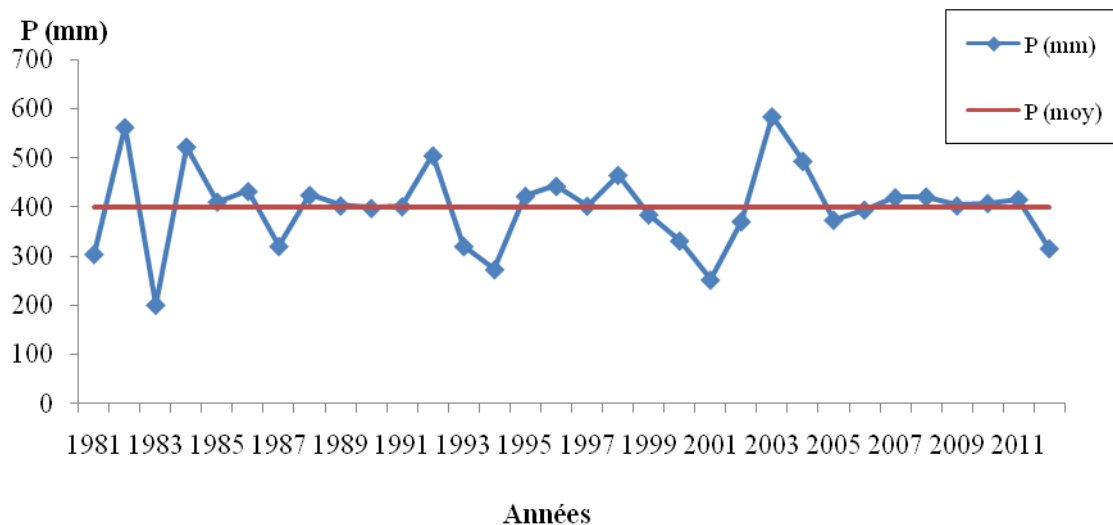
**Fig. 13.** Carte de situation des boisements Znadia, Gaoua

## 6- Le climat

Les données climatiques proviennent de l'ONM (Office National de Météorologie, station de Ain Sfiha, Sétif). Ces données couvrent la période 1981-2012

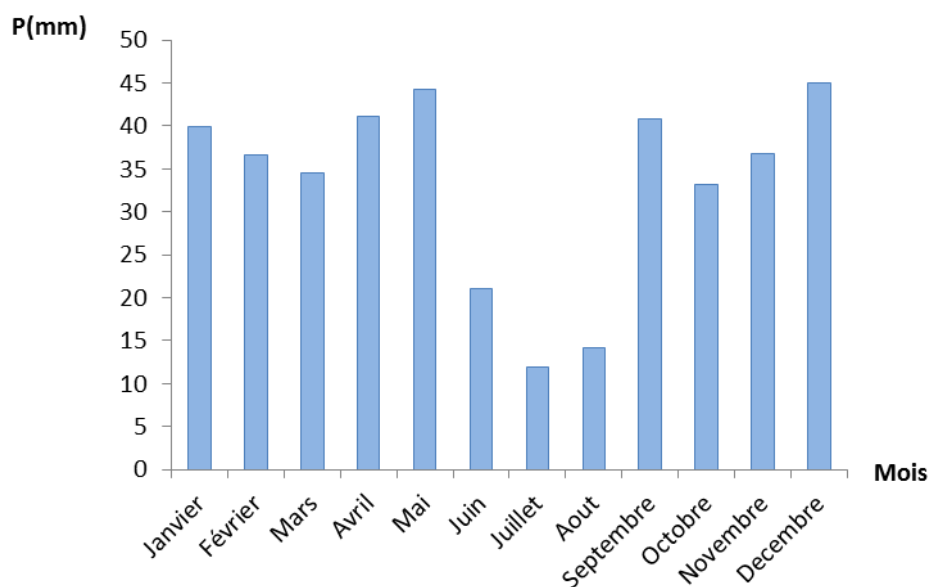
### 6-1- Variations annuelles et mensuelles des précipitations

D'une année à l'autre, le total des précipitations varie considérablement. Pour l'ensemble de la série, ce total a dépassé 500 mm durant quatre années seulement: 1982, 1984, 1992, 2003, avec respectivement 563,2 ; 523,1 ; 505,2 et 584,9 mm. Par contre, pour les années 1983, 1994 et 2001, ce total n'a pas excédé 300 mm, avec respectivement 200,1 ; 273,6 et 251,3 mm. L'écart d'une année à l'autre peut être très important : 1982 a enregistré 563,2mm, 1983 seulement 200,1 et 1984 523,1 mm (figure14).



**Fig. 14.** Variation de la pluviométrie annuelle de la station de Sétif

La variation moyenne mensuelle de la pluviométrie diffère d'un mois à l'autre. La moyenne la plus élevée est enregistrée durant les mois de Décembre et Mai, avec respectivement 44,95 et 44,20mm. Par contre, les valeurs les plus faibles sont observées durant les mois de Juillet et Aout avec respectivement 11,95 et 14,12 mm (figure 15).



**Fig. 15.** Variation de la pluviométrie mensuelle de la station de Sétif

Ces observations sont confirmées par l'indice de Nicholson.

#### 6-1-1- Calcul de l'indice pluviométrique IP (méthode des indices de Nicholson)

L'indice de Nicholson apparaît comme une variable centrée réduite. Cette méthode permet de suivre les fluctuations des régimes pluviométrique et hydrologique d'une région donnée.

Pour le calcul de l'indice pluviométrique pour chaque année, Nicholson a utilisé la formule suivante :

$$I_i = (X_i - \bar{X}) / \sigma$$

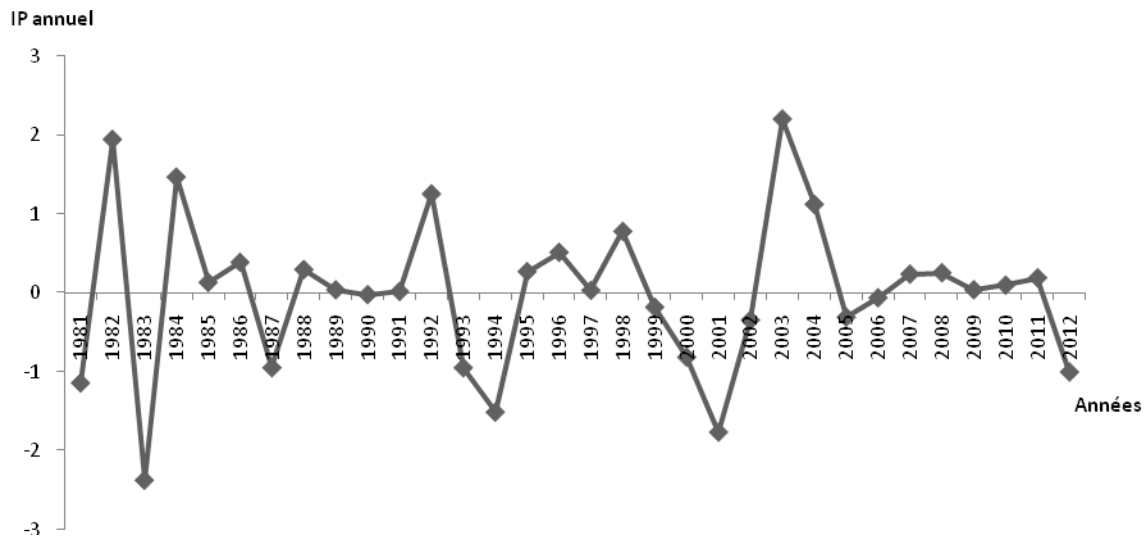
Avec  $X_i$  : Hauteur de pluie en mm de l'année  $i$ ,

$\bar{X}$  : Hauteur de pluie en mm moyenne de la période d'étude,

$\sigma$  : écart-type de la hauteur de pluie de la période d'étude.

Pour diagnostiquer si une année est pluvieuse ou sèche dans une région donnée, l'indice IP est utilisé. Plusieurs points d'ordre méthodologique méritent d'être clarifiés. Pour prétendre caractériser de manière pertinente la saison des pluies à travers cet indice, la valeur négative ou positive calculée de l'indice IP, ne signifie pas que la zone connaît une période humide ou sèche. (Abdou, 2008).

L'analyse de l'indice pluviométrique annuel durant la période 1981-2012, nous donne une idée de la variation inter annuelle des pluies, à Sétif. L'année 1983 est la plus sèche, alors que l'année la plus humide est enregistrée en 2003 (figure 16).

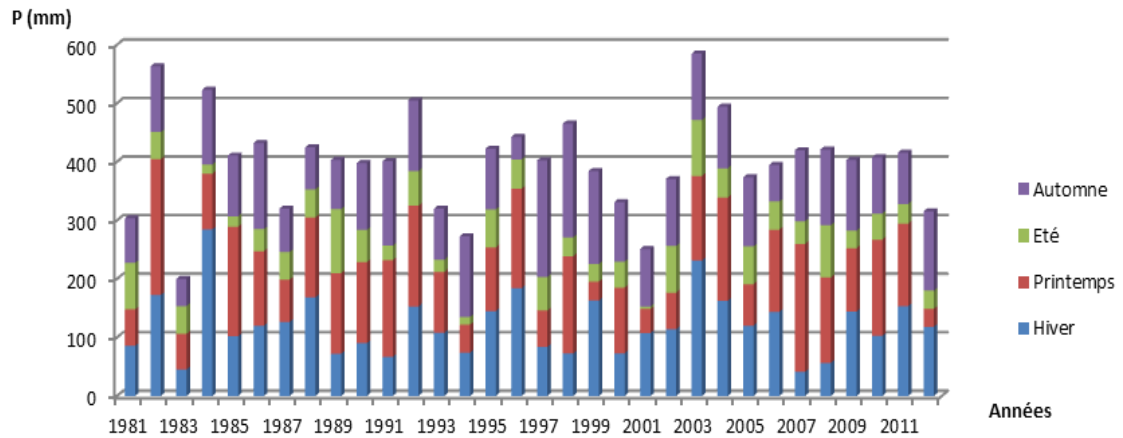


**Fig.16.** L'indice pluviométrique annuel

#### 6-1-2- Le régime saisonnier

Pour mieux saisir le régime pluviométrique saisonnier, nous avons adopté la méthode qui consiste à « diviser l'année en quatre trimestres astronomiques, de sorte que les mois initiaux de chaque trimestre contiennent soit un solstice soit une équinoxe » (Halimi, 1980). L'hiver a été défini comme la période de Décembre, Janvier et Février (DJF) ; le printemps intègre les mois de Mars à Mai (MAM) ; l'été les mois de Juin à Août (JJA) et l'automne la période de Septembre à Novembre (SON).

Le régime saisonnier diffère d'une année à l'autre, le régime saisonnier est de type HPAE (figure 17).

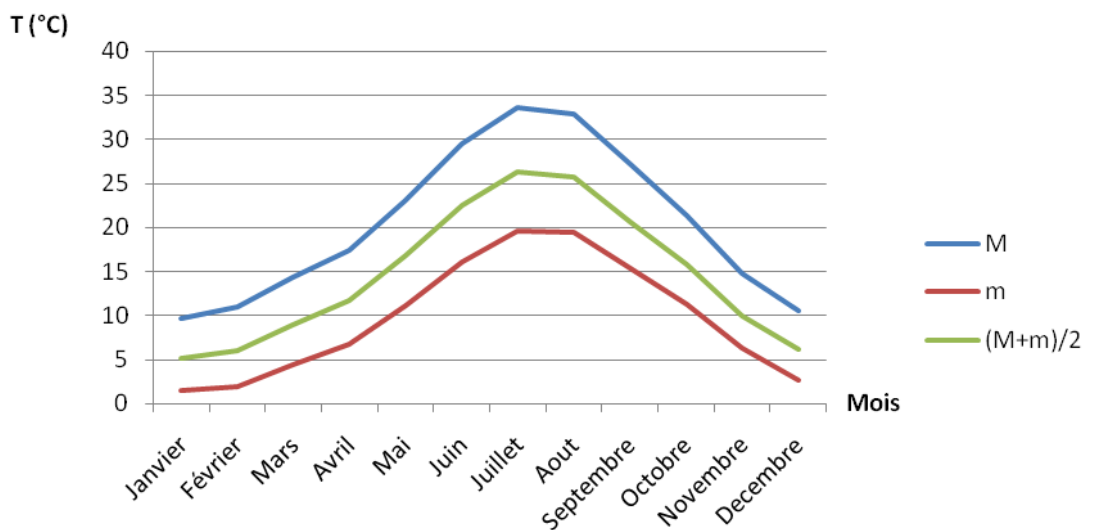


**Fig.17.** Régime saisonnier des précipitations de la station de Sétif

## 6-2- La température

### 6-2-1- Les moyennes mensuelles des températures

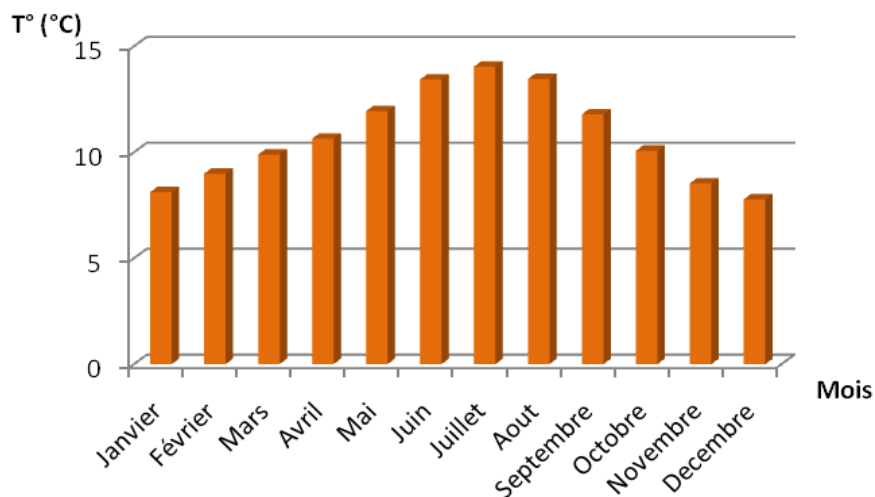
Les moyennes mensuelles des températures les plus basses s’observent durant le mois de Janvier dont la moyenne est de 5.21°C. La température la plus élevée se manifeste durant les mois du Juillet et d’Août. Les valeurs moyennes sont respectivement de 26.58°C pour le premier et de 26.21°C pour la deuxième (figure 18).



**Fig.18.** Variation moyenne mensuelle maximal et minimal des températures

### 6-2-2 L'amplitude thermique

L'amplitude thermique de notre zone d'investigation, pendant la période 1981-2012 est importante. On constate qu'en été, elle varie de 14°C à 13°C. Elle est également très importante en hiver, avec des variations de 7°C à 8°C (figure 19).



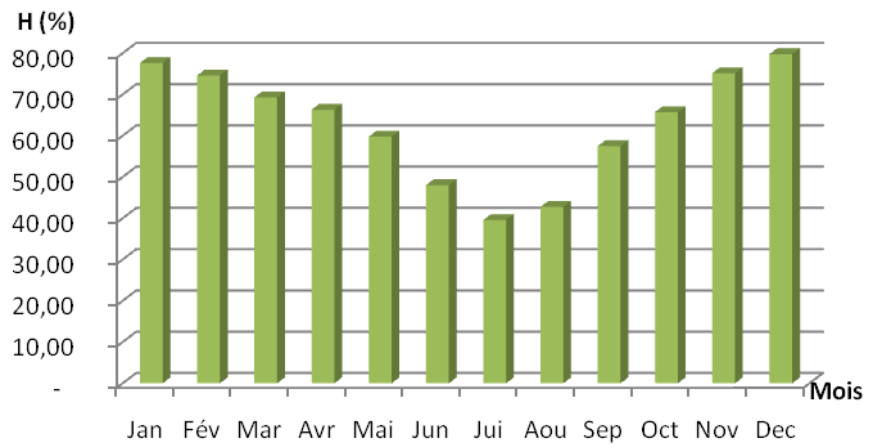
**Fig. 19.** L'amplitude thermique

### 6-3- L'humidité

L'humidité relative de l'[air](#) (H% ou degré d'hygrométrie), couramment notée  $\phi$ , correspond au rapport de la [pression partielle](#) de [vapeur d'eau](#) contenue dans l'air sur la [pression de vapeur saturante](#) (ou tension de vapeur) à la même température et pression (GFDL, 2009).

L'humidité relative de l'air atteint son maximum dans le mois de Décembre (79.78%), alors que le minimum est observé durant le mois de Juillet (9.57%) comme le montre la figure suivante (figure 20).





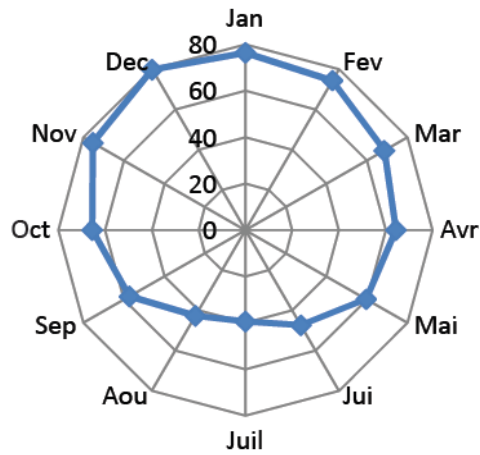
**Fig. 20.** Variation moyenne mensuelle de l'humidité relative

L'humidité relative constitue par ses écarts brutaux, l'un des caractères climatiques les plus importants des montagnes de l'Afrique du Nord (Quezel,1980). Elle a une grande importance pour la végétation forestière, réduisant l'évaporation de l'eau du sol et l'intensité de la transpiration des végétaux. Elle permet donc la conservation de l'eau dans le sol et son utilisation par la plante.

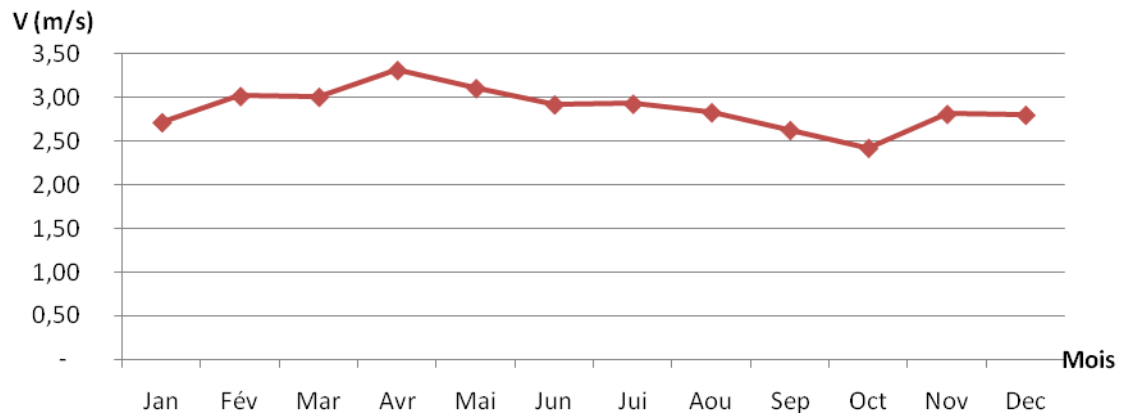
#### 6-4- Les vents

Les vents dans la wilaya de Sétif, soufflent surtout du Nord en hiver (vents humides). En Hiver et en Automne, les vents du secteur Nord-Ouest apportent le plus gros des précipitations de l'année. En été, c'est le sirocco (vent sec et chaud) qui remonte du Sud et augmente la température dans la région Sud de la wilaya surtout. Une représentation graphique expliquant la direction et la vitesse des vents fréquentant notre région: la rose des vents période 1981-2012 (figure 21, 22).

Le vent agit sur la végétation par l'action du dessèchement qui accélère le phénomène de la transpiration. Le sirocco en été, augmentent le risque d'incendies.



**Fig. 21.** La rose des vents



**Fig. 22.** Variation moyenne mensuelle de la vitesse des vents

### 6-5- Les gelées

Selon les minima atteints, les gels destructifs peuvent atteindre ou non les pointes avancées de la végétation forestière. Les observations disponibles pour la station de Sétif, révèlent que les gelées sont assez fréquentes et peuvent durer jusqu'à 5 mois à Sétif, allant du mois

d'Octobre jusqu'au mois de Février, avec certains jours où l'intensité de la gelée persiste pratiquement toute la journée.

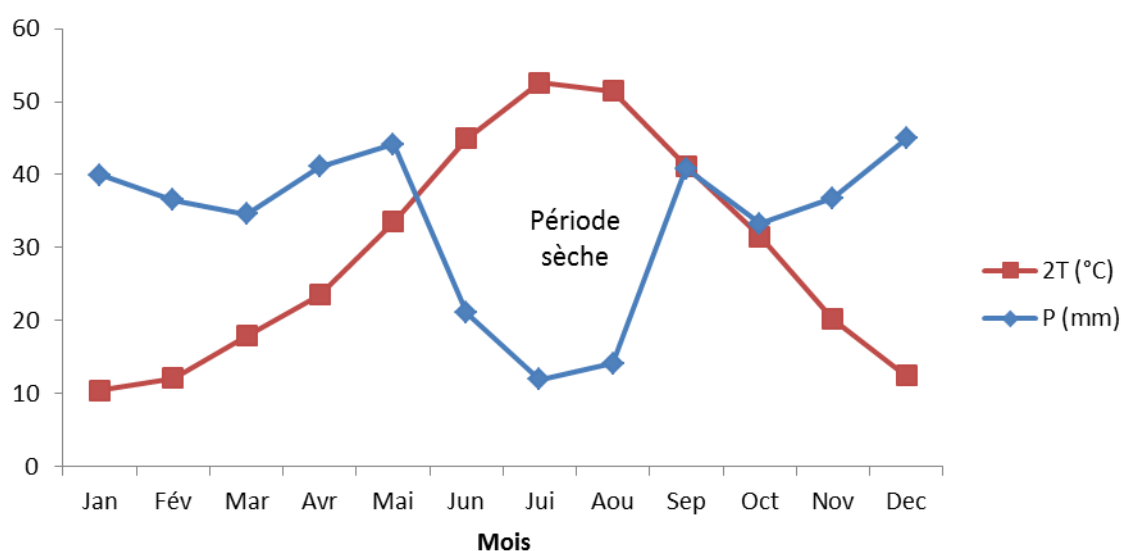
#### 6-6- Synthèse climatique

Notre région d'étude se situe au Nord-Est algérien appartenant au bassin méditerranéen. Selon Quezel (1978), cette région appartient au domaine méditerranéen appelé aussi domaine méditerranéen africain.

##### 6-6-1- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1957)

Bagnouls et Gausson définissent un mois biologiquement sec, comme une période durant laquelle la quantité de pluie est inférieure ou égale au double des températures enregistrées, d'où la relation :  $P \leq 2T$ .

La figure n° 23 nous donne une idée de la saison sèche qui s'étend de la fin Mai à presque fin Septembre ; alors que la saison humide s'étend du mois d'Octobre jusqu'à la première quinzaine du mois de Mai.



**Fig. 23.** Diagramme ombrothermique

##### 6-6-2- Le climagramme d'Emberger

Le calcul du quotient pluviothermique «  $Q_2$  » d'Emberger est nécessaire pour déterminer l'étage bioclimatique de chaque région. Pour cela nous prenons en considération les paramètres ci-dessous :

**P** : Précipitation annuelles en mm ;

**M** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en degré de Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ) ;

**m** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en degré de Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ).

La formule utilisée pour le calcul, est la suivante:

$$Q_2 = 2000 P / (M^2 - m^2)$$

On a trouvé que  $Q_2$  est égal à **42.87** avec  $m = 1.56^{\circ}\text{C}$ .

Selon le climagramme pluviothermique d'Emberger, la station de Ain Sfiha est située dans le bioclimat semi-aride frais.

#### 6-6-3- L'indice d'aridité de Demartonne

Cet indice caractérise l'aridité du climat d'une région donnée. Il s'exprime comme suit :

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

**P** : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

**T** : Température moyenne annuelle en ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$$I = 399.32 / (15.08 + 10) = \mathbf{15.92}$$

Pour :

$20 < I < 30$  : Climat tempéré

$10 < I < 20$  : Climat semi-aride

$7.5 < I < 10$  : Climat steppique

$5 < I < 7.5$  : Climat désertique

$I < 5$  : Climat hyper-aride

La valeur trouvée de l'indice d'aridité (données de la station de Ain Sfiha, Wilaya de Sétif) se traduit par un climat semi-aride de la région.

#### 6-6-4-L'indice Xérothermique d'Emberger

Comme le  $Q_2$  ne tient pas compte de la xéricité, Emberger (1941), a caractérisé l'intensité de la sécheresse estivale par l'indice (S) :

$$S = PE / M$$

où le PE représente la somme des précipitations moyennes estivales et M la moyenne des températures du mois le plus chaud.

Le climat ne peut être considéré comme méditerranéen du point de vue phytogéographique que si  $S < 7$ .

Pour notre zone, l'indice xérothermique est le suivant :

$$S = 75.565 / 33.6 = 2.51$$

La valeur trouvée de l'indice xérothermique S, indique que le climat de la wilaya de Sétif est typiquement méditerranéen.

#### conclusion

Le climat de notre zone d'étude est de type méditerranéen continental semi-aride, caractérisé par deux saisons:- l'une hivernale pluvieuse et fraîche, l'autre estivale sèche et chaude (Daget, 1977).

Les caractéristiques descriptives de ce climat tiennent compte de deux paramètres essentiels : la température et les précipitations. Nos résultats indiquent une grande variabilité interannuelle et inter

saisonnaire des précipitations. Le maximum est enregistré pendant le mois de Décembre, par contre le minimum est enregistré pendant le mois de Juillet. En ce qui concerne les températures, elles sont élevées au cours de la saison estivale, particulièrement les mois d' Août et Juillet, et les températures sont basses pendant l'Hiver, notamment les mois de Janvier et Décembre.

## 7- Flore et végétation

Dans chaque pays, le climat façonne la végétation à son image et à chaque type de climat méditerranéen correspond un étage de végétation du même nom qui est l'expression vivante et se superpose exactement à lui (Boudy, 1952).

La forêt de Znadia et Gaoua sont des boisements mono-spécifiques (Pin d'Alep), sous forme des banquettes, âgés d'environ 47 ans. Les pieds sont d'une hauteur comprise entre 8 et 12m. Cette forêt est relativement dense, la strate arborescente est dominée par le Pin d'Alep avec quelques espèces (Tableau 1). Les strates arbustive et herbacée sont presque absentes, sauf en quelques sites dégradés, en raison du caractère acide des débris de Pin d'Alep.

**Tableau 1** : Liste des espèces arborescentes de Znadia

Genre	espèce	Nom commune	Observation
<i>Pinus</i>	<i>halepensis</i>	Pin d'Alep	Essence principale, arbres
<i>Cupressus</i>	<i>sempervirensarizonica</i>	-Cyprès toujours vert. - Cyprès d'Arizonica.	-Essence secondaire, en mélange avec le cyprès vert.
<i>Populus</i>	<i>alba</i>	Peuplier blanc	-Bien développé, quelque pied près de l'entrée Ouest.
<i>Populus</i>	<i>nigra</i>	Peuplier noir	pieds près de l'entrée Ouest.
<i>Fraxinus</i>	<i>oxyphylla</i>	Frêne oxyphylle	-Etalé sur le long de la route N°75.
<i>Quercus</i>	<i>rotundifolia</i>	Chêne vert	-Des plantations dans la parcelle incendiée
<i>Robinia</i>	<i>pseudoacacia</i>	Robinier	-Encore en forme d'arbuste dans la parcelle incendiée

<i>Cedrus</i>	<i>atlantica</i>	Le cèdre de l'atlas	On note la présence de quelque pied environ 4 sujets.
---------------	------------------	---------------------	---

La strate herbacée est bien développée dans les rives des routes, ainsi que dans les espaces dégagés. Par contre, cette strate est peu présente sous le bois dans la forêt, où la litière du pin d'Alep recouvre entièrement le sol. Là, on note la présence des espèces de la famille des poacées et des ombellifères dans des stations dégagées.

# CHAPITRE III

## **MATERIELS ET METHODES**



### **Chapitre 3 : Matériels et méthodes**

L'objectif de ce chapitre est de mettre en application l'indice de la végétation normalisé dans le contexte de la ville de Sétif notamment les boisements urbains entre la période 1986 et 2013. Ces indices décrivent des informations spatialisées par rapport à l'occupation du sol. L'évolution de cette relation décrit un état de ces boisements de la ville pour chaque période.

Ce chapitre comprend le matériel utilisé ainsi que la méthodologie adoptée pour la réalisation des différentes cartes des boisements de la ville.

#### **1-Matériel**

Nous disposons pour ce travail des documents suivants :

##### 1-1- Cartes

- Une carte topographique de Sétif (échelle : 1/50 000); feuille Nj-31-VI-7-EST, Edition N°1 visa N°159. RI 2810 INC 1991.
- Carte des sols d'Algérie (échelle : 1/500 000) ; feuille N.J.31-SE. Publiée par le service géographique de l'Armée en 1927 complété en 1949.

##### 1-2- Images satellites

- trois images multibandes Landsat : TM (1986), ETM+ (2001) et ETM+ (2012) avec une résolution de 15 m.
- Images satellites Spot5 (Octobre 2002, Juin 2013) avec une résolution de 2.5 m.
- Image satellite de Google Earth du 08 juin 2011 de Sétif.

## **2- La méthodologie**

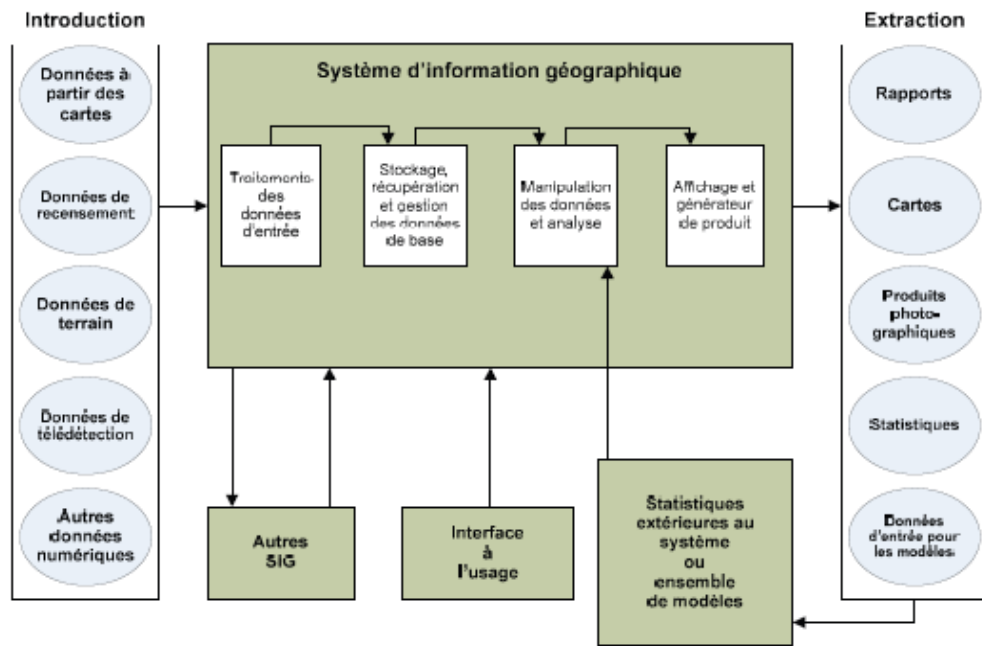
La méthodologie se base sur l'étude de la télédétection et le SIG comme outil d'analyse en milieu urbain. L'objectif est de montrer l'intérêt des images satellitaires, en particulier les images multispectrales de l'occupation des sols en ville et l'état de la végétation préexistante et actuelle. Aussi, l'apport du MNT est important, notamment sur l'altimétrie. Une étude du tapis végétal réalisée pour avoir une idée du recouvrement et la formation végétale monospécifique du pin d'Alep. Enfin, on émet la proposition d'un plan d'aménagement sur un fond numérique.

Des entretiens ont été faits durant les années 2012 et 2013 auprès des différents gestionnaires de la ville de Sétif, notamment la Conservation des forêts et les Services techniques de la commune, et un entretien avec la direction des Services agricoles. Ces entretiens ont servi à obtenir des informations sur les boisements de Znadia et Gaoua, avec l'intention de procéder à l'aménagement de Znadia pour une vie citoyenne.

### **2-1-Les techniques utilisées**

#### **2-1-1- Système d'information géographique (SIG) et la télédétection**

L'utilisation des SIG est devenue une pratique très courante chez les géographes ainsi que les aménagistes grâce aux fonctionnalités d'intégration, de structuration, de gestion et d'analyse des données spatialisées caractérisant le territoire. Croiser des informations géographiques à différentes échelles, présente une progression importante par rapport aux procédures cartographiques traditionnelles.



**Fig. 24.** Composition d'un SIG (Hessas, 2005)

L'association entre les données de télédétection et le SIG ne date pas d'hier. Comme le témoigne Mesev (1997), pendant les années 1970 et 1980, plusieurs travaux ont examiné les bénéfices du lien entre la télédétection (technologie de collectes des données) et le SIG (technologies des manipulations des données). Les données de télédétection peuvent être intégrées dans le SIG, soit comme des données classées ou en tant que données images. Cette intégration permet de les associer à d'autres types de données géographiques comme les réseaux de communication ou des données de mesures.

L'extraction de l'information à partir de données spatialisées, conduit à une flexibilité d'analyse ainsi qu'une compréhension optimale de l'ensemble (Maini et Agrawal, 2007). De plus, l'utilisation des données de télédétection dans les SIG, facilite l'application d'inventaires plus étendus ainsi que la mise à jour plus rapide des bases de données géographiques. De nombreux travaux ont également présenté les applications de ces deux technologies dans des études d'analyse urbaine en explorant les possibilités

d'améliorer cette intégration (Davis et *al.*, 1991 ; Ehlers et *al.*, 1989 ; Gao, 2002 ; Mesev, 1997).

## 2-1-2- Quelques concepts de base en «mode image» et «mode objets»

Il est nécessaire de connaître les modes d'acquisition et les différentes techniques de représentation des objets.

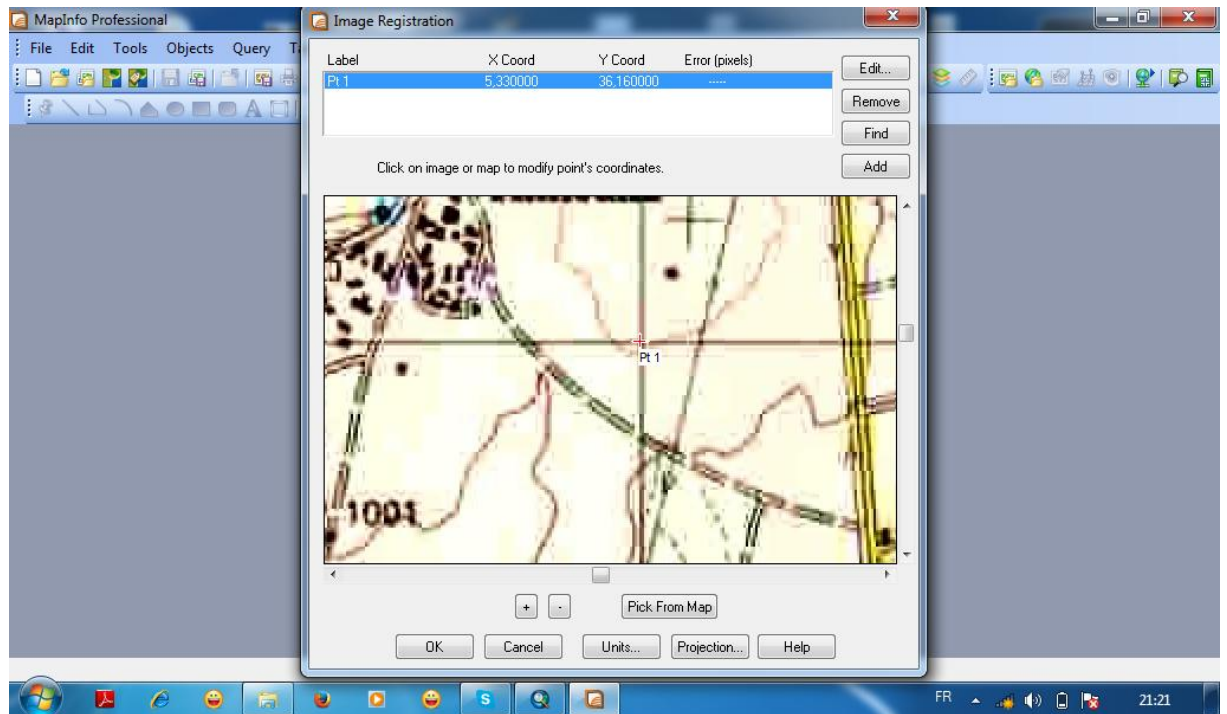
### Mode vecteur et raster

Les modalités d'acquisition des données ainsi que les représentations des objets sont très variées. De même les méthodes de stockage de ces données et leur représentation, sont différentes. Deux types de représentations des objets sont possibles : les coordonnées géographiques des objets peuvent être archivées sous la forme de vecteurs (mode vecteur) ou sous forme d'images (mode raster). D'après BERGER et *al.* (2005), le choix du type de représentation constitue une étape importante dans la mesure où il va considérablement influencer la méthode de généralisation de l'information spatiale. La structure vectorielle est composée d'un grand nombre de points. Chaque point est décrit par ses coordonnées en X et Y dans un système de référence ou de projection (en latitude, longitude, ou kilométrique tel que Lambert et UTM) et par un attribut ou un numéro d'identification qui est relié à une base de données. Chaque point peut représenter un objet (bâti, borne géodésique,...). La structure vectorielle permet de représenter les points en arcs. Ces derniers une fois associés, donnent naissance à des objets linéaires qui représentent la réalité (courbes de niveau, cours d'eau, ruisseaux...). Un arc fermé, peut représenter une surface (parcelle, retenue collinaire, bassin versant...). Il implique une représentation en mode objet. Ce dernier est bien adapté pour décrire la topologie pour des bases de données thématiques telles que les types de sols, couvert végétal,... (ARCGIS User's Guide, 2006). De plus, elle limite la quantité d'informations à stocker. Par ailleurs, il

est mal adapté pour décrire des variables spatiales continues comme l'altitude ou la température.

Le mode raster est plus adapté pour représenter des variables continues. De plus, la représentation sous forme de grille correspond bien à l'organisation informatique des données. L'inconvénient de ce mode réside dans la taille des fichiers, étant donné que chaque pixel contient une information. Une même surface peut être représentée par un grand nombre de pixels. Ce mode est également adapté pour l'utilisation de méthodes de traitements numériques de l'information pour la description de certains éléments géographiques naturels. Il est difficile de séparer ou de tracer une limite arbitraire dans une forêt entre deux essences forestières, alors que sur le terrain, il existe en fait une zone de transition où sont observés deux gradients d'essences. Leur manipulation est plus aisée car le contour des objets suffit pour les décrire. Elle est plus adaptée à des données discrètes dont les limites sont précises (réseaux, séparations administratives, ...)

Pour délimiter la zone d'étude, il faut d'abord caler l'image scannée de la carte topographique; c'est-à-dire faire un géo-référencement de la carte. Pour cette étape, il faut préciser la projection puis l'unité appropriée. Après, il faut introduire les coordonnées des points de calage, qui sont déterminés préalablement (figure 25). Une valeur d'erreur égale à zéro indique que la position des points de calage semble correcte; et on obtient donc une carte géo-référencée pour tracer les limites de la zone d'étude.



**Fig. 25.** Schéma démonstratif du calage d'un fond topographique à l'aide du MapInfo 10.5

Après cette phase, on exporte cette carte sous forme de vecteur pour l'utilisation dans les logiciels ENVI 4.7 et ArcMap 10; ce qui nous permet de découper la zone d'étude. Ici, on parle d'une précision et la résolution de la scène qu'on veut étudier.

## 2-2- Traitement de l'image satellitaire

Les images satellites couvrent le domaine du visible, du proche infrarouge et de l'infrarouge thermique. Le traitement multi spectral des images a été effectué à l'aide de l'ENVI version 4.7 (Environment for Vizualizing Images), logiciel d'analyse des images de télédétection développé par la société RSI (Research Systems International).

Nous disposons de trois images multi spectrales de Landsat avec une résolution spatiale de 30m : TM-5 acquise le 04juin 1986, ETM+ acquise le 05 juin 2001 et 21 juillet 2012, une image multi spectrale de Landstat avec résolution spatiale de 60m : MSS acquise le 04

Aout 1972 et deux images Spot acquises en Octobre 2003 avec une résolution de 5m et la deuxième image acquise en Juin 2013 avec une résolution de 2.5m.

Le dysfonctionnement qui a affecté le « Scan Line Corrector » dans le capteur ETM+ depuis le 31 mai 2003 a toutefois limité l'utilisation des images les plus récentes de Landsat 7. Pour pallier cette difficulté, nous avons eu recours aux images satellites Spot fournies par le « Laboratoire Espaces Géographiques et Sociétés (ESO- UMR6590 CNRS), université du Maine Le Mans, France dans un cadre du projet franco-algérien TASSILI N° 26999RJ. » pour suivre l'état de la zone d'étude.

Les traitements des images satellitaires s'enchaînent à partir des données disponibles selon les étapes suivantes :

#### 2-2-1- Prétraitement des données images satellites

Les images utilisées ont fait l'objet du prétraitement afin d'améliorer leurs qualités radiométrique et géométrique avant de passer aux différentes applications thématiques. Cette étape a pour but de rendre les images les plus comparables possibles en diminuant les différences radiométriques et géométriques. C'est une étape importante, en particulier dans une étude de détection des changements entre les images (Kabil, 2010).

##### 2-2-1-1- Correction géométrique

La correction géométrique permet de superposer les images en réduisant leurs déformations géométriques liées au positionnement du satellite et les erreurs des systèmes de mesures dues aux effets du relief, de la rotation de la terre durant la prise de vue, etc. (Bonn et Rochon, 1992).

La correction géométrique a été faite à l'aide de la méthode « image à image » par la sélection des points de contrôle sur l'image de référence.

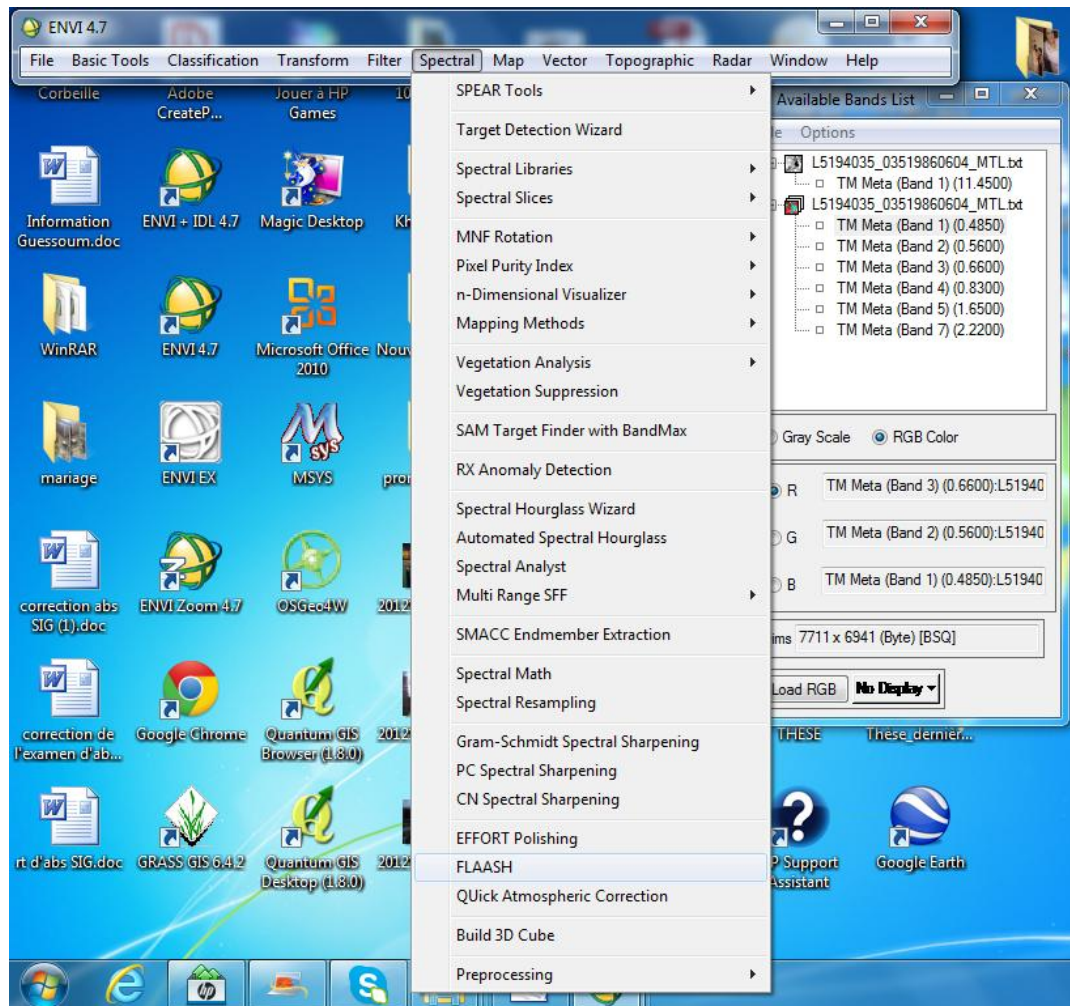
#### 2-2-1-2- Correction radiométrique

La correction radiométrique sert à éliminer les effets liés aux conditions d'acquisition comme l'élévation solaire, et aux conditions atmosphériques (Robin, 1995). Elle permet de préparer les images afin d'y effectuer des analyses quantitatives.

Cette correction transforme les données numériques en valeurs de réflectance afin d'améliorer la qualité des traitements basés sur la réponse spectrale des objets pour les différentes dates (Kabil, 2010).

Une correction des effets atmosphériques a été également effectuée pour réduire l'influence de l'atmosphère sur les quatre images (figure 26).





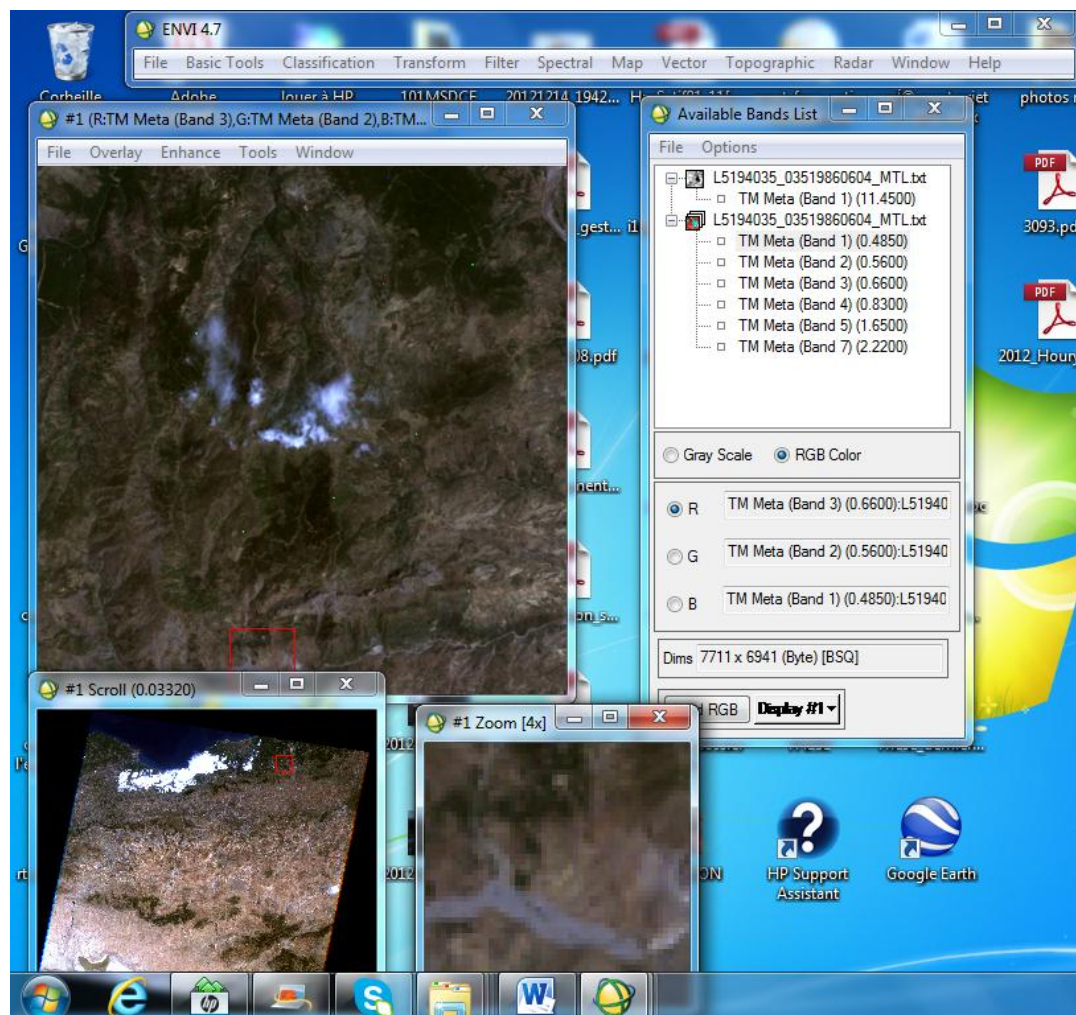
**Fig.26.** Schéma démonstratif des différentes étapes de correction des images satellites à l'aide d'ENVI 4.7

### 2-2-2-Réalisation des compositions colorées

Après amélioration du contraste, une composition colorée des bandes spectrales Proche Infrarouge (PIR), Rouge et Vert, est réalisée. Les compositions colorées sont obtenues par la combinaison de trois bandes spectrales affichées dans l'ordre colorimétrique, rouge, vert et bleu. De la sorte, l'image synthétique obtenue est enrichie par l'apport spécifique de chacune des trois bandes spectrales. Les enregistrements du PIR contribuent de manière

significative à la discrimination du couvert végétal (Tsayem-Demaze, 1998).

Une composition colorée des bandes spectrales Rouge, Vert et Bleu, est utilisée pour une visualisation de la vraie couleur. En effet ces compositions confortent ainsi l'interprétation visuelle (figure 27).



**Fig. 27.** Schéma démonstratif des différentes étapes de réalisation d'une composition vraie couleur à l'aide d'ENVI 4.7

### 2-2-3- Calcul de l'indice de végétation normalisé (NDVI)

En télédétection, les indices font partie des méthodes de traitement que l'on appelle les transformations multispectrales. Ces indices consistent à convertir les luminances mesurées au niveau du capteur satellitaire en grandeurs ayant une signification dans le domaine de l'environnement.

L'indice de végétation normalisé repose sur une approche empirique basée sur des données expérimentales. Le calcul de cet indice s'appuie essentiellement sur les écarts de réflectance constatés dans différentes bandes spectrales ainsi que sur la variabilité des réflectances au sein d'une même bande spectrale, qui traduisent des surfaces de natures différentes.

L'indice de végétation normalisé est calculé à l'aide du logiciel ENVI 4.7 sur deux bandes spectrales d'images satellitaires :

-Pour les images de MSS, les bandes 5 et 6 sont utilisées selon la formule :

$$\text{NDVI} = (\text{MSS6} - \text{MSS5}) / (\text{MSS6} + \text{MSS5})$$

-Pour les images de Landsat TM et ETM+, les bandes 3 et 4 sont utilisées selon la formule : **NDVI = (PIR-R) / (PIR+R)** (Ronse and Hass (1973) ; Tuccker (1979) in Caloz and Puech, 1996).

-Pour les images Spot, on utilise l'extension de calcul de l'INDVI à l'aide du logiciel ENVI 4.7, des bandes spectrales fournies par « Le Laboratoire Espaces Géographiques et Sociétés (ESO- UMR6590 CNRS), université du Maine Le Mans, France dans un cadre du projet franco-algérien TASSILI N° 26999RJ. ».

#### 2-2-4- L'analyse visuelle

L'analyse visuelle consiste en l'application à l'image satellitaire de la méthode classique de la photo-interprétation (Provencher et Dubois, 2007). Ainsi, l'examen sur écran des compositions colorées des images, a permis d'identifier des zones homogènes grâce aux critères de couleurs et de textures et d'expliquer leur répartition dans l'espace. L'analyse des images disponibles, a permis de suivre les changements qui ont affecté les paysages entre 1986 et 2011. Cette lecture s'est faite sur des images des bandes spectrales isolées (PIR, ROUGE, VERT et BLEU) et sur les compositions colorées mentionnées plus haut. Ces variantes nous ont permis d'apprécier l'efficacité de chaque bande ou combinaison (Bougherara et Lacaze, 2008).

### 2-3- Les informations sur l'altimétrie

Le SIG (créé avec le logiciel ArcGIS 10.0) a permis la saisie, le géo-référencement et le stockage des données converties au format numérique. Il a ensuite permis l'analyse de celles-ci pour produire l'information géographique utile. Les informations sur l'altimétrie (pente, exposition, altitude.) sont issues de l'analyse du modèle numérique de terrain.

#### 2-3-1- Définition du Modèle Numérique du Terrain

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) est une représentation de valeurs d'altitudes continues sur une surface topographique à l'aide d'un tableau de valeurs Z référencées par rapport à un datum commun; il est généralement utilisé pour représenter le relief d'un terrain (ARCGIS User's guide, 2006). Le Modèle Numérique de Terrain utilisé est d'une résolution de 30 m.

#### 2-3-2- Caractéristiques du Modèle Numérique de Terrain

Il existe différentes dénominations pour le terme générique de MNT suivant la technique de production utilisée pour l'obtenir. Dans le domaine terrestre, certains ne modélisent que le sol (modèle numérique de terrain), tandis que d'autres comprennent également le sursol, comme la végétation ou le bâti (modèle numérique de surface, MNS, ou modèle numérique d'élévation, MNE) (ARCGIS User's guide, 2006). Ces derniers s'obtiennent généralement par des jeux de données brutes acquises grâce à des techniques telles que le Lidar, la photogrammétrie, ou la radar-grammétrie (Short, 2000). Les MNT constituent le plus souvent un dérivé de ces modèles, « filtré » de tous les éléments constitutifs de la couverture topographique pour ne garder que le sol nu. Le terme « couverture topographique » désigne tous les éléments situés au-dessus de la surface terrestre continentale: bâtis et végétation haute comme les forêts.

### 2-3-3- Acquisition et génération de MNT

L'acquisition du MNT peut se faire par des capteurs de mesure de signal embarqués sur plusieurs types de vecteurs (avions, bateaux), ou avec des levés de terrain. Ils sont également générés à partir de couples d'images (satellites ou aériennes), ou encore des digitalisations de cartes. Ces différents modes d'acquisition entraînent par la suite, un des traitements qui leur sont spécifiques. Ces traitements peuvent comprendre: le calcul du relief à l'aide d'un couple d'images stéréoscopiques (dans le cas de photos aériennes), une étape de traitement du signal (pour des acquisitions laser par exemple) ou une phase d'interpolation (lors de levés de terrain). Cette dernière permet d'obtenir une représentation continue à l'aide d'un nombre fini de points. Plusieurs vecteurs sont à l'origine des données qui vont permettre leur génération. Les satellites avec leurs capteurs radar ou optiques vont tout d'abord fournir l'imagerie grâce à laquelle on obtient l'information d'altitude via des traitements

appropriés (figure 3). Ensuite, il existe également les systèmes embarqués sur des avions (laser, radar, ou photographie aérienne). Ceux-ci produisent soit une information d'altitude via des processus automatiques (laser), soit à nouveau des images qui sont retraitées par la suite. Enfin, il y a également les levés de terrain acquis sous forme de points régulièrement répartis sur la surface à modéliser (Short, 2000 ; Berger et *al.*, 2005).

#### 2-4- Etude de la végétation

La végétation est l'ensemble des espèces qui poussent en un lieu donné selon leur nature. L'étude de la végétation se fait selon la manière dont les plantes se regroupent entre elles. La flore aborde la composition d'une végétation sous l'angle des espèces végétales ou « taxons » qui la composent, ou c'est la liste des espèces d'une région bien déterminée et dans un temps bien déterminé. On distingue la végétation naturelle composée de plantes sauvages dites spontanées et des boisements issus des plantations; c'est le cas des boisements de la ville de Sétif où on observe la mono-spécificité dans les deux boisements.

La présente étape est beaucoup plus basée sur la récolte de données et des travaux effectués, pour étudier les différentes formations végétales en premier lieu, puis des sorties de terrains effectuées aléatoirement sur les deux boisements.

L'étude de la végétation consiste à avoir une idée du couvert végétal. Cette étape est structurée comme suit:

- Choix des emplacements spéciaux selon la pente et des pistes réalisées au sein de la forêt.

- Choix de l'homogénéité de la densité des espèces des boisements.

-Faire un inventaire des espèces pour la reconnaissance des différents types de végétation.

-Etablir une liste des espèces rencontrées dans ces boisements.

#### 2-5- Proposition du plan d'aménagement

Cette étape correspond à la superposition des différentes informations recueillies par le logiciel du système d'information géographique ArcMap 10 de manière à proposer un plan d'aménagement de la forêt de Znadia et Gaoua pour l'accueil du public.

# CHAPITRE IV

## **RESULTATS ET DISCUSSIONS**



## Chapitre 4 : Résultats et discussions

### 1- Flore et végétation de Znadia et Gaoua

Ce sont des boisements presque mono-spécifiques à Pin d' Alep (*Pinus halepensis*), comme étant une essence dominante et le Cyprès toujours vert (*Cupressus sempervirens*) comme une espèce peu abondante. On peut mentionner la présence de quelques espèces réparties sur les bords des deux axes routiers RN 09 et RN 75 où on note la présence du peuplier, le frêne, le saule et l'érable campestre.

#### 1-1- Le Pin d'Alep *Pinus halepensis* (Mill)

Le Pin d'Alep est, en raison de son tempérament rustique, l'une des essences les plus réponsives de l'Afrique du Nord. Il s'affirme comme un digne du Chêne-vert pour la formation et le maintien de l'armature forestière (Boudy, 1952).

C'est une espèce méditerranéenne, de caractère xérophile et thermophile. Du point de vue de l'altitude, on le trouve depuis le littoral méditerranéen jusqu'à 2200 m (Atlas Saharien).

Cette espèce est présente dans les boisements algériens car son amplitude et très importante, cette essence forestière présente une adaptation climatique et édaphique remarquable.

Dans ce boisement le pin d'Alep est de hauteur variant de 0.5m jusqu'à 07 m. Une régénération est observée dans des sites où l'homme n'intervient pas par son troupeau. Les incendies perturbent le développement de cette essence car le peuplement à subi plusieurs incendies.

## 1-2- Le Cyprès toujours vert *Cupressus sempervirens* (L)

Arbre élevé, à écorce lisse gris-rougeâtre, à branches et rameaux irréguliers, serrés, dressés-appliqués, formant une cime longue et étroite, feuilles squariformes, étroitement imbriquées sur 4 rangs, triangulaires glanduleuses sur le dos. Les cônes gris brun sont luisants, sub-globuleux, de 2-3 cm de large, déhiscent, à écailles opposées en croix, épaisses, ligneuses, persistantes, terminées en écusson tétragone mucroné vers le centre. Les fruits produisent graines nombreuses, ovoïdes et comprimées, étroitement ailées avec 2 à 3 cotylédons, phanéropytes (>32m), sempervirentes.

L'écologie de la plante: C'est une espèce plantée dans les jardins et les cimetières et un peu partout dans notre pays, ainsi que dans le bassin méditerranéen. C'est une espèce d'origines européo-orientale et de l'Asie occidentale.

En ce qui concerne le peuplement de Pin d'Alep dont notre site est bien portant, cette espèce résiste bien dans une amplitude thermique variant de -6°C à 40°C; donc on peut dire que dans la région de Sétif, cette espèce est utilisée dans les reboisements effectués d'une façon générale. Par contre le cyprès est représenté par des bandes à la lisière de cette forêt. A noter aussi la présence d'autres espèces, notamment le frêne (*Fraxinus angustifolia*), le peuplier blanc (*Populus alba*), le peuplier noir (*Populus nigra*).

## 2- Les entretiens

Ces entretiens sont basés beaucoup plus sur l'aménagement de ces sites pour les rendre attractifs au public.

Après avoir défini le rôle des acteurs locaux, les principaux acteurs susceptibles de prendre en charge la réalisation de ce type de projet sont les autorités de la wilaya et de la commune.

Le Président de l'APC de Sétif, le responsable de la Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (DPAT) ainsi que les responsables des services techniques, comme la conservation des forêts et la direction des services agricoles, sont tous convaincus de la nécessité de la préservation et de l'aménagement de ce site et d'en faire un espace de détente et de loisirs pour la population de Sétif. Dans ce cadre, ces administrations ont entrepris des aménagements du site.

#### 2-1- Actions des services de l'APC

La commune de Sétif envisage l'aménagement du boisement de Znadia en vue de l'accueil du public. Pour cela, la première opération entreprise, est la réalisation d'une clôture. Ce projet coûteux, est en voie de réalisation depuis 2013, et l'opération est prolongée jusqu'au 2014.

Le coût des deux opérations est estimé d'une valeur de 19 millions de dinars. L'idée principale est de préserver le foncier de ce site et dans un autre sens, protéger ses boisements contre toutes opérations destructives de ces milieux naturels (figure 28).



**Fig. 28.** Le projet de la clôture de la forêt de Znadia 2014

Lors de nos prospections, nous avons constaté la présence des habitants auprès de la circonscription des forêts, nouvellement installée, un grignotage immense de la forêt à Znadia et à Gaoua. La figure suivante présente la gravité de ce phénomène (figure 29).



**Fig. 29.** Des constructions illicites à Gaoua

## 2-2- Les services de DSA (La Direction des Services Agricoles)

Pour avoir une idée de la destination des terres au sein de cette forêt, plusieurs arrêtés ont été délivrés pour l'identification, et la location des habitants dans ce site naturel ; à vrai dire, ce sont des terres domaniales.

En premier lieu, ces habitants ont bénéficié de ces terres dans le cadre du programme des exploitations agricoles communes avec un acte administratif de 99 ans.

En deuxième lieu, notre gouvernement est favorable à l'amélioration des conditions de vie de ces habitants et dans un autre cadre, au droit de

jouissance par une autre procédure a été engagée, décrite par la loi N° : 97/19 en1997.

Enfin, notre gouvernement a lancé un autre programme pour la réhabilitation des différentes situations, une autre procédure a été lancée dans un autre axe de développement rural et agricole, le droit de la concession ; acte de 40ans d'exploitation et jouissance à la faveur de la loi N° 03/2013.

### 2-3-La conservation des forêts de la wilaya de Sétif

La Conservation des Forêts envisage l'aménagement de ces deux boisements en 'forêts récréatives' destinées à l'accueil du public.

Afin de les préserver, plusieurs actions d'entretiens sont programmées chaque année. Parmi ces actions, nous citerons des opérations d'échenillage, d'éclaircissage, d'élagage et des corrections torrentielles.

#### 2-3-1- Echenillage

Ces boisements à pin d'Alep sont infestés par la chenille processionnaire. En 2007 et 2008 100 ha furent traités mécaniquement, et en 2011 ce sont 196 ha qui bénéficièrent d'un traitement microbiologique par épandage aérien.

#### 2-3-2- Eclaircie

Le reboisement de Znadia est dense, et pour favoriser le développement harmonieux des arbres, on procède à des éclaircies.

Cette opération a concerné 120 ha à Znadia et 30 ha à Gaoua. Ce qui a permis de récupérer respectivement 400 et 100 stères de bois.

#### 2-3-3- Elagage

En vue de favoriser le développement des deux boisements, des opérations d'élagage sont exercées à savoir, 50 ha en 2002 et 110 ha en 2003 dans la forêt Znadia, 25 ha en forêt Gaoua dans la même année (2003).

#### 2-3-4- Les corrections torrentielles

Le terrain des deux boisements est accidenté et pour limiter ou atténuer les processus d'érosion hydriques, des travaux de corrections torrentielles sont effectuées ( 1000 m<sup>3</sup> en 2004, 500 m<sup>3</sup> en 2007, la troisième opération en 2010 avec 500m<sup>3</sup> réalisée (figure 30).



**Fig. 30.** Les corrections torrentielles photo 2014

En ce qui concerne les infrastructures qui se localisent dans la forêt de Znadia, une maison forestière fut aménagée en 1986 et en 2006 c'est une brigade forestière avec des logements de fonctions qui a été réalisée.

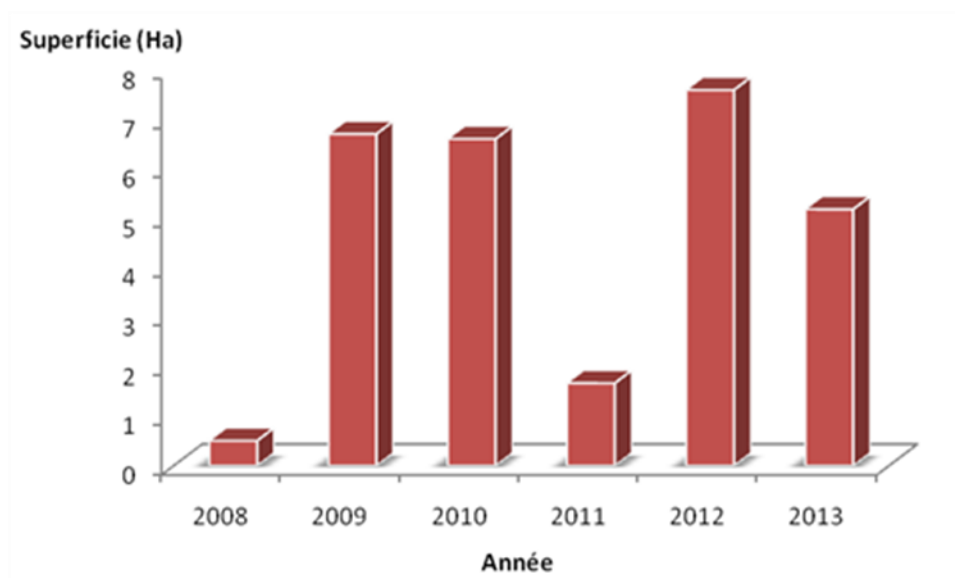
Au niveau du château d'eau qui domine toute la région, se trouve un poste de vigie depuis 2000.

Ses coordonnées sont : X : 742,5 ; Y : 326,15 ; coordonnées Lambert. (Conservation des forêts de Sétif 2013).

### 2-3-5-La mission de la Conservation des Forêt

Parmi les rôles de la Conservation des Forêt, on cite :

La lutte contre les incendies, ce site a subi plusieurs incendies où l'intervention des forestiers et d'autres services, été indispensable (figure 31).



**Fig. 31.** Superficies incendiées au sein de la forêt de Znadia 2008-2013

La superficie incendiée diffère d'une année à l'autre. La plus grande superficie brûlée a été enregistrée en 2012 (7,5900 ha). La plus faible a été observée en 2008 (0,5050 ha). Parmi les facteurs favorisant les incendies: le sirocco. Ce type de vent est fréquent dans notre région, ce qui favorise la vitesse de l'extension de la superficie incendiée.

L'ouverture de pistes pour faciliter l'accès en cas d'incendies ou d'éventuelles interventions comme les travaux d'entretien ou de traitements. Aussi, on signale que les forestiers, de par leurs expériences, ont proposé d'aménager ce site en forêt récréative avec la proposition : d'un repeuplement, la réalisation des tranchées pare-feux et l'installation de postes vigies pour une meilleure intervention en cas de danger.

La sensibilisation de la population par l'organisation des journées d'informations et des portes ouvertes, en vue de donner une bonne image de la forêt et de l'arbre de façon générale, de la protection du site des incendies, installations des panneaux visant la protection contre les incendies.

#### 2-4- Suggestions

Que ce soit pour la municipalité, la Conservation des Forêts ou les responsables au niveau de la Wilaya, ont été proposées l'aménagement de la forêt de Znadia, sans oublier le reboisement de Gaoua qui a subi un immense dommage par les constructions illicites, au détriment de la forêt.

Les boisements de Znadia et de Gaoua constituent un ensemble homogène traversé par la route nationale n°09. Nous estimons que toute proposition d'aménagement doit concerner ces deux entités et l'établissement d'un corridor écologique entre ces deux boisement est à prévoir, dans le cadre d'un aménagement efficace et durable.

### **3- Analyse des images satellitaires du Landsat**

Un satellite regarde la Terre d'une toute autre manière. Il n'a pas d'appareil photo à bord, mais des instruments qui sont 'sensibles' à la lumière visible, mais aussi à d'autres parties du 'spectre électromagnétique' comme l'infrarouge, l'ultraviolet ou les micro-ondes. Ces instruments (scanners) balaient la surface de la Terre et enregistrent des mesures de 'lumière' qui sont ensuite utilisées par des programmes informatiques pour créer des images.

#### 3-1- Réalisation des compositions colorées

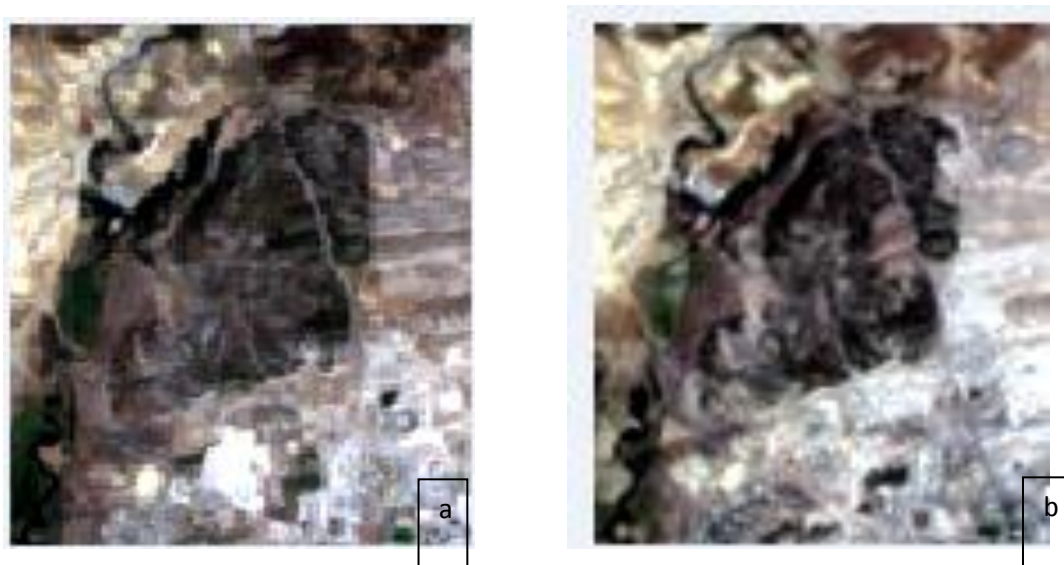
Nous disposons de deux images multispectrales, Landsat avec une résolution spatiale de 30 m : TM-5 acquise le 04 juin 1986, ETM+ acquise le 05 juin 2001. Le dysfonctionnement qui a affecté le « Scan Line Corrector » dans le capteur ETM+ depuis 31 mai 2003 a toutefois, limité



l'utilisation des images plus récentes de Landsat-7. Ces images couvrent le domaine du visible, du proche infrarouge et de l'infrarouge thermique.

### 3-1-1- Composition vraie couleur

La comparaison des deux images fait ressortir un affichage dans les bandes visibles (1.2.3). La composition vraie couleur permet de distinguer l'ensemble de la forêt de Znadia et Gaoua, dans un contraste très différencié où on remarque une diminution régressive de la superficie de la végétation (figure 32).



**Fig.32.** Images de Landsat en composition de couleur naturelle des bandes du visible (1.2.3), a : Image TM-5 en 1986, b : Image ETM+ en 2001

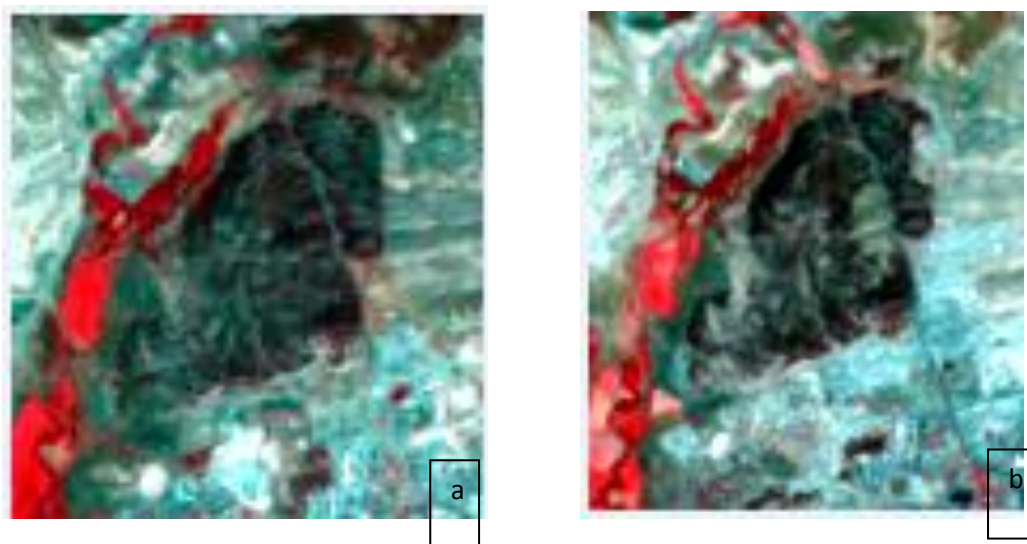
L'image la plus récente et qui date de 2001, fait ressortir l'importance de l'extension du bâti au détriment du boisement, notamment au niveau de Gaoua où c'est carrément une nouvelle agglomération qui a vu le jour.

La comparaison visuelle des deux scènes, nous donne une idée de l'occupation du sol de la ville de Sétif, puisque on observe de nouvelles installations d'agglomérations au niveau du Nord-Est de Gaoua, ce qui engendre la destruction de ce boisement.

### 3-1-2- Composition Fausse couleur

L'affichage des bandes (4, 3, 2), à savoir l'infra-rouge, la bande rouge, et une bande verte, restitue les informations sur une image que l'on qualifie de fausse couleur ; par un décalage spectral, la chlorophylle de la végétation apparaît en rouge, les objets rouges sont colorés en jaune, et ceux en jaune deviennent bleu.

Par rapport à l'émulsion couleur classique, la composition fausse couleur présente de meilleurs contrastes dans la description de la végétation et du sol (figure 33).



**Fig. 33.** Images de Landsat en composition de fausse couleur des bandes du visible (2.3.4), a : Image TM-5 en 1986, b : Image ETM+ en 2001

La comparaison visuelle des deux images Landsat ( 1986 et 2001), montre le grignotage par les différents habitats relatifs à l'installation d'une cité à proximité du boisement de Gaoua, et la couleur rouge au niveau de l'image « a » est plus importante par rapport à l'image « b ».

Cela illustre parfaitement la régression du couvert végétal au profit de nouvelles constructions.

Nos observations sur le terrain confirment cet étalement anarchique d'autant plus que le boisement de Gaoua n'a pas bénéficié de mesures de protection comme celui de Znadia.

### 3-2- Calcul de l'indice de végétation normalisé (NDVI)

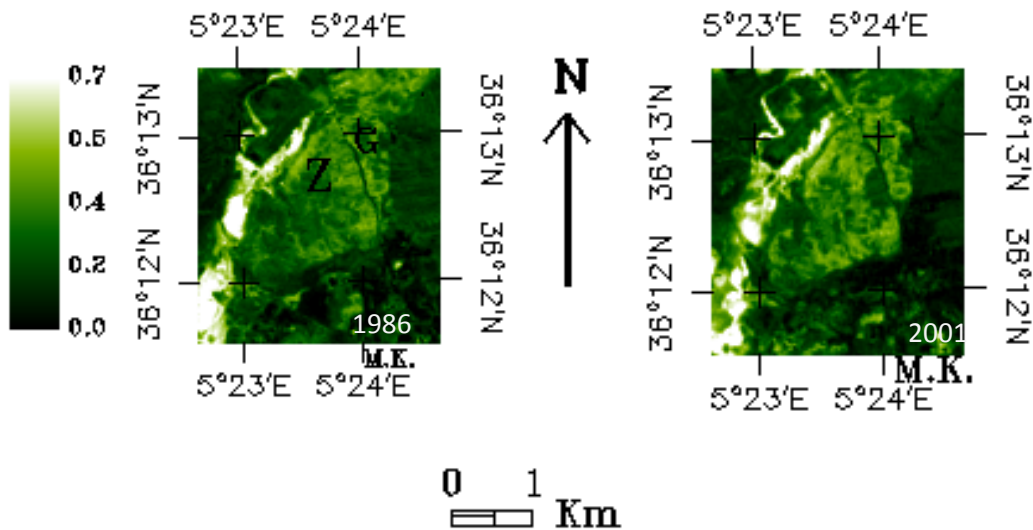
Le calcul des valeurs de l'NDVI se fait comme suit:

-Les pixels dont la valeur de NDVI est  $< 0,2$  sont inclus dans un masque « surface sans couverture végétale ».

-Les pixels dont la valeur de NDVI est  $> 0,2$  sont inclus dans un masque « surface à forte végétation ».

-Les valeurs de NDVI que se trouvent dans l'intervalle entre 0,2 et 0,65, correspondent aux surfaces à végétation partielle (Sobrino et *al.*, 2004).

Notre zone d'étude se situe dans l'intervalle 0,2 et 0,65 ; donc on parle de surfaces à végétation partielle, notant que depuis 1986 et 2001. D'après la comparaison visuelle des NDVI, il y a une régression de la végétation en 2001; cette végétation est remplacée par des habitations (figure 34).



**Fig. 34.** Répartition spatiale de l'indice NDVI en 1986 et 2001 (ETM+)

#### 4- L'apport des images satellitaires du Spot

A bord du satellite français SPOT lancé en 1985, un instrument dit de haute résolution visible a été utilisé pour la première fois et permet de recueillir des données sans aucune pièce mobile (comme les miroirs dans les radiomètres à balayage ou les obturateurs des appareils photographiques).

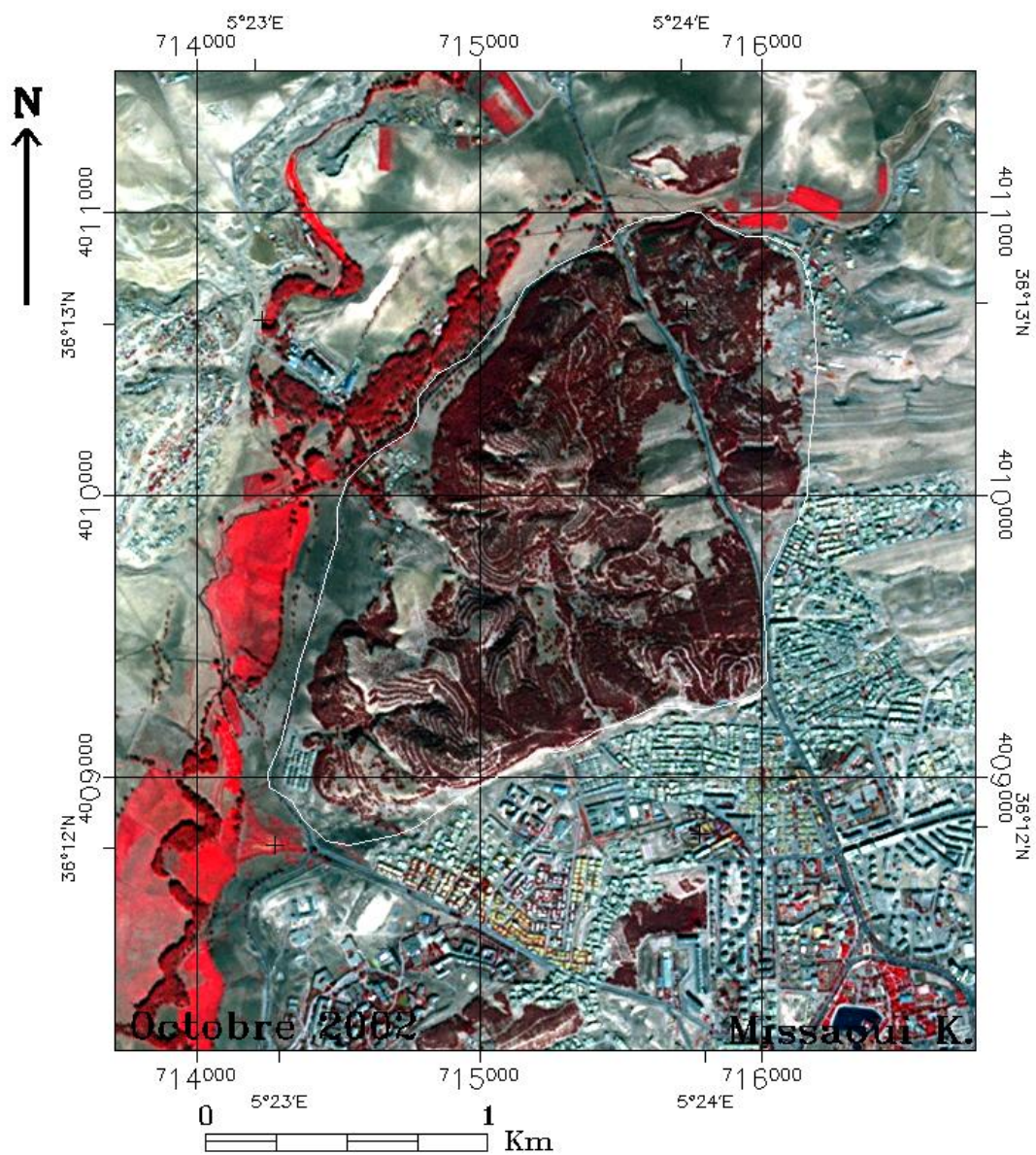
Le LHRV est constitué de barrettes de plusieurs milliers de détecteurs, le balayage de la ligne se faisant électroniquement. La succession des lignes qui constituent une image sera assurée par le déplacement du satellite sur son orbite.

Selon la disponibilité des bandes, on signale que nous avons fait que la comparaison fausse couleur.

##### 4-1- Réalisation de la composition fausse couleur

L'affichage des bandes (1, 2, 3) à savoir ; le vert, le rouge et le proche infra-rouge, nous permet de faire une composition fausse couleur (figure 35 ; 36). La longueur de ces bandes se représente comme suit :

- B1 (vert : 0,50 – 0,59  $\mu\text{m}$ ),
- B2 (rouge: 0,61 – 0,68  $\mu\text{m}$ ),
- B3 (proche infrarouge : 0,78 – 0,89  $\mu\text{m}$ ) ([www.spotimage.com](http://www.spotimage.com)).



**Fig. 35.** Images SPOT de la zone d'étude en composition fausse couleur, année 2002



**Fig. 36.** Images SPOT de la zone d'étude en composition fausse couleur, année 2013

La comparaison visuelle des deux scènes offre plusieurs remarques :

-L'apparition des constructions illicites dans le boisement du Gaoua.

-L'apparition des voies électriques au milieu du boisement du Gaoua.

-Diminution de la superficie boisée des boisements de Gaoua et de Znadia.

-Des nouvelles installations au détriment de la forêt de Znadia ; dans toute la périphérie où le béton envahit les espaces verts, ainsi que la forêt.

Le constat montre que ces boisements ont subi des actions de destruction en faveur des différents installations notamment les cités. L'installation de la station de Transfer d'énergie à Gaoua, engendre probablement des problèmes incontrôlables, notamment les incendies. Une autre remarque, la ville de Sétif s'étale au Nord-Est du boisement de Gaoua.

#### 4-2- Calcule de l' NDVI

L'analyse et l'interprétation des valeurs du NDVI nous donnent une idée de la présence et la réflectance de la végétation pour les deux scènes (figure 37 ; 38).

Les valeurs du NDVI sont comprises en théorie, entre -1 et +1 ;

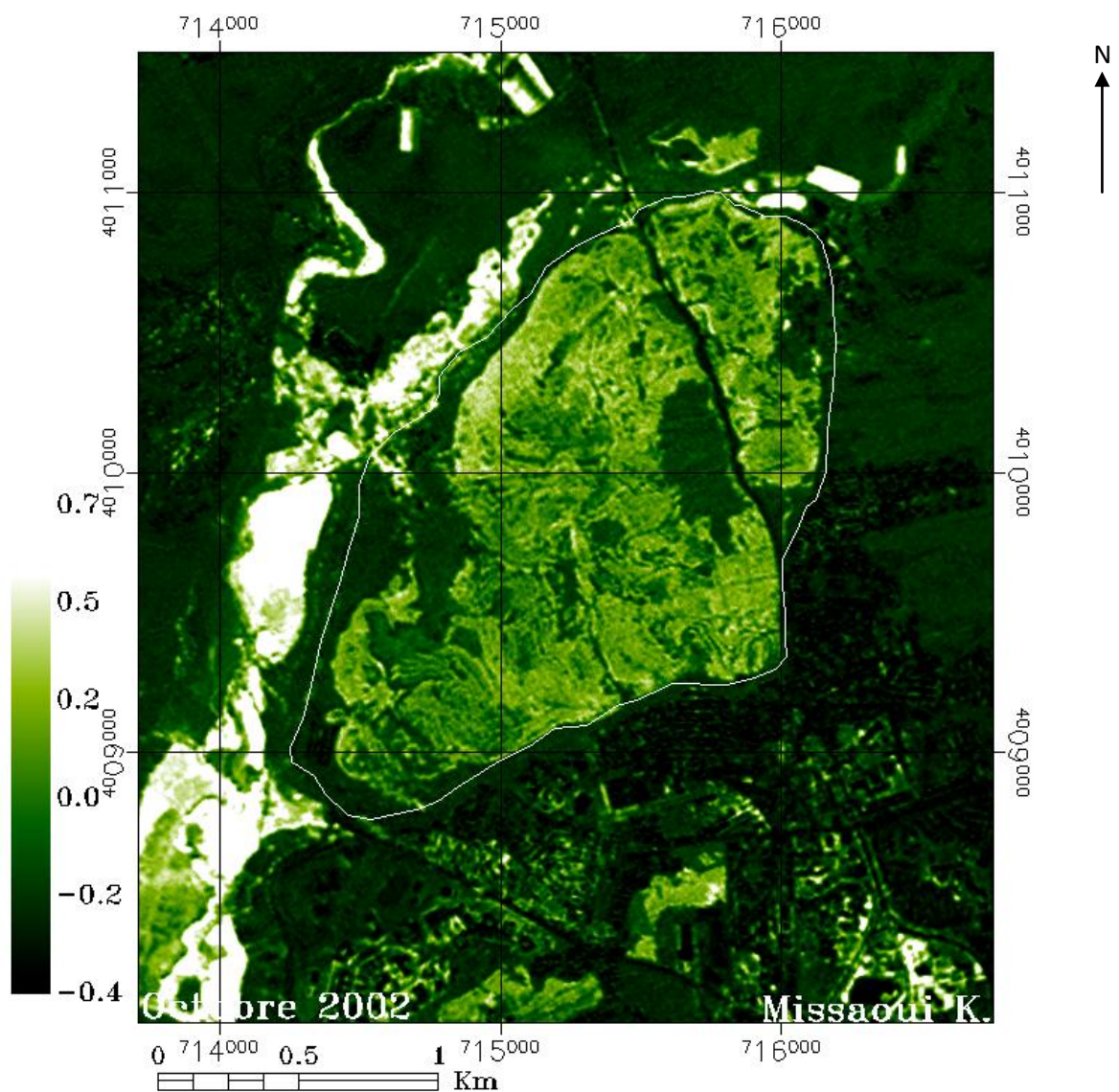
- Les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux (neige, eau, nuages),  $R > PIR$ .

- Pour les sols nus, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, les valeurs sont proches de zéro.

- Les formations végétales ont des valeurs positives, comprises généralement entre 0,1 et 0,7, les valeurs les plus élevées correspondant aux couverts les plus denses.

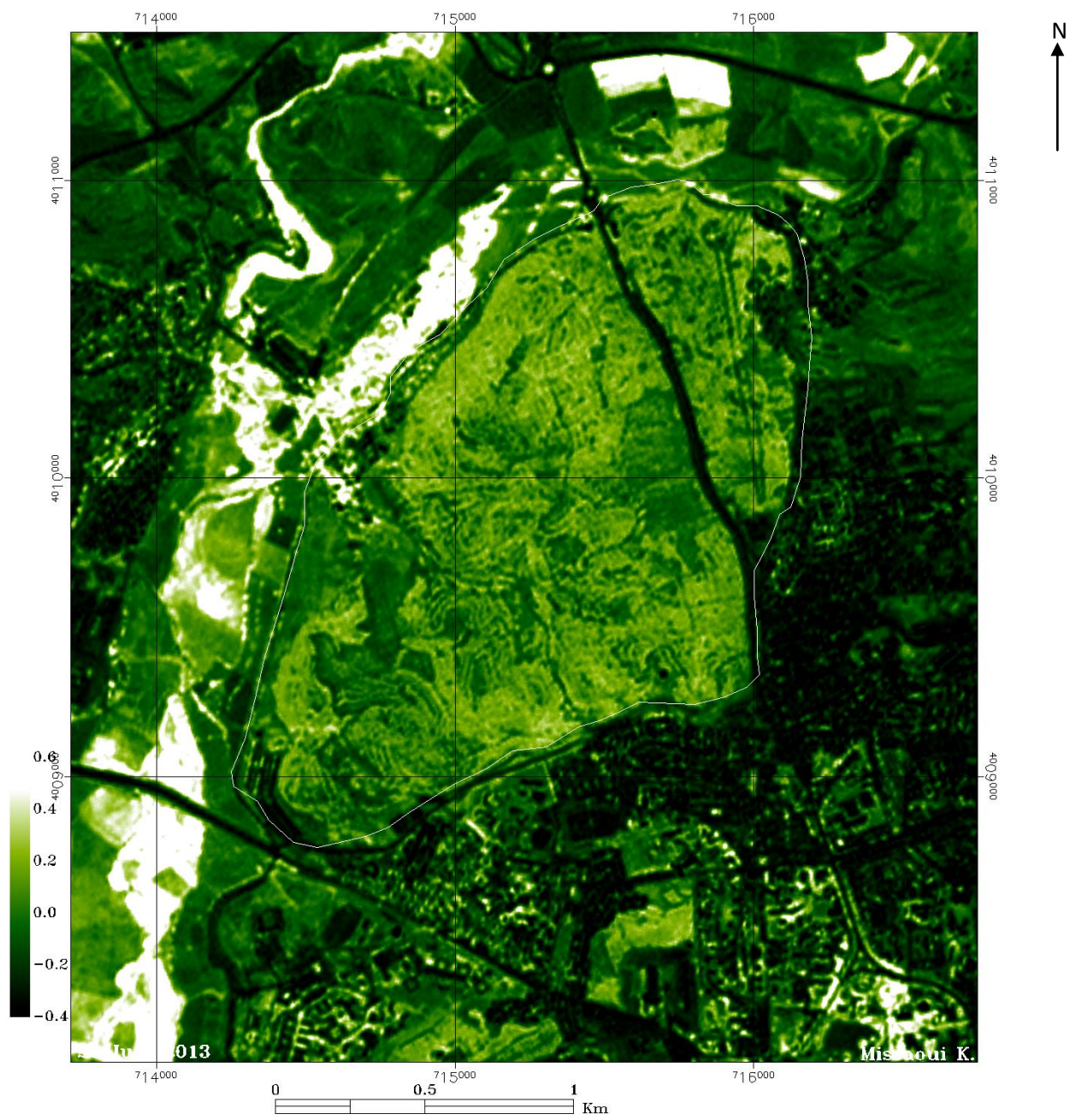


Znadia et Gaoua, après la comparaison visuelle, appartiennent à la végétation moyennement dense (0,1 et 0,7). Ainsi, la densité de la végétation se concentre dans la partie Nord. La construction illicite engendre des modifications des valeurs de l'NDVI.



**Fig. 37.** Répartition spatiale de l'indice NDVI de l'image SPOT, année 2002





**Fig. 38** Répartition spatiale de l'indice NDVI de l'image SPOT, année 2013

## 5- L'apport du modèle numérique de terrain MNT

La carte en couleur reste encore un document assez onéreux; elle facilite la lecture et permet au support topographique de rester apparent. On recherche une signification écologique des couleurs; les cartes établies selon ce principe général, seront généralement très harmonieuses, car les couleurs sont attribuées selon différents gradients écologiques.


Gradient écologique :


Du bleu  au Rouge

Climat


du moins lumineux  au plus lumineux.


du plus pluvieux  au moins pluvieux.

du plus froid  au plus chaud.


du plus humide  au plus sec.

Sol


du plus acide  au plus basique.

du plus profond  au plus superficiel.

Topographie :

du plus haut  au plus bas.

Végétation :

du plus naturel  au plus artificiel.

L'emploi des couleurs n'empêche pas la nécessité de représenter en noir d'autres indications (chiffres, lettres, nombres...) ; le principal avantage de la carte thématique polychrome est son aptitude à dégager des relations d'ordre entre les unités (Toubal, 1986).

Pour établir la cartographie numérique, on doit intégrer les données contenant l'information du relief (Altitude), appelé Modèle Numérique de Terrain (MNT) (figure 39).

## Carte du MNT de Zenadia et Gaoua

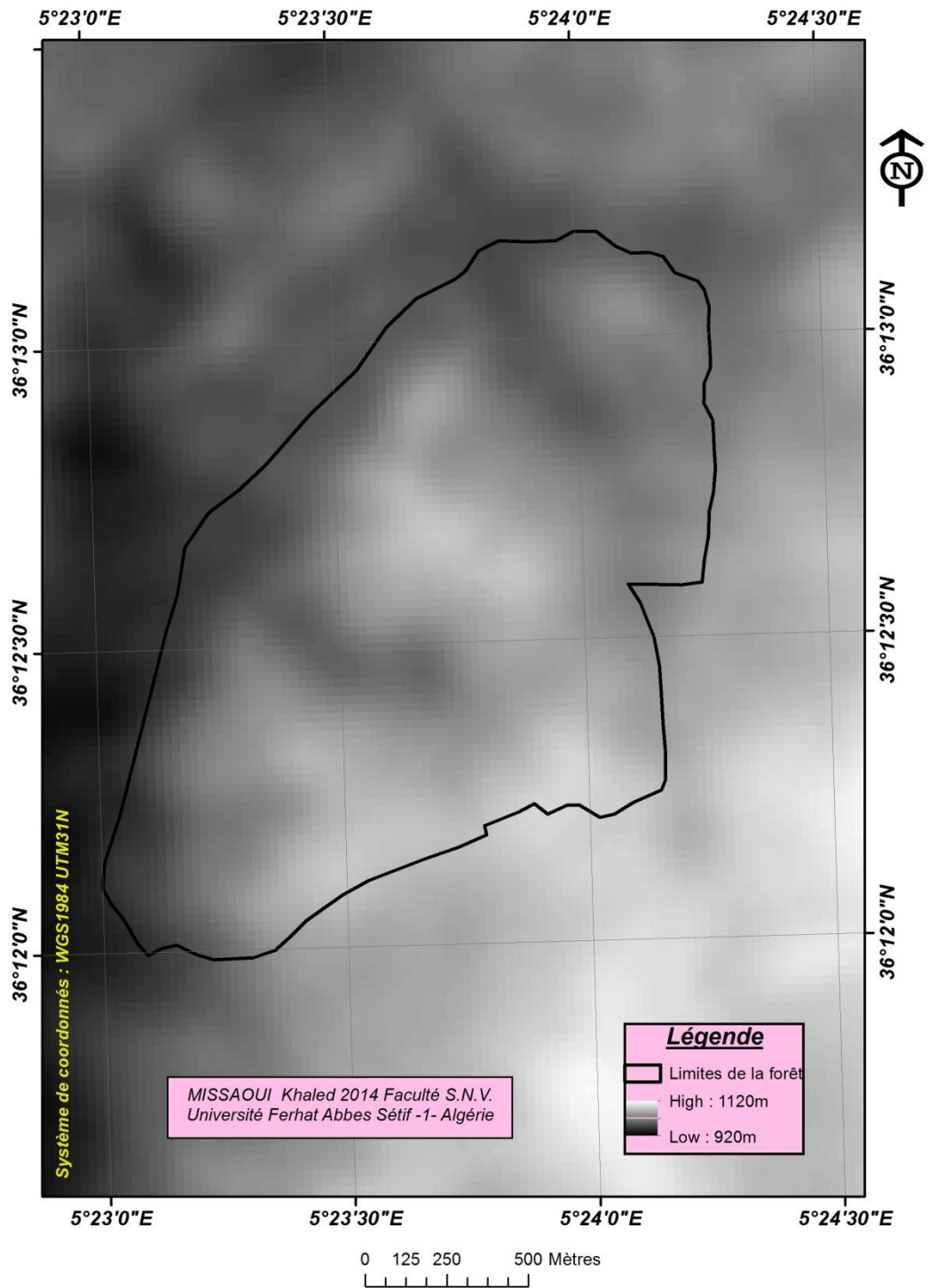


Fig. 39. Carte du MNT de la zone d'étude

## 5-1- La carte des classes des pentes

Le MNT a permis d'établir la carte des pentes par l'intermédiaire du module Slope du menu «topographic modeling» du logiciel ENVI 4.7. La carte ainsi réalisée, permet de dégager trois classes de pentes renseignant sur la déclivité de la zone. On distingue :

- Les pentes moyennes entre 20 et 35%.
- Les pentes faibles entre 4 et 10 %.
- Les pentes très faibles entre 0 et 4 %.

-La classe : 0 à 7 % représente les pentes faibles à très faibles. Il s'agit de terrain situé à la lisière des forêts de Gaoua et de Znadia. Cette classe de pente représente la moyenne de la surface de la zone d'étude. Cette classe représente environ 10%.

-La classe : 7.1 à 14 % représente les pentes moyennes, il s'agit des terrains situés sur des terrains schisteux où la végétation et notamment le pin et le cyprès, se comporte bien.

Ici, on remarque que la régénération naturelle s'opère de façon satisfaisante dans ce site. Cette classe représente environ 20%.

-La classe : 14.1 à 22 % représente les pentes moyennes à fortes, il s'agit de terrain couvert de végétation dense par rapport à la deuxième classe. Cette classe représente environ 40%.

-La classe : 22.1 à 100% représente les pentes les plus fortes. Cette classe représente environ 30% (figure40).





## Carte des pentes de Zenadia et Gaoua

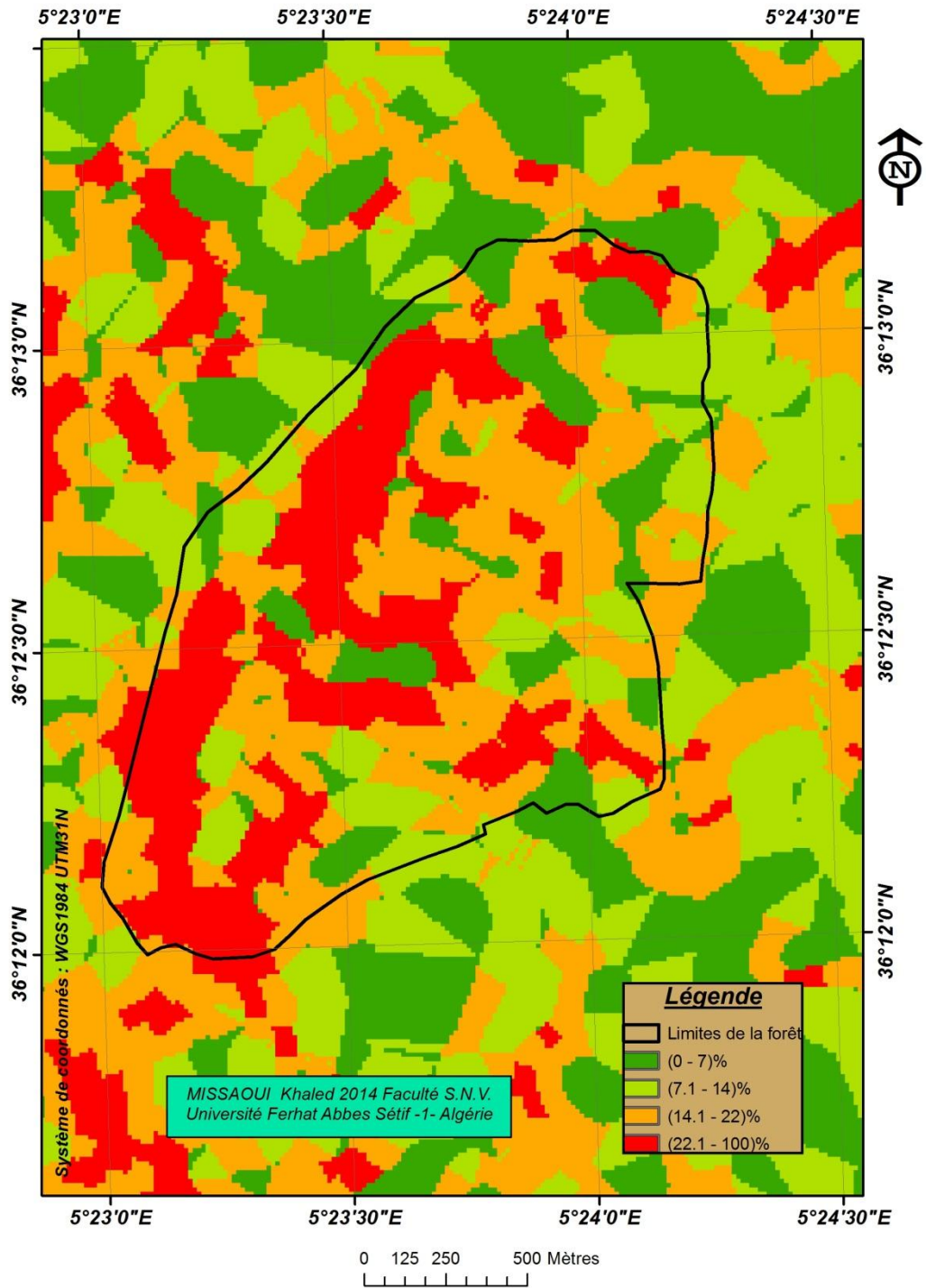


Fig. 40. Carte des pentes de la forêt de Znadia et Gaoua

## 5-2- La carte des expositions

Le MNT a permis d'établir la carte des expositions par l'intermédiaire du logiciel ENVI 4.7 et ArcMap10. La carte réalisée permet d'obtenir 8 classes, mentionnées sur la figure n°41.

## Carte d'exposition de Zenadia et Gaoua

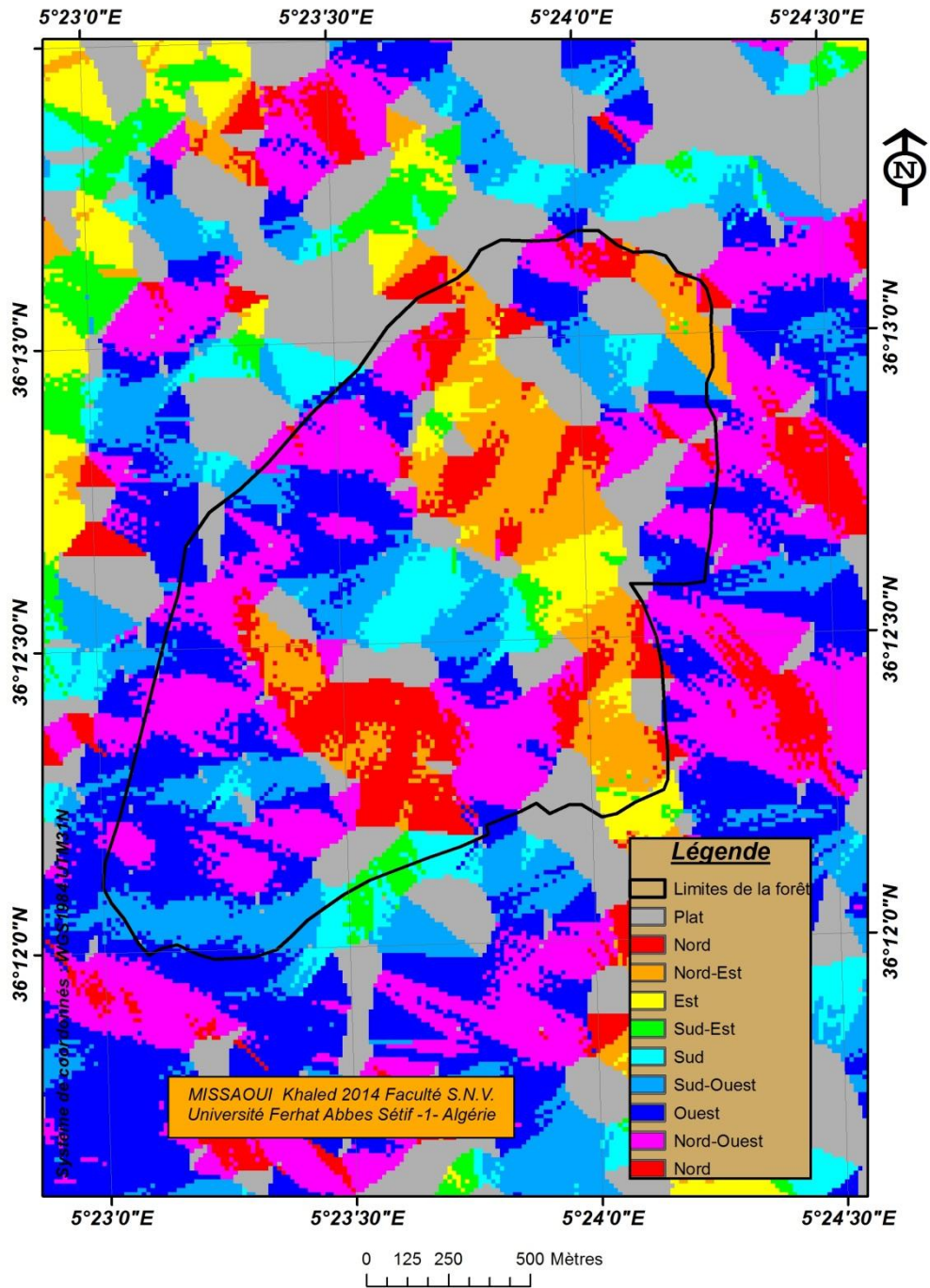
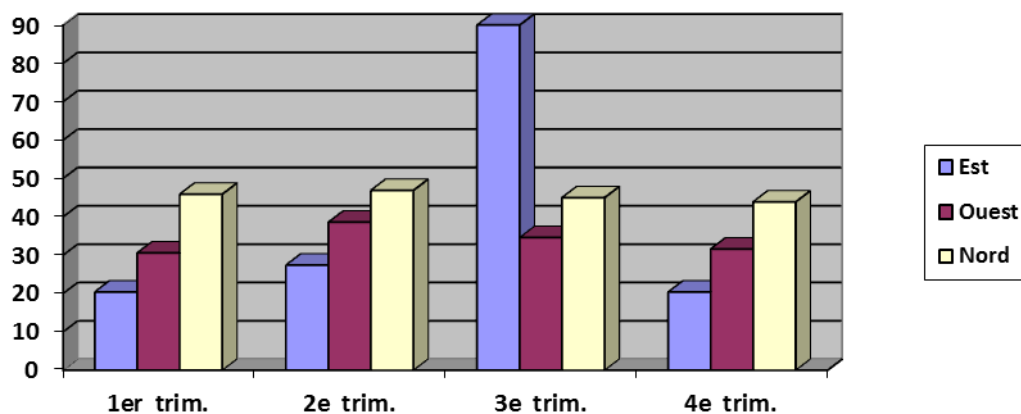


Fig. 41. Carte des expositions de la forêt de Znadia et Gaoua



**Fig.42.** Histogramme représentant les expositions les plus fréquentes.

Dans cet histogramme, on note que l'exposition la plus fréquente est l'Est, la deuxième classe se représente par l'exposition Nord. Par contre, l'exposition Ouest est moyennement représentée.

### 5-3- La carte des altitudes

Le modèle numérique de terrain (MNT) établi à partir de la numérisation des courbes hypsométriques, a permis de réaliser la carte altimétrique (figure n°43). Celle-ci donne une vue synoptique du terrain et renseigne sur sa géomorphologie.

L'examen et l'exploitation de ces données, permet de mettre en évidence que l'altitude varie de 920m à 1120m.

## Carte des altitudes de Zenadia et Gaoua

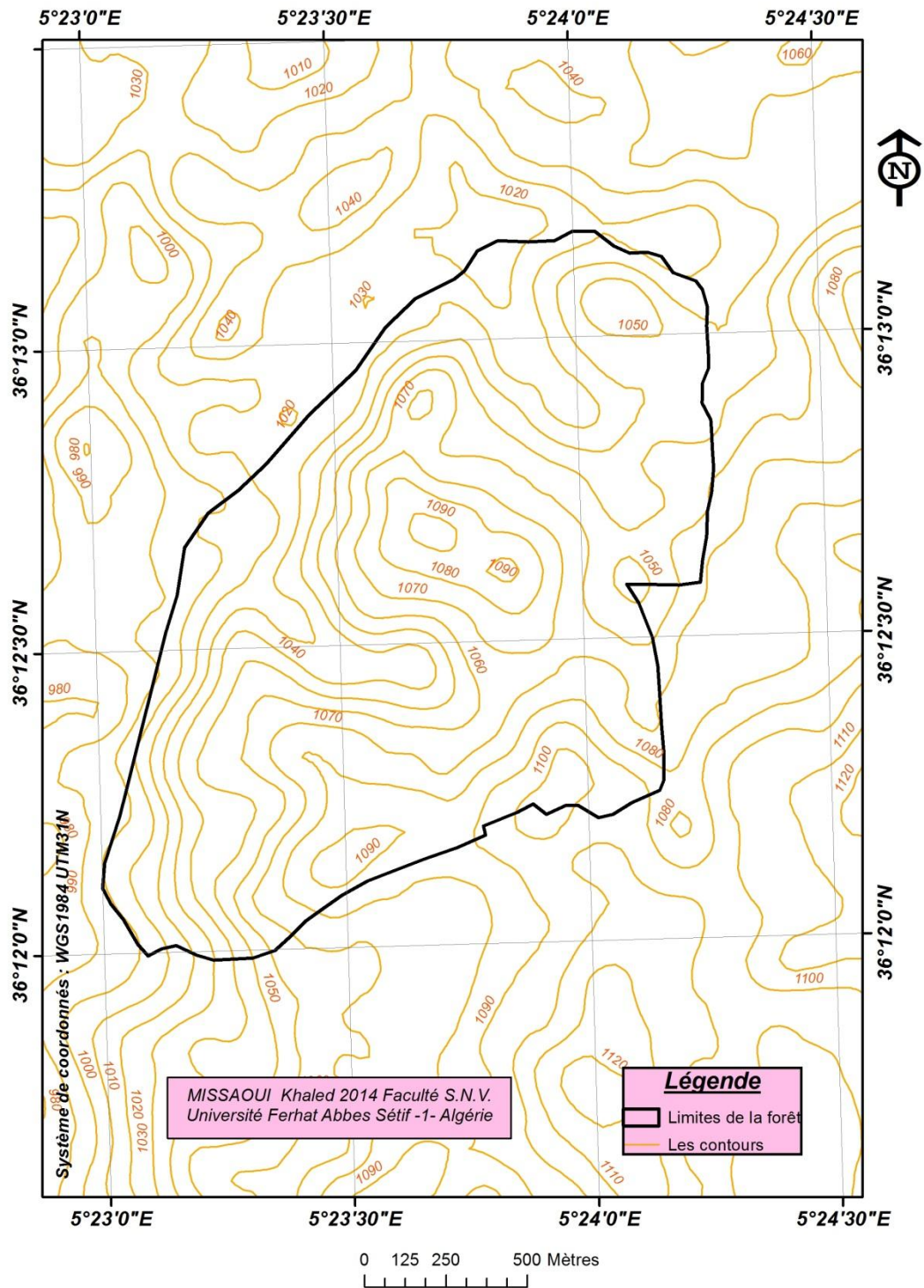


Fig. 43. La carte hypsométrique de la forêt de Znadia et Gaoua

## 6- Proposition d'un plan d'aménagement

Les boisements périurbains de Znadia et Gaoua offrant des potentiels, et après cette étude, on a constaté qu'il faut valoriser ces deux boisements afin de répondre aux différents objectifs, notamment,

- Aménager et gérer ces boisements.
- Organiser la protection et garantir la pérennité des milieux et des paysages de notre site d'investigation.
- Gérer durablement l'espace forestier et sa richesse .
- Sensibiliser le public et les générations futures de l'importance de la protection de l'environnement et la conservation du patrimoine naturel.
- Conservation des milieux naturels et l'introduction des espèces qui sont adaptées aux conditions du milieu, climatique édaphiques etc...
- Le projet s'attachera notamment à lutter contre l'extension de la ville et les incendies.
- Création des conditions favorables pour l'accueil de différentes catégories du public.
- Initiation de la notion de l'écotourisme au sein de notre société.
- La programmation des sorties pédagogiques pour les classes éducatives.
- Aménager, entraîne une activité socioéconomique, permet de créer des postes d'emplois et des entreprises locales.

Les infrastructures envisagées dans notre démarche sont :

### 6-1- Un écomusée

L'opération prendra en compte le milieu et prévoit sa gestion à long terme, dans un cadre de développement durable.

Le rôle des gestionnaires est d'offrir une découverte agréable et une diversité visuelle du paysage forestier (figure 44).

L'écomusée sera installé à côté de la route nationale n° 75, tout prêt de la circonscription des forêts.

A l'intérieur du musée, on envisage d'installer une salle d'exposition dans laquelle on organise une représentation générale de toutes espèces végétales et animales de notre pays.



**Fig. 44.** Exemple d'un écomusée

#### 6-2- Le jardin botanique et le laboratoire des recherches scientifique

Ce jardin envisagé, sera un terrain d'éducation et d'expérimentation dans le but de mettre des travaux pratiques, aux jeunes écoliers et autres, apprendre aux personnes adultes la culture des plantes.

Le laboratoire envisagé, a pour but des recherches scientifiques, en vue de l'amélioration et le développement du boisement urbain en qualité d'adaptation des espèces.

On peut aussi installer une pépinière dans le cadre d'une activité socioéconomique, afin de répondre au besoin de notre population en matière de qualité de plantes d'ornement et aussi la création de postes d'emplois.

Le jardin peut se subdiviser en plusieurs parcelles, selon la thématique suivante :

- Parcelle des plantes aromatiques.
- Parcelle des plantes médicinales.
- Parcelle des plantes ornementales.
- Parcelles des plantes de collection.
- Parcelle qui contient des espèces forestières pour la diversification des deux boisements.

#### 6-3- Les boutiques

Ce sont des lieux destinés au public visiteur. Ils proposeront à la vente des produits tels que boissons, articles divers. Ces boutiques ont un intérêt socioéconomique (création d'emplois).

#### 6-4-Aire de jeux

Cette aire sera installée devant le portail n°1, sur le côté attenant à la cité Kaaboub. Cette aire de jeux est réservée pour les enfants, et sera implantée sur terrain plat avec disponibilité de tables et chaises en bois pour les familles accompagnatrices.

#### 6-5-Aire de pique-nique et récréation

Cette aire sera composée de deux parties, une aire installée auprès de l'écomusée, l'autre auprès du portail n°1. Ces aires comporteront des bancs, des tables en pierre ou en bois.

#### 6-6- Les points d'eau



Les toilettes dans ces boisements sont indispensables. Elles ont pour but d'assurer la propreté de l'endroit. Elles auront également un rôle socioéconomique puisqu'elles généreront des emplois destinés à leur entretien. Donc on a besoin de sources d'eau pour la gestion de ces sites.

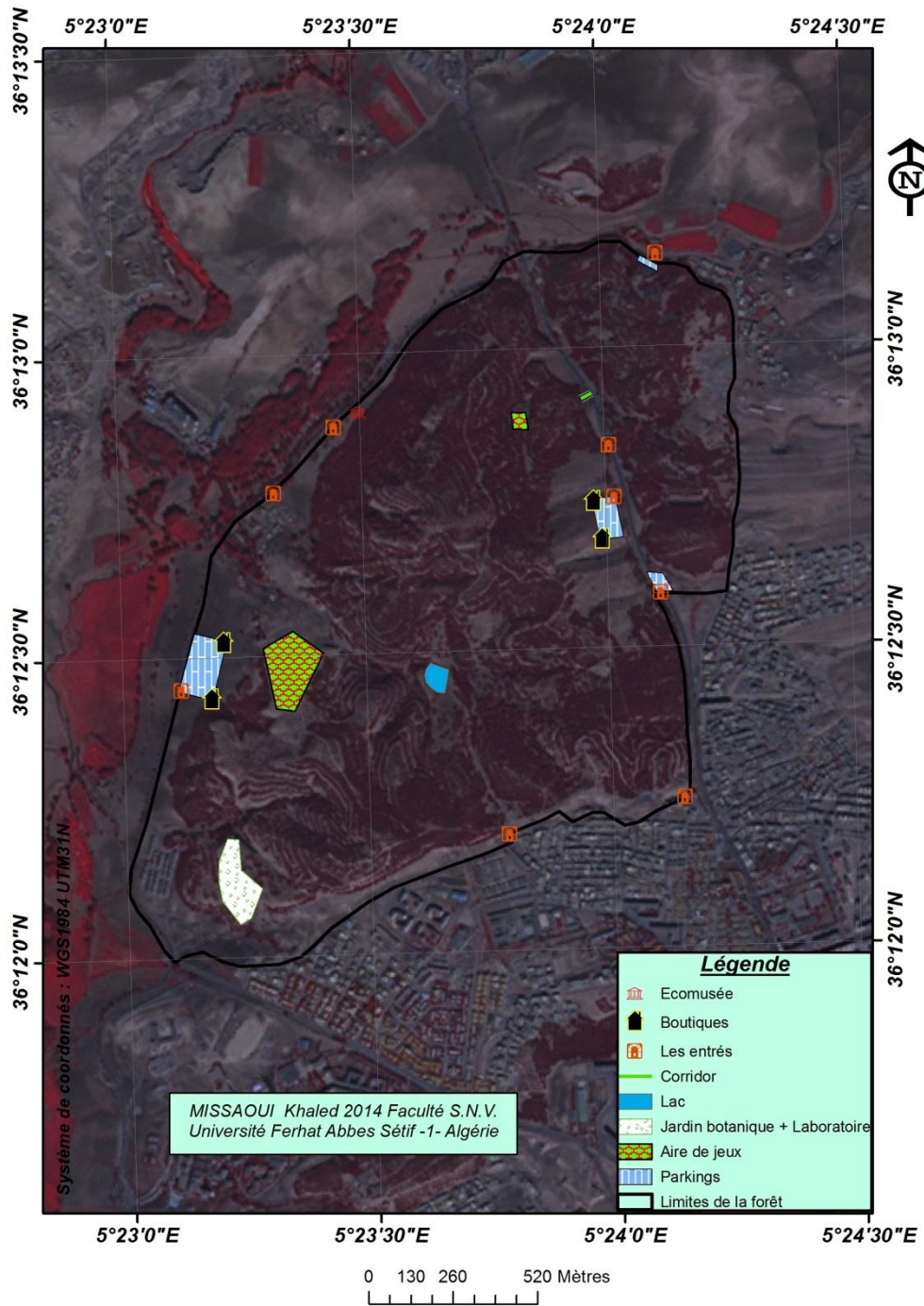
L'emplacement de la retenue d'eau au sein la forêt de Znadia (au Nord-Est du reboisement) est bien approprié. Vue la topographie de notre zone d'investigation, cette retenue est envisageable dans le but de créer un habitat pour les oiseaux et pour améliorer la biodiversité de la région.

#### 6-7- Les parkings

Ce sont des installations indispensables à l'accueil des visiteurs qui sont véhiculés pour leur majorité. D'autre part, ils serviront aussi à limiter la circulation et la disposition anarchique des véhicules à l'intérieur de la forêt. Nous pouvons aussi planter de façon esthétique des arbres, qui serviront par leurs ombrages pour les voitures, celles-ci devront être alignées sur deux rangées séparées d'un alignement d'arbres.

Toutes ces infrastructures sont représentées dans la figure n°45.

## Infrastructures au sein de la forêt de Zenadia et Gaoua



**Fig. 45.** Carte de la répartition des infrastructures sur image SPOT, au sein de la forêt de Znadia et Gaoua

## 6-8- Les panneaux de signalisation

### 6-8-1- Panneaux routiers

Pour assurer une bonne lisibilité et visibilité de la signalisation et des panneaux indicateurs, installer aux bords des différentes voies du réseau routier national, pour désigner la forêt avec une mention de kilométrage.

### 6-8-2- Panneau d'accueil

Ces panneaux sont destinés à délivrer des messages qui permettront à l'utilisateur de se situer à l'échelle du massif forestier et du territoire environnant. Ces panneaux seront installés à l'entrée principale de la réserve.

### 6-8-3- Panneaux d'information

Un panneau accessible à lecture, installé aux différentes entrées de la réserve à proximité des espèces pour donner une information ou une classification de cette espèce.

### 6-8-4- Panneaux d'orientation, panneaux-flèche

L'objectif de ces panneaux est l'orientation du public ou des visiteurs à l'intérieur de la réserve. Ils seront installés au niveau des sentiers et des carrefours.

### 6-8-5- Panneaux thématiques

On peut utiliser ce type de panneaux au service de l'information forestière (régénération, opérations sylvicole ou sur des particuliers : fixation des sols, réintroduction de la faune...).

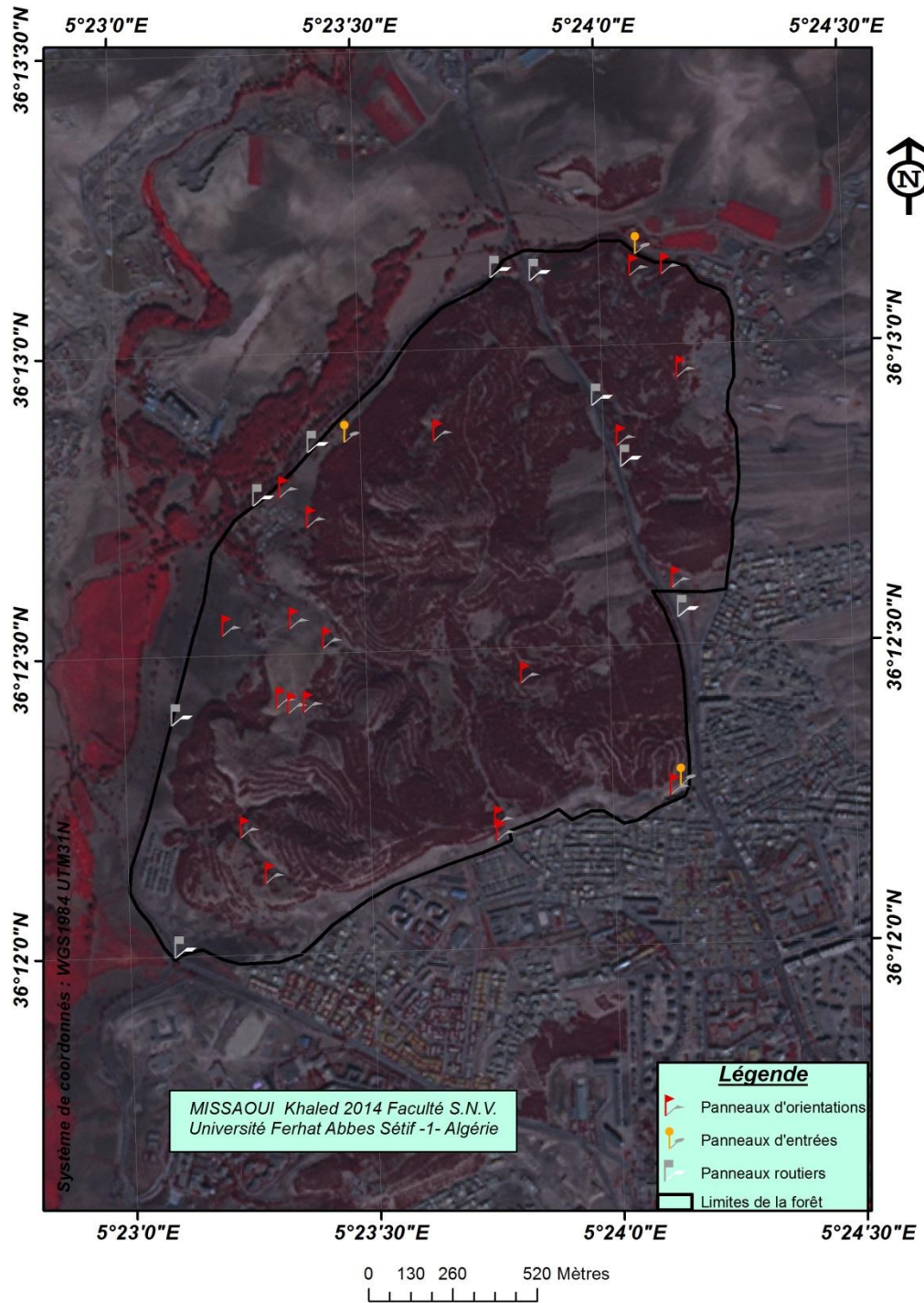
Les panneaux thématiques sont implantés dans l'objectif de fournir une information en relation avec les thématiques inhérentes. Un exemple de panneau est donné dans la figure suivante (figure n°46).



**Fig. 46.** Exemple d'un panneau d'accueil

La répartition des panneaux est représentée dans la figure n°47.

## Panneaux au sein de la forêt de Zenadia et Gaoua



**Fig.47.** Carte de la répartition des panneaux sur image SPOT, au sein de la forêt de Znadia et Gaoua

## 6-9- Le corridor

Le corridor assure la continuité écologique des deux boisements c'est un lien entre Znadia et Gaoua (figure 48).



**Fig. 48.** Exemple d'un corridor sous terrain

## 6-10- Réalisation des pistes et sentiers

### 6-10-1- Les pistes

On a deux sortes de pistes : les pistes cyclables et les pistes réservées au parcours présenté dans la forêt de Gaoua.

### 6-10-2- Les sentiers balisés

Ces sentiers seront réalisés selon les courbes de l'altimétrie, en formes spirales, avec un balisage en bois.

Le rôle des pistes et les sentiers, est de faciliter aux visiteurs la découverte et l'orientation au sein de la forêt. Sur le plan paysager, ces ouvrages représentent une importance primordiale dans l'aspect

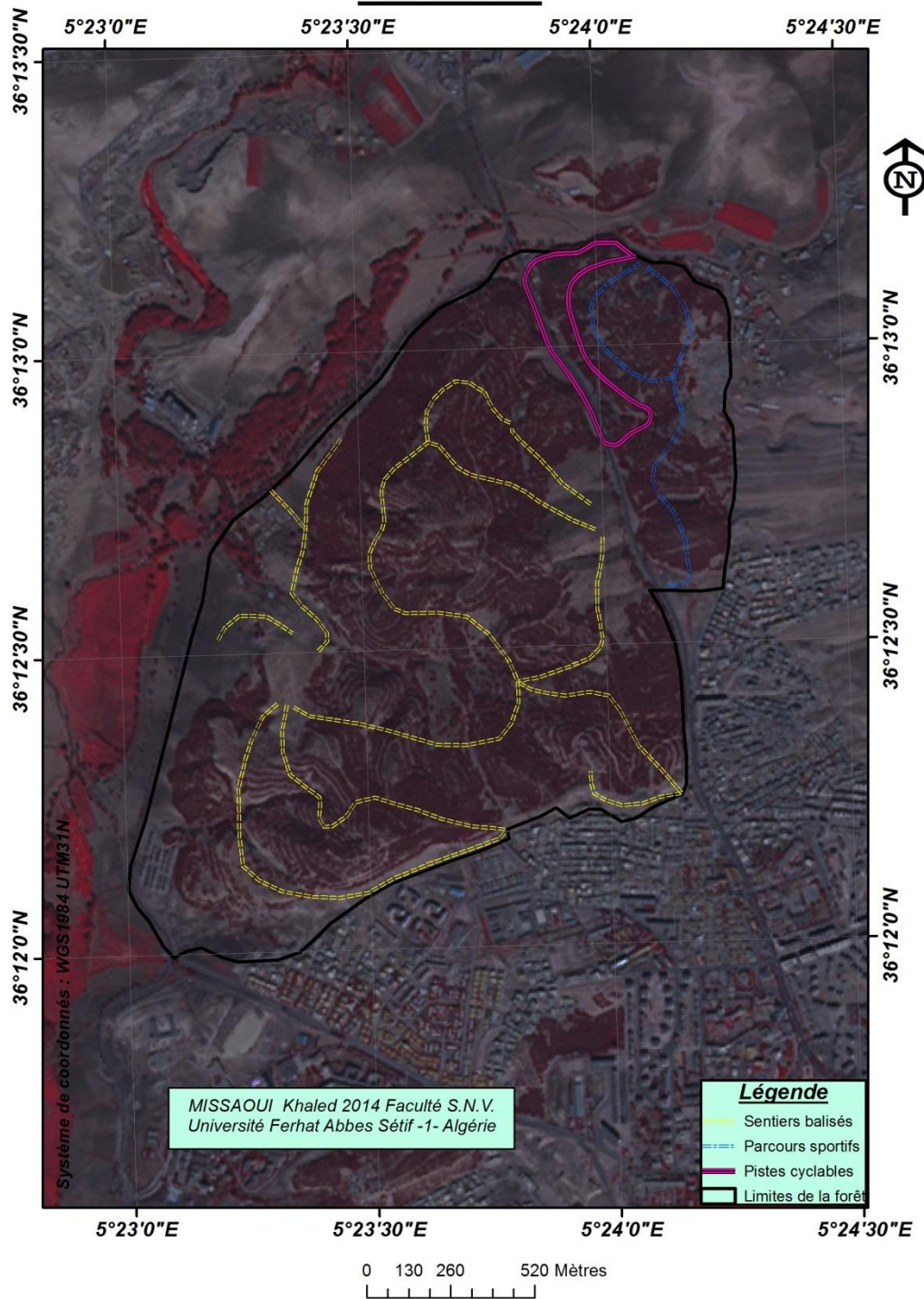
esthétique des deux reboisements. Les pistes peuvent être aménagées par différents types d'espèces arborescentes ou arbustives bien distinctes des autres formations végétales existantes.

#### 6-10-3- Les pistes cyclables

Ce sont des pistes aménagées au sein de la forêt de Gaoua et destinées aux publics sportifs.

Ces pistes et sentiers sont représentés dans la figure n° 49.

## Pistes et sentiers au sein de la forêt de Zenadia et Gaoua



**Fig.49.** La présentation des parcours et sentiers dans la forêt de Znadia et Gaoua, sur un fond numérique SPOT



#### 6-11- L'introduction des espèces

Après avoir proposé les différentes infrastructures au sein des deux reboisements, il est nécessaire de diversifier la formation végétale existante, dans le but de l'amélioration de la forêt et d'enrichir le sol.

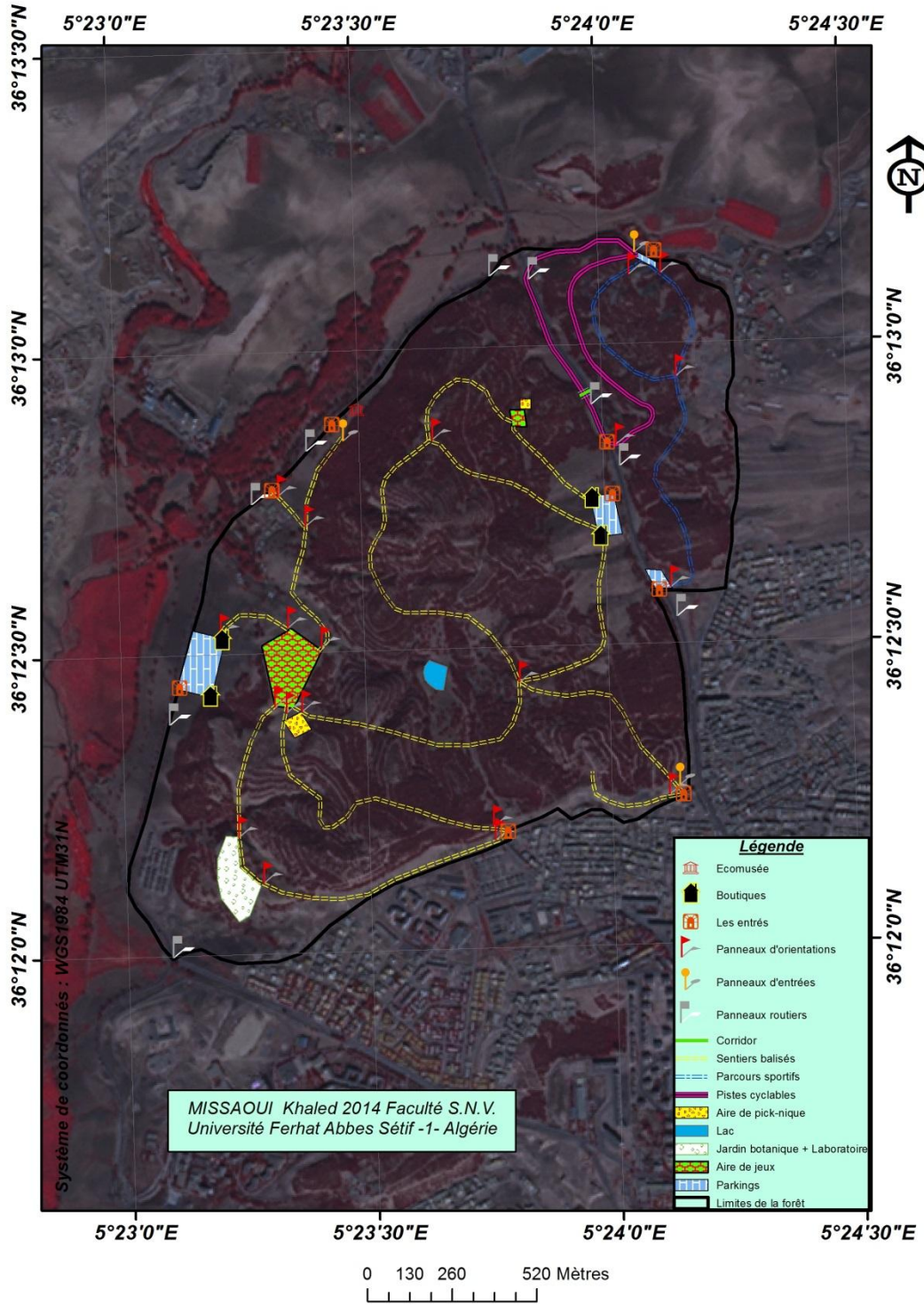
L'aménagement du site et l'introduction des espèces, et particulièrement le choix des espèces à introduire, doivent être soigneusement et mûrement réfléchis.

Malgré cette proposition d'aménagement, le choix de la végétation introduite s'inscrit dans une démarche de conception qui mène, après les besoins et l'environnement, à préciser la nature des écosystèmes périurbain et urbain dans notre pays. La liste des espèces proposées se trouve dans l'annexe 2.

#### 6-12- Carte de la proposition du plan d'aménagement

La représentation est faite sur un support numérique, de l'image Spot Juin 2013. Figure n°50

# Plan d'aménagement de Zenadia et Gaoua



**Fig. 50.** La proposition d'un plan d'aménagement de la forêt de Znadia et Gaoua, sur un support numérique Spot 2013

# *CONCLUSION GENERALE*

## **Conclusion**

L'agglomération de Sétif dispose à sa périphérie nord-ouest de deux boisements qui, s'ils étaient préservés, pourraient servir de lieux de détente pour les citadins. Ces lieux auraient été mieux exploités dans le cadre de la de préservation des milieux naturels, en sauvant ce qui existe par sa transformation boisements attractifs au public.

L'utilisation de différentes images satellitaires a permis d'appréhender les risques encourus par ces boisements notamment, ceux inhérents à l'étalement urbain et les constructions illicites à la périphérie et à l'intérieur ces boisements.

Les deux indicateurs construits à partir d'images satellitaires Landsat et Spot, et qui se sont focalisés sur l'occupation du sol, fournissent des grandeurs analysables spatialement et temporellement. Il s'agit d'une analyse visuelle sur les compositions colorées vraie et fausse couleur ainsi que l'abondance de la végétation. Leur calcul est basé sur le traitement multispectral des images de Landsat 5&7 et Spot 5 à deux dates différentes : l'analyse de la réflectance à partir des indices de végétations normalisés.

L'étude de ces images satellitaires, nous permet d'obtenir des informations objectives sur les caractéristiques spatiales et temporelles de l'occupation des sols. Elle a répondu aux objectifs du travail à un niveau pertinent d'adéquation à l'échelle de la ville.

Au terme de ce travail, il nous a été possible :

- D'acquérir une meilleure compréhension du lien et des échanges entre la ville et son environnement au niveau de l'occupation du sol ;

- De mettre en évidence l'apport des images satellitaires pour obtenir des informations quantitatives et qualitatives sur l'état de la zone d'étude ;

- De s'investir dans une autre voie de réflexion sur l'influence de l'étalement urbain sur son environnement par le biais des indicateurs spatiaux qui sont adaptés à l'échelle urbaine et périurbaine. Leurs méthodes de calcul, applicables d'une façon uniforme sur les quatre images, offrent l'opportunité de la mise en relation de différentes informations.

L'analyse de la variabilité spatiale et temporelle par rapport à l'occupation du sol nous a permis de conclure que :

- Les compositions colorées décrivent un état donné de l'environnement des boisements de Znadia et Gaoua qui sont des lieux de détente pour les citoyens de la ville de Sétif. Il s'agit de la diminution de couverture végétative et un étalement urbain très remarquable surtout à la proximité de la forêt de Gaoua ;

- Le calcul de l'indice de végétation normalisé (NDVI) à différents dates nous montre que ces boisements ont subi des actions de dégradation ces dernières années où une diminution progressive de la couverture végétative est enregistrée.

En vue de ces informations, nous avons établi un plan d'aménagement regroupant des infrastructures basiques comme les aires de détente et d'infrastructure à caractère éducatif comme l'écomusée et le jardin botanique. Ce plan d'aménagement a pour but l'enrichissement de la biodiversité de la forêt et l'initiation de la population aux notions d'écotourisme et de naturalisme.

En perspectives, nous proposons de faire des études plus approfondies en agrandissant la région et mettre en évidence la valorisation de ces boisements au sein de la wilaya.

# BIBLIOGRAPHIE

## **Bibliographie**

ABBAOUI M., 2011 - *La harat et la cite numérique de la ville de Sétif une contribution pour une démarche et un habitat groupe écologiques*. Thèse doctorat en sciences en architecture. Institut d'architecture et des sciences de la terre, Département d'architecture. 276p.

- ABDOU A., 2008 - *Signification et usage de l'indice pluviométrique au sahel, Science et changements planétaires/ Sécheresse*. Vol. 19, n°04, 227-35, octobre, novembre, décembre 2008, Article de recherche.
- AGUEJDAD R., 2009 - *Etalement urbain et évaluation de son impact sur la biodiversité, de la reconstitution des trajectoires à la modélisation prospective. Application à une agglomération de taille moyenne : Rennes Métropole*. Thèse / Université Rennes 2 Haute Bretagne sous le sceau de l'Université européenne de Bretagne pour obtenir le titre de Docteur De L'université Européenne De Bretagne *Mention : Géographie Ecole doctorale Sciences Humaines et Sociales*, 373p.
- ALLAIN R., 2004 - *Morphologie urbaine, géographie, aménagement et architecture de la ville*. Armand Colin, Paris, 254 p.
- BAGNOULS F., GAUSSEN H., 1953 - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat.*, vol8, pp 193-239.
- BERGER A., LACROIX P., LAVENU G., LESELLIER S., REYNAUD I., TOURNADRE G., GONZALEZ O., 2005 - ArcView 9 Niveau 1. Support de cours avec exercices pratiques et données. *Edition ESRI France, Meudon*, p. 388.
- BRUNET P., 1992 - *L'Atlas des paysages ruraux de France*. Paris, Ed. Jean-Pierre de Monza, 200 p., cartes III.
- BONN F., ROCHON G., 1992 - *Précis de Télédétection. Principes et Méthodes*, Québec, *Presses de l'université de Québec AUP ELF*, vol. 1, 485 p.
- BOUGHERARA A., LACAZE B., 2008 - *Identification et suivi des paysages et leur biodiversité dans la wilaya d'El Tarf (Algérie) à partir des images LANDSAT et ASTER. Communication aux XIème journées scientifiques de télédétection de l'AUF (Télédétection et gestion de l'environnement)*, Antananarivo, Madagascar, 3-7 novembre 2008.
- BOUDY P., 1952 - *Guide du forestier en Afrique du nord*. Ed La maison Rustique librairie Agricole, Horticole, Forestière et Ménager 26, rue jacob- Paris 6 .505p.

- BOUDY P., 1955 - Economie forestière nord-africaine. *Tome quatrième. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie*. 472p.
- BOUDJENOUIA A., FLEURY A., TACHERIFT A., 2006 - *Le statut de l'espace agricole périurbain à Sétif (Algérie) : réserve foncière ou projet urbain ?* Cahiers Agricultures vol. 15, n° 2, mars-avril 2006. pp. 221-226.
- BOUGE F., 2009 - *Caractérisation des espaces verts publics en fonction de leur place dans le gradient urbain rural*, PFE, Université François Rabelais-Tours 86 f.
- BOURAOUI I., 2007-*Croissance de petites villes algériennes. Cas d'el harrouch* Thèse de Magister en Architecture et urbanisme. Faculté des sciences de la terre, de géographie et de l'aménagement du territoire Département Architecture et urbanisme, Option : Faits urbains. Univ Mentouri Constantine. P173.
- BRAUN-BLANQUET J., PAVILLARD J., 1928 - Vocabulaire de sociologie végétale. *Reprod. Imp. Lemaire, Ardres*, 23 p.
- CERTU., 2009 - *Composer avec la nature en ville*, 315 p.
- CLERGEAU P., 2007 - *Une écologie du paysage urbain*. Editions Apogée, 137 p.
- COSINSCHI M., RACINE J B., 1998 - Géographie urbaine. In Bailly A. (dir.), *Les Concepts de la géographie urbaine*. Paris : Armand Colin, 333 p.
- DAGET P., 1977 - Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, mode de caractérisation. *Vegetatio*, Vol. 34, No. 2, pp. 1 – 20.
- DAVIS F., QUATTROCHI D ., RIDD M ., LAM N., WALSH,S., MICHAELSEN j., FRANKLIN J., STOW D., JOHANNSEN C., JOHANSTON C., 1991 – *Environmental analysis using integrated GIS and remotely sensed data: Some research needs and priorities*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol. 57, pp. 689-697.
- DE VILMORIN C., 1976 - *La politique d'espaces verts*, Centre de recherche d'urbanisme et Ministère de la culture et de l'environnement, 439 p.
- DONADIEU P., 1999 - *Entre paysages urbains et paysages ruraux, les campagnes urbaines*, Laboratoire de recherche sur l'agriculture urbaine, 9 p.



DONADIEU P., 2000 - Entre paysages urbaines et paysages ruraux, Les compagnes urbaines in «Tassin et Daniel Thévenot. Du milieu naturel à la ville : Vers une gestion durable du périurbain, *Presse de l'Ecole des Ponts et Chaussées ENGREF*, 138 p.» DONADIEU P., 2012 - Science du paysage. *Laboratoire de recherche sur l'agriculture urbaine*. 274p

EHLERS M., EDWARDS G., Bedard Y., 1989 - *Integration of remote sensing with geographic information systems: A necessary evolution*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol. 55, pp. 1619-1627.

EMBERGER L., 1930 – Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. *C.R.Acad.Sc (191)* : 389-390.

EMBERGER L., 1939 - Aperçu général sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phytogéographique du Maroc au 1/500 000. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich*, 14, 40-157. + carte hors texte.

EMBERGER L., 1955 - Une classification biogéographique des climats. *Nature. Monspl. Série bot.*, (7): 3-42

ESRI ., 2004 - Utilisation d'Arc Map, Arc GIS 9, *ESRI 380 New York Street Realands*. ESRI *France 21*, 646p.

ESRI., 2009 - An overview of linear referencing – ArcGIS 9.1 Webhelp topic, 40 pages, [*En ligne*] <http://webhelp.esri.com> (dernière visite Mars, 2009)

FERRAS R., 1990 - Ville paraître, être à part. *RECLUS*, 143 p.

FORMAN R.T.T., GODRON M., 1986 - Landscape ecology, New York Wiley J. 619 p

GAO J., 2002 - *Integration of GPS with remote sensing and GIS: Reality and prospect* Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol. 68, pp. 447-453.

GASSAS D., KHALFI H., 1995 – *Contribution à l'étude dendrométrique de la peupleraie de Oued Bousssellem*. Mémoire d'ingénieur, univ Sétif pp.6-7.

GFDL., 2009 - Licence de documentation libre GNU.

- GHARBI Y., 1999 – *Les processus biologiques d'épuration dans les cours d'eau-flore et végétation de l'Oued Bousselem*, mémoire d'Ingénieur, univ Sétif.
- GHARZOULI R., 2007 – *Flore et végétation de la Kabylie des Babors Etude floristique et phytosociologique des groupements forestiers et post- forestiers des djebel Takoucht, Adrar Ou-Mellal , Tababort et Babor*. Thèse doctorat d'Etat en Biologie. Faculté des science Département de Biologie, Option Ecologie végétale Univ Sétif. P373.
- GOUNOT M., 1969 - *Méthodes d'étude quantitatives de la végétation. 1 vol. Ed. Mass. Paris, 314p.*
- GUINOCHET M., 1973- *Phytosociologie. Ed. Masson, Paris, 227p*
- HALIMI A., 1980 - *L'Atlas Bledeen : Climat et étages végétaux. O.P.U., Alger, 623p.*
- HESSAS N., 2005 - *Evaluation cartographique et évolution diachronique par télédétection du risque incendie de forêt. Simulation de la propagation du feu dans le bassin versant du Paillon, Nice, Alpes – Maritimes*. Thèse Doctorat, Institut de Géographie Alpine, Université Joseph Fourier – GRENOBLE I, France, 378 p.
- HOSSARD N., JARVIN M., 2005 - « *C'est ma ville* ». *De l'appropriation et du détournement de l'espace public*, l'Harmattan.
- KABIL H., 2010 - *Images satellitaires et indicateurs environnementaux ; application urbaine à l'agglomération de Strasbourg entre 1984 et 2001*, Thèse de doctorat, Faculté de Géographie et d'Aménagement, Université de Strasbourg, 234p.
- LAJOIE G., 2007 - *Recueil de travaux. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, département de géographie, université de la Réunion.*
- LHAFI A., 2010 - *Guide des forêts urbaines et périurbaines.*  
*Conception et impression 7et mutch Edition 2010, pp.15*
- LIMANI Y., 2008 - *Effet de l'extension urbaine sur les systèmes de production agricoles et l'écosystème prairial à Oued Bousselem -Sétif-*. Thèse de Magister en Agriculture et Développement Durable, Option : Production Végétale. Faculté des Sciences Département d'agronomie. 254p.

- LIPPIMAA T. 1935 - La méthode des Associations unistrates et le système écologique des Associations. *Acta Instit. Hort. Bot. Univ. Tartuensis*, 4, 1-Fév: 1-97.
- MAINI A., AGRAWAL V., 2007 - *Satellite Technology : Principles and Applications*, West Sussex, John Wiley & Sons, 558 pages.
- MANGIN D., 2004 - La ville franchisée, formes et structures de la ville contemporaine. *Edition de la Villette, Paris*.
- MESEV V., 1997 - *Remote sensing of urban systems: Hierarchical integration with GIS, Computers, Environement and Urban Systems*, vol.21, n°3-4, pp.175-187.
- MONIN E., DESCAT S., SIRET D., 2002 - « Le développement durable et l'histoire urbaine » in : *Les annales de la recherche urbaine (92)*.
- MURET J P., 1979 - *Espaces verts et qualité de la vie*, Ministère de l'environnement et du cadre de vie, 285 p.
- NICOT B H., 1996 - Une mesure de l'étalement urbain en France, 1982-90. *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, n° 1, mars, pp. 71-98.
- OUESLATI W., MADARIAGA N ., SALANIE J., 2008 - *Evaluation contingente d'aménités paysagères liées à un espace vert urbain. Une application au cas du parc Balzac de la ville d'Angers*, *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement*, 87, pp. 77-99
- PULLIAT G., 2007 - *Etalement urbain et action publique. L'exemple de la Seine-et-Marne. Gwenn. Master de Géographie*. Université de Paris 1 — UFR de Géographie. 107p.
- PUMAIN D., 1998 - Urban Research and Complexity. In Bertuglia C.S., Bianchi G. et Mela A *The City and its Sciences, Heidelberg, Physica Verlag*, 323-362.
- PUMAIN D., 2006 - *Systèmes de villes et niveaux d'organisation. Manuscrit auteur, publié dans "Morphogenèse. L'origine des formes, Bourguin P., Lesne A. (Ed.) (2006) 239-263"*.
- PROVENCHER L., DUBOIS J M., 1987 - *Précis de télédétection, vol. 4 : Méthodes de photointerprétation et d'interprétation d'images*. Presses de l'Université du Québec et Agence universitaire de la Francophonie, Sainte-Foy (Québec), 468 p.

- QUEZEL P., SANTA S., 1962 - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques. *Ed. Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS, Paris. vol. 1 & 2)* 1170 p
- QUEZEL P., 1978 - Analysis of flora of Mediterranean and Saharan Africa. *Ann. Missouri. Bot. Gard.*, 65 (2) : 479-534.
- QUEZEL P., 1980 – Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. : *Actualités d'Ecologie Forestière (éd : PESSON), Edition Gauthier Villars, Paris*, p. 205-256
- RICHER Y., De FORGES., 1999 -O L'aménagement des forêts périurbaines. *Rev. For. Fr.* LI - numéro spécial 1999. 9p.
- ROBIN M., 1995 - La Télédétection, *Paris, NATHAN, Géographie*, 318 p.
- ROGER A., 1997 - Court traité du paysage. *Paris, Gallimard, Coll. Sciences humaines*, 208 p.
- SCHAMA S., 1999 - Le paysage et la mémoire. *Paris, Le Seuil, traduit de l'anglais par José Kamoun.*
- SOBRINO J A., JIMENEZ-MUNOZ J C., PAOLINI L., 2004 - *Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM5*, *Remote Sensing of Environment*, vol. 90, n° 4 pp. 434-440.
- SHORT N M., 2000 - Remote Sensing Tutorial. *Edition NASA. [En ligne] <http://rst.gsfc.nasa.gov/>* (Dernière visite, Décembre 2010).
- TOUBAL O., 1986 - *Phytoécologie, Biogéographie et Dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie nord – orient.)*. *Cartographie à 1 / 25000*. – Thèse Doct. 3e cycle Joseph Fourier de Grenoble.
- TSAYEM-DEMAZE M., POLIDORI L., FOTSING J M., 2001 - *Caractérisation multi-échelle et multi-capteur de la déforestation tropicale amazonienne*. *Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et Télédétection*, n° 161, pp. 74-84.
- UNGERN-STERNBERG V., CUNHA D., 2003 - Impacts de l'étalement urbain. *Forum environnement : « développement urbain durable »*. 35p.

Sitographie :

Villedurable.org : Gestion durable des forêts urbaines. Consulter Décembre 2013.

[www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org) : La flore méditerranéen. Décembre 2013.

www.spotimage.com: Les bandes du spot. Mars 2014.

# ***ANNEXES***

## Liste des figures

Figure 1 : Plan de la ville de Sétif .....	5
Figure 2 : Photo de la fixation du sol, Znadia (2014) .....	12
Figure 3 : Photo du patrimoine forestier à Znadia (2014) .....	13
Figure 4: La fréquentation des citoyens des sites naturels de la ville de Sétif .....	16
Figure 5: Déchets au sein de la forêt de Znadia (2014) .....	17
Figure 6: Le pâturage au sein de la forêt de Znadia 2014 .....	18
Figure 7: Schéma simplifié des principes de la télédétection entre le satellite et la cible .....	22
Figure 8 : Localisation et limite administrative de la wilaya de Sétif ....	25
Figure 9 : Carte des limites administratives de la wilaya de Sétif .....	26
Figure 10 : Carte des limites de la ville de Sétif .....	27
Figure 11 : Extrait de la carte géologique de Sétif.....	30
Figure 12: Localisation de la forêt de Znadia et Gaoua sur un fond topographique de la wilaya de Sétif.....	33
Figure 13: Carte de situation des boisements Znadia et Gaoua .....	34
Figure 14 : Variation de la pluviométrie annuelle de la station de Sétif...35	
Figure 15: Variation de la pluviométrie mensuelle de la station de Sétif...35	
Figure 16 : L'indice pluviométrique annuel .....	37
Figure 17 : Régime saisonnier des précipitations de la station de Sétif ...38	
Figure 18 : Variation moyenne mensuelle, maximal et minimal des températures .....	38
Figure 19 : L'amplitude thermique .....	39
Figure 20: Variation moyenne mensuelle de l'humidité relative .....	40
Figure 21: La rose des vents .....	41

Figure 22 : Variation moyenne mensuelle de la vitesse des vents.....	41
Figure 23: Diagramme ombrothermique .....	42
Figure 24: Composition d'un SIG .....	50
Figure 25: Schéma démonstratif du calage d'un fond topographique à l'aide du MapInfo 10.5. ....	53
Figure 26 : Schéma démonstratif de différentes étapes du correction des images satellites à l'aide d'ENVI 4.7.....	55
Figure 27: Schéma démonstratif de différentes étapes de réalisation d'une composition vrai couleur à l'aide d'ENVI 4.7.....	57
Figure 28 : Le projet de la clôture de la forêt de Znadia 2014.....	65
Figure 29 : Des constructions illicites à Gaoua.....	66
Figure 30 : Les corrections torrentielles photos 2014.....	68
Figure 31 : Superficies incendiées au sein de la forêt de Znadia 2008-2013.....	69
Figure 32 : Images de Landsat sur la zone d'étude en composition de couleur naturelle des bandes du visible (1.2.3), a : Image TM-5 en 1986, b : Image ETM+ en 2001.....	71
Figure 33 : Images de Landsat sur la zone d'étude en composition de fausse couleur des bandes du visible (2.3.4), a : Image TM-5 en 1986, b : Image ETM+ en 2001.....	72
Figure 34 : Répartition spatiale de l'indice NDVI en 1986 et 2001 (ETM+).....	73
Figure 35 : Images SPOT de la zone d'étude en composition de fausse couleur, année 2002.....	75
Figure 36 : Images SPOT de la zone d'étude en composition, fausse couleur, année 2013.....	76



Figure 37 : Répartition spatiale de l'indice NDVI de l'image SPOT, année 2002.....	78
Figure 38 : Répartition spatiale de l'indice NDVI de l'image SPOT, 2013.....	79
Figure 39 : Carte du MNT de la zone d'étude.....	81
Figure 40 : Carte des pentes de la forêt de <u>Znadia</u> et <u>Gaoua</u> .....	83
Figure 41 : Carte des expositions de la forêt de <u>Znadia</u> et <u>Gaoua</u> .....	85
Figure 42 : Histogramme représentant les expositions les plus fréquentes.....	86
Figure 43 : La carte hypsométrique de la forêt de <u>Znadia</u> et <u>Gaoua</u> .....	87
Figure 44 : Exemple d'un écomusée.....	89
Figure 45 : Carte de la répartition des infrastructures sur image SPOT, au sein de la forêt de <u>Znadia</u> et <u>Gaoua</u> .....	92
Figure 46 : Exemple d'un panneau d'accueil.....	94
Figure 47 : Carte de la répartition des panneaux sur image SPOT, au sein de la forêt de <u>Znadia</u> et <u>Gaoua</u> .....	95
Figure 48 : Exemple d'un corridor sous terrain.....	96
Figure 49 : La présentation des parcours et sentiers dans la forêt de <u>Znadia</u> et <u>Gaoua</u> , sur un fond numérique SPOT.....	98
Figure 50 : La proposition d'un plan d'aménagement de la forêt de <u>Znadia</u> et <u>Gaoua</u> , sur un support numérique Spot 2013.....	100

## Thème

### Aménagement et valorisation des boisements urbains et périurbains de la ville de Sétif.

Présenté par: **MISSAOUI Khaled** Directeur de thèse : **Gharzouli Rachid**

#### Résumé :

Notre travail avait pour but d'entreprendre une démarche scientifique dans le but d'aménager les forêts de Znadia et Gaoua en un parc écologique. Ce travail a consisté en premier lieu, à réunir le maximum d'information sur le site. En second lieu, on a effectué une étude analytique à l'aide des images satellitaires de Landsat- 5&7 et Spot-5 afin d'évaluer l'environnement de ces boisements. Les résultats obtenus montrent un étalement urbain significatif à la proximité de la forêt de Gaoua ainsi d'une diminution progressive de la couverture végétative au niveau de la forêt de Znadia. Dans ce cadre, un plan d'aménagement a été établi pour mettre en valeur ces deux sites au profit des citoyens, en les transformant en lieux de détente et de loisirs, et leur participation à la protection du patrimoine.

**Mots clés :** Znadia, Gaoua, aménagement, images satellitaires, étalement urbain, boisement

#### Abstract :

Our work was to undertake a scientific approach in the management of forest Znadia and Gaoua in an ecological park goal. This work was primarily to gather as much information on the site, and then carry out an analytical study using satellite images of Landsat-5 & 7 and Spot-5 to assess the environment of these plantations. The results obtained show a significant urban sprawl proximity to the forest Gaoua and a gradual reduction of vegetative cover at the forest Znadia. In this context a management plan has been prepared to highlight these two sites to attract city dwellers a place of relaxation and leisure and participation in heritage protection.

**Keywords:** Znadia, Gaoua, aménagement, satellite images, urban sprawl, afforestation.

#### ملخص

ان هذا العمل يهدف لإجراء النهج العلمي من أجل تهيئة غابة زنادية و قاوة الى حديقة بيئية. خطوات العمل تضمنت في المقام الأول جمع أكبر قدر من المعلومات على الموقع، ومن ثم إجراء دراسة تحليلية باستخدام صور الأقمار الصناعية لاندسات 5 و 7 و سيرت 5 لتقييم بيئة هذا التشجير. النتائج التي تم الحصول عليها تظهر الزحف العمراني الكبير قرب غابة قاوة وانخفاض تدريجي للغطاء النباتي في غابة زنادية. في هذا السياق تم إعداد مخطط لتهيئة هذين الموقعين لجذب سكان المدينة للاسترخاء والترفيه والمشاركة في حماية التراث.

#### الكلمات المفتاحية:

زنادية , قاوة, تخطيط, صور الأقمار الصناعية , الزحف العمراني , تشجير