

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE ALGÈRE

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

M^{lle} Makrrougrass Zohra

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité: Gestion durable de l'environnement

THÈME

**L'utilisation des images satellitaires dans la détermination des
facteurs de dégradation des écosystèmes agricoles**

(Facteur de l'étalement urbain)

Soutenu publiquement le 02/11/2016

DEVANT LE JURY :

Président : Mr Rguièg Yesaad Larbi

Encadreur : Mr Hartani Ahmed

Examineur : Mr Ferrah Tahar

Année universitaire 2015/2016

REMERCIEMENTS

Avant toute chose, je remercie Dieu, le tout Puissant, pour m'avoir donnée la force et la patience.

Un travail de recherche, nécessite le concours d'un certain nombre de personnes. C'est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont participé à sa réalisation.

Tout d'abord, nous tenons à remercier Mr Hartani Ahmed, directeur de ce travail pour ces conseils judicieux.

Nous remercions vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.

Nous remercions également à tous les enseignants du département d'agronomie..

Et enfin, tous ceux qui sont dans notre cœur et que nous n'avons pas cité.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à toute ma famille et à tout mon entourage mais plus particulièrement :

A mes chers parents, à mes frères et sœurs et, surtout à mon grand père.

A mes amies Mahdjouba, Fatima, Halima, Amel.

Mes camarades du parcours gestion durable de l'environnement.

Résumé

Les ressources naturelles non renouvelables au niveau de notre pays sont actuellement menacées de disparition sous l'effet conjugué des activités humaines et du changement climatique. Les changements d'occupation du sol sont des facteurs clés du développement durable. L'apport des images satellitaires dans la détection des changements d'occupation du sol, grâce à l'utilisation de la télédétection et du système d'information géographique, nous a permis de faire une étude diachronique à partir des traitements effectués sur une série d'images satellitaires de Landsat 4 TM 1987 et une image Landsat 5 ETM + 2010, afin de constater la dégradation des milieux naturels dans le semi-aride pour déceler les changements de l'occupation du sol qui affectent notre zone d'étude (Relizane)

La présente étude a pour objet de mettre en relief la nature et l'ampleur des facteurs et paramètres qui contribuent à la dégradation des ressources naturelles renouvelables au niveau de la wilaya de Relizane, soumise à des pressions anthropiques et climatiques, constituant une menace directe pour le renouvellement de ces ressources de la zone d'étude.

Les résultats obtenus des traitements des images satellitaires montrent bien qu'il y a une grande surface de terre agricole perdue ou bien dégradée par le phénomène de l'étalement urbain.

Mots clés : dégradation, ressources naturelles, l'étalement urbain, Relizane.

Abstract

Renewable natural resources in our country are currently threatened with extinction under the combined effect of human activities and climate change. The land use change are key factors for sustainable development. The contribution of satellite images in detecting land cover change through the use of remote sensing and geographic information system has enabled us to make a diachronic study from the treatments carried out on a series of satellite images of Landsat 4 TM 1987 and ETM + image of Landsat 5 ETM + 2010 to see the degradation of natural environments in the semi-arid to detect changes in land use that affect our study area (Relizane)

This study aims to highlight the nature and extent of the factors and parameters that contribute to the degradation of renewable natural resources at the Relizane, subject to anthropogenic and climatic pressures, constituting a direct threat to the renewal of these resources in the study area.

The results of treatment of the satellite images clearly show that there is a large area of agricultural land lost or degraded by the phenomenon of urban sprawl.

Keyword: degradation, natural resources, urban sprawl, Relizane.

Liste des figures

Fig. 01 : Définition de SIG

Figure02 : Les principales Composantes d'un SIG

Figure 03 : Principe de base de la télédétection

Figure 04: le système de télédétection

Figure 05 : Carte de répartition administrative de la wilaya de Relizane

Figure 06 : les pentes de la wilaya da Relizane

Figure 07: Répartition générale des terres au niveau de la wilaya de Relizane.

Figure08 : Températures moyennes mensuelles et annuelles (Relizane 2004-2014).

Figure 09: Répartition de la pluviométrie dans la wilaya de Relizane.

Figure 10: Précipitation moyenne mensuelle.

Figure 11: diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens (1953).

figure12 :Armature urbain de la wilaya de Relizane.

Figure13 : le remplissage des informations de l'image souhaitée

Figure14 : le choix du satellite sur site.

Figure 15 : plan de la wilaya de Relizane

Figure16 : Composition colorée fausse couleur-1987

Figure17: Composition colorée fausse couleur-2010

Figure18 : Composition coloré vrai couleur-1987

Figure19: Composition coloré vrai couleur -2010

Figure20 : Indice de cuirasse-1987

Figure21: Indice de cuirasse-2010

Figure22 : Agglomération chef lieu Bendaoud

Figure23 : Agglomération chef lieu Bourmadia

Figure24 : Agglomération Relizane (Nord)

Figure25 : Méthodes de détection des mutations urbaines

Liste des tableaux

Tableau 01 : Avantage et inconvénients du format raster et vecteur.

Tableau 02 : Des températures moyennes mensuelles et annuelles (Relizane 2004-2014)

Tableau 03: Précipitation mensuelle et annuelle.

Tableau 04 : Etat du foncier dégagé par les PDAU approuvés

Tableau 05 : Vocation du foncier dégagé par les PDAU approuvés

Tableau 06 : Disponibilité foncière par commune et par secteur d'urbanisation

Tableau n 07: comparatif des estimations comprises dans chaque méthode

Tableau 08 : Schéma méthodologique de l'estimation de la superficie du bâti

Liste des abréviations

AEP : Alimentation de l'eau potable

AU : A urbanisé

ENVI: Environment for Vizualizing Images

Hab :Habitat

IGU : l'Union Géographique International

IC : Indice de cuirasse

IDL : Interactive Data Language

IV: Indices de végétation

M : Température moyenne mensuelle des maxima

m : Température moyenne mensuelle des minima

MSAVI : L'indice de Végétation modifié ajusté aux sols

ONS : Organisation national des statistique

Table des matières

Résumé	
La liste des figures	
La liste des tableaux	
Introduction.....	1
Méthodologie de travail.....	3
La problématique.....	3
Chapitre I	
I. Définition de concepts de base.....	4
I.1.Système.....	4
I.2.Ecosystème.....	4
I.3.Agro écosystèmes.....	4
II. La dégradation des ressources naturelles.....	5
III. Facteur de dégradation des écosystèmes.....	6
III.1.Facteurs indirect.....	6
III.2.Facteurs directs.....	7
IV.L'agriculture face à la dégradation des écosystèmes vitaux.....	8
V.L'étalement urbain (comme facteur de dégradation).....	9
V.1.La notion de l'étalement urbain.....	9
V.2.Aperçu succinct sur l'histoire de l'urbanisation en Algérie.....	10
V.2.1.L'époque coloniale.....	10
V.2.2.L'époque postcoloniale.....	10
V.3.L'organisation de l'espace algérien.....	11
V.4.L'étalement urbain en Algérie.....	12
V.5.Les facteurs augmentant l'étalement urbain.....	12
V.5.1.L'évolution de la population.....	12
V.5.2.Le rôle du transport dans l'étalement urbain.....	13

V.5.3.Les déplacements individuels motorisés	13
V.5.4Les évolutions socioculturelles.....	13
V.5.5.Les nouvelles formes de localisation des activités.....	14
VI. Les effets de l'étalement urbain.....	14
VI.1.Gaspillage d'espace.....	14
VI.2.La perte des identités spatiales.....	15
VII. Les enjeux environnementaux de l'étalement urbain.....	15
VII.1.Les effets sur les sols, les ressources en eau, et l'air	15
VII.2Les effets sur la biodiversité, les ressources naturelles.....	16
Chapitre II	
I. Introduction.....	17
II. Les systèmes d'informations géographiques.....	17
II.1.Définition du SIG.....	17
II.2Histoire du SIG (Système d'Information Géographique).....	19
II.3.Quelques domaines d'application des SIG.....	19
II.3.1.Ressources naturelles.....	20
II.3.2.Protection de l'environnement.....	20
II.3.3. Etudes urbaines.....	20
II.4.Composantes d'un SIG.....	20
II.5.Les données liées aux SIG.....	21
II.5.1. Les données raster.....	21
II.5.2.Les données vectorielles.....	21
II.5.3.Comparaison entre les deux types.....	22
III. La télédétection.....	23
III.1Définition.....	23
III.2.Objectif de la télédétection.....	23
III.3.Principes de base de la télédétection.....	24
III.4.Les principaux satellites d'observation de la terre.....	26

III.5.L'utilisation des images satellitaires dans la détermination de la tache urbain.....	26
IV. Logiciel utilisé (ENVI).....	27
IV.1.Définition.....	27
IV.2.Classification.....	28
Classification non-supervisée.....	28
Classification supervisée.....	29
IV.3.Les indices	30
IV.3.1.Indices de végétation.....	30
IV.3.2.Le MSAVI.....	31
IV.3.3. Indice de cuirasse (IC).....	31

Chapitre III

I. Présentation de la wilaya de Relizane.....	32
I.1.Situation géographique.....	32
I.2.Altitude et pente	33
I.3Les ressources hydriques à travers la wilaya.....	33
I.3.1Ressources en eau superficielles.....	33
I.3.2Ressources en eau souterraine.....	34
I.4.Le sol.....	34
I.4.1.Caractéristiques des sols.....	34
I.4.2.Ressources en sols.....	34
1.4.3. Occupation des sols.....	36
I.4.5.Répartition générale des terres.....	36
I.5.Hydrogéologie.....	37
I.6.Irrigation	38
1.7. Le milieu agricole	38
1.7.1. La superficie agricole.....	38
1.7.2. Répartition de la superficie utile par culture	38

I.8.Climat.....	38
I.8.1.Température	39
I.8.2.Précipitation	40
I.8.3.Diagramme ombrothermique.....	41
I.9.Évolution et répartition spatiale de la population	42
I.9.1.Comportement démographique au cours des périodes intercensitaires.....	42
I.9.1.1.Évolution globale de la population au cours de la période 1987/1998.....	42
I.9.1.2.Évolution globale de la population au cours de la période 1998/2008	42
I.9.3.Evolution de la population urbaine.....	43
I.9.3.1. Evolution de la population urbaine entre 1987 et 1998.....	44
I.9.3.2. Niveau d'urbanisation au recensement de 2008.....	44
I.10.Etalement urbain et disponibilité foncière.....	45
Chapitre IV	
1. Les coordonnées géographiques des deux images 1987et 2010.....	47
2. Les données utilisées	47
3. Logiciel utilisé	48
4. Détection de l'évolution urbaine par télédétection.....	49
4.1. Choix des canaux.....	49
4.2. Composition colorée.....	49
5. Méthodologie	50
6. Les étapes de détection des mutations urbaines	50
6.1. Première étape : l'estimation de l'extension urbaine.....	50
6.1.1. Méthode I: interprétation visuelle.....	50
6.1.2. Méthode II : indice de cuirasse.....	51

6.1.3. Choix et critique des méthodes.....	51
6.2. Deuxième étape : l'évaluation de l'extension urbaine.....	64
7. Estimation de la croissance urbaine durant la période 1987-2013.....	64
Conclusion.....	65
Référence bibliographique	

Introduction

L'Algérie est l'un des plus grand pays du continent africain avec une superficie de 2.381 millions km². Toutefois les ressources naturelles y sont limitées et fragiles, du fait de conditions climatiques et de leur distribution inégale à travers le territoire. **(PNAE-DD), 2002).**

Dans le contexte du développement durable des territoires, le sol constitue une ressource épuisable et non renouvelable qui interpelle tous ses utilisateurs à repenser son utilisation et sa gestion. Il se positionne actuellement comme étant une question mondiale à repenser continuellement pour ne pas compromettre les capacités des générations futures à répondre à leurs divers besoins.

Selon l'Organisation onusienne (2004), le foncier urbain, support de toutes sortes d'urbanisation, ne cesse de s'accroître au fil des années et pourra atteindre ou même dépasser les 60% des réserves foncières au niveau mondial d'ici l'an 2030. La croissance des besoins en foncier urbain se fait au même rythme que celle de la démographie en général et à un rythme plus accéléré dans les pays développés, ce qui se traduit par une forte pression sur le foncier agricole. . **(Lynda MECHERI, 2014)**

La stratégie de développement des années 70 et la démographie galopante ont engendré des phénomènes de concentration de la population vers une partie du territoire, le plus souvent au nord ou autour des grandes villes. 80% de la population nationale vit sur 14 % du territoire, notamment sur la bande littorale où l'industrie est installée. Durant les dernières décennies, l'habitat urbain a été privilégié par rapport à l'habitat rural (5 millions du monde rural ont rejoint la ville). L'urbanisation, qu'elle soit contrôlée ou non, s'est faite au détriment des meilleures terres agricoles (de la Mitidja et de Chlef pour le Centre, de la Bounamoussa pour l'Est et des plaines riches de l'Ouest). Il en a été de même pour les oasis fertiles du Sud (Biskra, Ghardaïa etc.) ; de 1962 jusqu'à 2004, 180.000 ha sont considérés comme perdus.

(BENDERRADJI Med El Habib, ALATOU Djamel, ARFA Azzedine Med Touffik BENACHOUR Kheireddine ;2006)

L'urbanisation rapide et massive est l'une des caractéristiques majeures qui singularisent la dynamique actuelle de la société algérienne. Aujourd'hui, la ville vit une crise urbanistique majeure. « La croissance urbaine mal maîtrisée, conjuguée à cette importante poussée démographique a eu un effet négatif sur les ressources naturelles et particulièrement celles de l'eau et de la consommation des terres, denrées rares et précieuses et en premier lieu les terres agricoles, provoquant une dépendance alimentaire du pays et aggravant par la même occasion sa balance des paiements. »(Secrétariat d'état chargé de l'environnement, « Algérie ; Action 21 », **(1997), p 2.)in Hayette HADEF,2011.**

La croissance urbaine a touché toutes les villes algériennes sans exception, parmi elles la ville de Relizane, objet de notre étude, elle a été comme plusieurs d'autres ville à travers le pays, victime d'un long processus d'urbanisation sauvage, de consommation des terres agricoles, de dégradation de l'environnement, le phénomène se poursuit et prend de l'ampleur de jour en jour.

Dans notre travail nous avons utilisé le logiciel ENVI pour comprendre et étudier le phénomène de l'étalement urbain dans la ville de Relizane et comment ce phénomène influe sur le foncier agricole.

Méthodologie de travail

La première partie

D'abord, nous allons entamer cette étude par une étude théorique. Celle qui est nécessaire pour la compréhension des concepts utilisés, tels que : l'étalement urbain(les causes, les effets...) et les SIG et télédétection (définition, concept, utilisation, traitement d'image satellitaire ...).

Dans la perspective de rassembler un maximum d'idées et de données sur le sujet. Notre recherche documentaire a été dirigée vers la lecture d'ouvrages, mémoires, articles, textes et la consultation de sites internet traitant le sujet.

A cela, il faudrait ajouter les données collectées à partir des différents services (DSA, conservation du foret, la DUCH).

La deuxième partie

Cette partie est basée sur l'analyse de l'exemple de la ville de Relizane. Il comprend la présentation de l'espace en terme physique ainsi des analyses climatiques, socio-économique de l'aire d'étude.

La troisième partie

Cette partie basée sur la compréhension de la dynamique de l'étalement urbain dans la ville de Relizane par l'utilisation de la télédétection et l'influence de cette dynamique sur la problématique du foncier agricole.

La problématique

En Algérie, le terroir fertile autour des villes va disparaître au profit d'une urbanisation incontrôlable.

Les besoins d'espaces pour l'habitat et le développement économique s'expriment essentiellement par une consommation de foncier non encore urbanisé.

Cette consommation de foncier « neuf » s'exerce essentiellement sur les terres agricoles. Elle se fait à un rythme qui n'est pas durable et constitue un véritable gaspillage.

La problématique générale de ce travail porte sur l'étalement urbain et l'évaluation de son impact sur les agro systèmes et sur l'environnement dans le cas d'une agglomération de la ville de Relizane. Elle peut être décomposée en 03questions de recherche principales :

-quel est l'influence de l'étalement urbain sur l'environnement ?

-quel est le rôle du système d'information géographique dans la mesure de phénomène de l'étalement urbain ?

-Comment a été l'extension de la ville de Relizane ?

I. Définition de concepts de base**I.1. Système**

PIERRE (1985) définit le système par un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisé en fonction d'un but, c'est à dire que les éléments en interaction sont organisés en fonction d'un but. Ce but sera par exemple dans le cas d'un écosystème, de maintenir l'équilibre et permettre le développement de la vie.

I.2. Ecosystème

Un écosystème est un système limité dans l'espace constitué par l'ensemble des communautés d'êtres vivants qui s'y trouvent et par l'ensemble des conditions énergétiques de l'environnement immédiat de ces êtres vivants (VICTOR, 1985).

L'écosystème est une entité fonctionnelle composée de plantes, d'animaux, de micro organismes et de substrats inorganiques de sol, roche ou eau. Ayant accès direct ou indirect à l'atmosphère et à la lumière comme source d'énergie.

Il se caractérise par l'interaction de ses différents constituants et existe à l'intérieur d'un climat déterminé.

L'être humain fait partie intégrante de l'écosystème.

Les ressources renouvelables naturelles : eau, sol, végétation sont des composantes de l'écosystème.

L'écosystème naturel est un système de référence fiable pour que nous puissions juger le degré de détérioration du milieu à la suite de l'action humaine et aussi apprécier les possibilités et les modalités de réhabilitation de ce milieu.

La biosphère est la partie du globe terrestre où se concentre la vie. Elle est le domaine de vie de l'être humain et des autres êtres vivants.

Elle est constituée de l'ensemble des écosystèmes marins, côtiers et d'eau douce (70 %) et des écosystèmes terrestres (30%). (Ibrahim, 1998).

I.3. Agro écosystèmes

C'est un ensemble de relations entre les cultures, les techniques de production agricole et le milieu environnant. Au sens large, l'agro écosystème est le terme désignant l'écosystème des cultures et des forêts. (VICTOR (1985)).

Pour RAMADE.F (1995), un agro écosystème est un système dans lequel la diversité spécifique est des plus réduites puisque l'homme y élimine de façon artificielle toute concurrence inter spécifique.

II. La dégradation des ressources naturelles

En Algérie, comme la plupart des pays en développement, la conjugaison de la pauvreté et de la croissance démographique dans les milieux naturels fragile aboutit à une dégradation de ressources non –renouvelables, ou difficilement renouvelables, notamment les forêts, les sols et les eaux. Ces dernières années, ce processus s'est particulièrement accentué du fait d'une exploitation excessive des ressources naturelles (pâtures), du défrichement et de la mise en culture de terres fragiles (**Badrani, 1996 ; Ansar, 2002 ; Benbrahim et al., 2004**).

Les interactions entre un milieu déjà fragile, l'irrégularité des précipitations, la recrudescence des périodes des sécheresses depuis 1970 et les pressions socio-économiques accrues ont augmenté la dégradation du milieu (**Abdessemed, 1981 ; Benmohammadi et al., 2000 ; DGE, 2001**) cette dégradation a engendré une situation nouvelle caractérisée par la réduction du couvert végétal, la diminution de la production fourragère et l'extension rapide de l'ensablement éolien dans les zones agricoles et non agricoles (**Bensaid, 2006 ; Benmesaoud et al., 2007**).

Le sol est actuellement considéré comme une interface dans l'environnement et une ressource pour le développement (Robert, 1996). Naturellement, le sol est une ressource lentement renouvelable. Or, du fait des activités humaines et des mauvaises relations actuelles entre les sols et les sociétés humaines, les sols sont soumis à différentes formes de dégradation, le plus souvent irréversibles. (BADRAOUI, 2006). La dégradation des sols est une problématique globale (**Oldeman et al., 1991 ; Scherr, 1999 ; Eswaran et al., 2001 ; Eswaran et Reich, 2002**) et complexe. La complexité tient à : i) la diversité des formes de dégradations, leurs interrelations et imbrications, leur extension, sévérité et réversibilité (**Van Lynden, 1995 ; Scherr 1999**) ; ii) la diversité des facteurs de dégradation, qui peuvent être naturels mais surtout anthropiques (**Oldeman et al., 1991 ; Van Lynden 1995**) ; iii) la difficulté d'établir des indicateurs, des seuils et des relations de cause à effet entre une forme de dégradation et ses impacts (**Eswaran et al., 2001 ; Scherr 1999**) ; et iv) la difficulté d'évaluer les impacts sociaux, économiques et environnementaux immédiats et sur le long terme, à l'endroit où les dégradations se produisent et au-delà (**Van Lynden 1995 ; Malik, 1998 ; Scherr, 1999 ; Eswaran et al., 2001 ; Lipper et Osgood, 2001**). Par ailleurs, les différentes perceptions disciplinaires et utilitaires du rôle du sol ont conduit à plusieurs définitions de la dégradation des sols (**Van Lynden, 1995 ; Malik, 1998 ; Eswaran et al., 2001**). Tout cela a contribué à

retarder la prise de conscience de la gravité du problème et de la nécessité de sa prise en charge.

On peut citer deux principales types de facteurs de dégradation des ressources naturelles : les facteurs naturels (dus au changement global planétaire) et les facteurs anthropiques (dus aux activités humaines)

Les principaux facteurs naturels de dégradation des ressources naturelles sont à la fois d'origines naturelle et anthropique. Parmi les facteurs naturels dominant la sécheresse, les inondations, les vents violents, les vagues de chaleur et la recrudescence des maladies végétales, animales et humaines.

Parmi les facteurs dus à l'homme, c'est le défrichement des terres, le surpâturage, la mécanisation non appropriée pour le travail du sol qui dominant auxquels s'ajoutent les incendies de forêts, la pression démographique, l'exploitation hors sol, une pression socioéconomique plus forte, une augmentation des besoins en eau, une augmentation des besoins alimentaires, une pression sur les sols et les écosystèmes, une urbanisation plus importante, un développement plus grand des infrastructures.

Dans le futur, l'évolution des facteurs anthropiques vont être accentués par la croissance démographique, l'augmentation des besoins alimentaires, l'amélioration du niveau de vie et les pressions sur les sols à cause de l'extension urbaine et du développement des grandes infrastructures.(**KEFIFA Abdelkrim, 2014**)

III.Facteur de dégradation des écosystèmes

III.1.Facteurs indirect

Les cinq facteurs de changement majeurs qui influencent les écosystèmes et les services qu'ils fournissent sont :

- les **changements dans la population** : cela comprend la croissance démographique et les migrations. La population mondiale a doublé au cours des quarante dernières années, atteignant 6 milliards d'habitants en 2000. La plus grosse partie de cette croissance a eu lieu dans les pays en voie de développement. Cependant, à l'heure actuelle, certains pays en voie de développement présentent des taux de croissance démographique très faibles alors que certains pays à hauts revenus ont des taux élevés à cause de l'immigration.
- les **changements dans l'activité économique** : l'activité économique mondiale a presque été multipliée par sept au cours des 50 dernières années. A mesure que le revenu par habitant augmente, la demande de nombreux services fournis par les écosystèmes s'accroît et la

structure de la consommation change également. La part des revenus consacrée à la nourriture, par exemple, diminue en faveur de biens et services industriels.

- les **facteurs sociopolitiques** : ces facteurs comprennent les processus de prise de décision et le degré de participation publique à ces décisions. Le mouvement vers des institutions démocratiques au cours des 50 dernières années a donné aux communautés locales plus de pouvoir d'action. Le nombre d'accords multilatéraux portant sur l'environnement a également augmenté.
- les **facteurs culturels et religieux** : dans ce contexte, la culture peut être défini comme les valeurs, les croyances et les normes que partage un groupe de personnes. Elle conditionne les perceptions du monde des individus et suggère des lignes de conduite qui peuvent avoir des impacts importants sur d'autres facteurs de changement tels que le comportement de consommation.
- la **science et la technologie** : le XXe siècle a été le témoin de progrès considérables dans la compréhension du fonctionnement de notre monde ainsi que dans les applications techniques de cette connaissance. Une grande partie de l'augmentation de la production agricole au cours des 40 dernières années est le fruit d'une augmentation du rendement par hectare plutôt que d'une expansion des terres. En même temps, les progrès technologiques peuvent aussi entraîner la dégradation de services fournis par les écosystèmes. Les progrès technologiques dans le domaine de la pêche par exemple ont contribué à réduire de façon significative les stocks de poissons marins.

III.2.Facteurs directs

Les facteurs directs de changement les plus importants comprennent entre autres : la transformation des habitats, le changement climatique, les espèces envahissantes, la surexploitation et la pollution.

A l'heure actuelle, dans la plupart des écosystèmes, la majorité des facteurs directs de dégradation des écosystèmes et de la biodiversité restent constants ou augmentent en intensité.

Les facteurs directs de changement les plus importants au cours des 50 dernières années ont été :

- **Dans les écosystèmes terrestres** : la modification de la couverture végétale, due principalement à la transformation en terres de culture et à l'application de nouvelles technologies contribuant à la production accrue d'aliments, de bois et de fibres. Seules les

régions inadaptées à la culture, comme les déserts, les forêts boréales et la toundra, demeurent largement inchangées par les activités humaines.

- **Dans les écosystèmes marins :** la pêche. Parmi les stocks de poissons marins sauvages exploités à des fins commerciales pour lesquels on dispose d'informations, près de la moitié sont pleinement exploités et sans aucun potentiel d'augmentation des prises de pêche. L'impact de la pêche a été particulièrement importante dans les zones côtières mais touche maintenant également la haute mer.

- **Dans les écosystèmes d'eau douce :** les changements dans le régime des eaux dus par exemple à la construction de grands barrages ; les espèces envahissantes qui peuvent entraîner l'extinction d'espèces ; et la pollution comme les fortes teneurs en éléments nutritifs.

Les facteurs directs de changement qui perturbent les écosystèmes côtiers sont multiples.

Près de 40% de la population mondiale vit sur l'étroite bande de terre à moins de 50 km de l'océan. Les pressions sur la pêche dans ces écosystèmes sont liées à toute une gamme d'autres facteurs de changement dont la pollution terrestre, fluviale et marine, la perte d'habitats, les espèces envahissantes et l'augmentation de la teneur en éléments nutritifs.

La plus grande menace qui pèse sur les **écosystèmes côtiers** est la transformation de ses habitats pour l'étalement urbain dans les zones côtières, le développement de stations balnéaires et de ports, l'aquaculture et l'industrialisation. (**rapport scientifique de consensus produit en 2005 par l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (EM) :**

"Millennium Ecosystem Assessment General Synthesis Report: "Ecosystems and Human Well-being")

IV.L'agriculture face à la dégradation des écosystèmes vitaux

L'agriculture offre des solutions intéressantes pour contrer toute une gamme de problèmes environnementaux, selon un rapport présenté par la FAO au Comité de l'agriculture réuni au siège de l'Organisation du 25 au 28 avril 2007.

L'agriculture est souvent responsable de la dégradation de l'environnement, notamment lorsque la production alimentaire déroge aux règles de durabilité ou lorsque les écosystèmes sont excessivement exploités ou encore du fait de l'épuisement des ressources naturelles.

Mais, dans le même temps, c'est sur les agriculteurs que repose la protection et l'exploitation durable des ressources naturelles; leur rôle est important pour arrêter la dégradation des écosystèmes vitaux, explique M. Alexander Müller, Sous-Directeur général de la FAO.

Une volonté politique est nécessaire pour stopper la dégradation des écosystèmes grâce à des changements au niveau des politiques, des institutions et des pratiques agricoles. L'agriculture doit figurer au centre de la scène si l'on tient à préserver l'équilibre écologique dont dépendent les générations actuelles et futures, ajoute M. Müller.

“En l'absence de ces changements, la dégradation environnementale menacerait la productivité agricole et la sécurité alimentaire.”

“Une bonne partie du débat sur la biodiversité, le changement climatique et la bioénergie se déroule sans la participation effective du secteur agricole et des ministères concernés. Cela doit changer. En outre, nous avons besoin, de toute urgence, d'une analyse mondiale sur les risques environnementaux liés à l'agriculture afin d'identifier des solutions au double plan écologique et économique.” (**rapport de la FAO, 2007**).

Dans cette perspective, l'objectif principal de cet essai est d'étudier et de mieux comprendre le phénomène de l'étalement urbain, ces impacts et ces facteurs et leur influence sur le sol.

V. L'étalement urbain (comme facteur de dégradation)

V.1 La notion de l'étalement urbain

Démarrant de cette déclaration de KOFI Annan, les pressions exercées par l'effort de développement économique, et social se traduisent en général par une dynamique urbaine accélérée, qui constitue un défi majeur à surmonter. Le développement urbain des métropoles se fait d'une manière incontrôlée, il englobe différents volets; économique, social, et spatial qui contribuent à l'étalement urbain et l'extension des surfaces urbanisées au détriment des espaces agricoles. Le phénomène d'étalement urbain qui caractérise nos périphéries métropolitaines conduit à des situations spatiales composites où s'imbriquent fragments construits et fragments agricoles.

L'étalement est une croissance incontrôlée dans une zone urbanisée, comprenant aussi bien le développement « par bonds », de grandes zones d'urbanisation monotone et uniforme, et parfois une urbanisation tout simplement banale. (**CAHN M, 2003**). L'INS précise en 1999 qu'il comprend les couronnes périurbaines et les couronnes multipolarisées de villes et d'agglomérations. Ces deux définitions admettent que l'étalement urbain comprend un aspect morphologique. Les extensions du bâti de la ville rejoignent et absorbent les villages périphériques.

Donc l'étalement des villes se traduit par une imbrication plus ou moins marquée d'espaces ruraux d'une part, et urbanisés d'autre part. (**HIRTZEL J, JOANNES P, 2010**).

La notion d'étalement urbain, initialement utilisée par les géographes anglo-saxons (Urban sprawl), désigne le phénomène d'extension de plus en plus vaste et discontinue de l'urbanisation, entraînant de profondes modifications des structures urbaines et des déséquilibres sociaux et environnementaux, il se traduit à terme, par des situations socio-économiques peu supportables pour certaines catégories de populations.

V.2.Aperçu succinct sur l'histoire de l'urbanisation en Algérie :

« Les villes Algériennes connaissent un certain nombre de difficultés qui l'empêchent d'atteindre le niveau des villes du monde développe d'en face » (Benkoula Sidi Mohammed el Habib, 2009).

V.2.1.L'époque coloniale

Au départ, c'était un urbanisme de style militaire comme l'indique Aleth Picard : « les villes algérienne, durant la période coloniale française, se sont constituées à la fois en référence à la modernité et à la civilisation exportée et une culture locale méditerranéenne ; trouvent leur fondement dans deux caractères principaux de la colonisation en Algérie : le contrôle du service du Génie durant les premières décennies puis le passage à une colonie de peuplement dès 1940 ».

Ainsi donc, dès 1948, l'urbanisme de style militaire a laissé place a un urbanisme fondé sur le principe de la fonctionnalité prenant en compte les préoccupations économiques.

Entre 1848 et 1928, 631 périmètres de colonisations ont été créés dont 475 villages édifiés pour abriter les colons. Ces villages ont été investis peu à peu par la population Algérienne et sont devenus des centres actifs dans leur espace. Ils se sont algérianisés progressivement pour qu'en 1910 la population algérienne dépasse enfin la population européenne des villages.

V.2.2.L'époque postcoloniale

La dynamique urbaine après l'indépendance a été marquée par le départ massif des européens laissant derrière des propriétés et des biens, ce qui a provoqué un important afflux de la population rurale vers les villes. Cette exode a conduit à une évolution rapide de la population urbaine atteignant un taux d'urbanisation de 32% riens qu'en 1966 ; taux qui n'aurait du être atteint qu'en 1986 selon la tendance antérieure (CNES Algérie).

La population rurale fuyant la pauvreté et aspirant a une vie meilleure s'est livrée a un exode massif vers les villes soit directement soit en passant par les centres urbains pour une période

d'adaptation mais dans les deux cas la population rurale échoue dans des bidonvilles et des cités d'auto-construction sur la périphérie. Ce phénomène s'est traduit par un solde migratoire de 2,6% par an soit 1,7 millions de ruraux qui sont partis en ville dans l'espace de 10 années.

Situation d'autant plus aggravée par l'arrêt de l'émigration vers la France en 1973 et un croit naturel qui a atteint 3% par an.

Durant la période 1966-1987, la population des villes s'est multipliée par 2,69. Cette situation a poussé les décideurs à réfléchir aux moyens de faire face à ce phénomène ce qui a donné naissance aux villages socialistes agricoles sans que cela ne donne de résultat palpable en matière de lutte contre l'exode rural. (**Guendouze Berrahail,**)

V.3.L'organisation de l'espace algérien

La mise en valeur coloniale de l'Algérie a mis en place un type d'organisation de l'espace prenant en compte les caractéristiques géographiques physiques du pays.

L'Algérie se répartit en trois grandes zones : la première, au nord, borde la Méditerranée et a une largeur de 50 à 100 km de l'ouest à l'est ; la seconde, d'une largeur de 200 à 300 km, entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien, comprend les hautes plaines constantinoises et les zones steppiques de l'ouest ; la troisième zone est le Sahara qui couvre les quatre cinquièmes du territoire.

C'est dans l'étroite bande littorale (1,7 % du territoire) qui borde la Méditerranée que se concentre près de 40 % de la population algérienne (245 hab./km²) et que se trouvent les terres agricoles les plus riches, les ressources en eau les plus abondantes et le potentiel forestier. Cette zone est la mieux dotée en infrastructures de transport et de communication (routes, voies ferrées, ports, aéroports) ainsi que de toutes les commodités (eau, électricité, téléphone) nécessaires à l'activité industrielle.

L'Atlas tellien au nord et de l'Atlas saharien au sud, sont handicapées par une faible pluviométrie (entre 200 et 400 mm de pluie par an) et l'absence d'un réseau hydrographique ramifié ; les cours d'eau sont des oueds secs pendant la majeure partie de l'année. Elles sont traditionnellement des zones céréalières et d'élevage ovin ; elles regroupent néanmoins plus de 50 % de la population totale de l'Algérie (60 hab./km²). Elles ont bénéficié, depuis l'indépendance, d'investissements industriels élevés alors que le développement des infrastructures routières et ferroviaires a été bloqué par la crise économique et financière de ces quinze dernières années.

L'espace algérien est ainsi caractérisé par un très fort indice de concentration de la population ; près de 90 % de la population sont concentrés sur les 12 % de la partie nord du territoire. Bien que légèrement en recul, cette concentration reste très élevée. (**Kamel Kateb, 2003**).

V.4.L'étalement urbain en Algérie

Les villes algériennes portent encore la marque de l'urbanisation qui caractérisa la période coloniale. Depuis l'indépendance, l'Algérie a connu une croissance urbaine spectaculaire (Actuellement, la population urbaine avoisine les 60% de la population totale selon le recensement de 1998 (**Chadli et Hadjiedj, 2003**). La forte croissance démographique qui a marqué les deux premières décennies de l'Algérie indépendante s'est accompagnée d'un exode rural et de flux migratoires importants ; ils ont entraîné un accroissement considérable de la population urbaine et une densification du Système urbain algérien. Cette croissance urbaine va être rapide et orientée vers les petites et moyennes agglomérations dans la partie Nord du pays et d'une façon brutale et mal contrôlé (**Guechi, Imane 2011**).

A l'image de beaucoup d'autres pays nouvellement indépendants, l'Algérie a connu un mouvement inadmissible en matière de croissance urbaine. Elle a du mal à maîtriser ses villes et leur croissance. Les métropoles consomment leur dernier terrain urbanisable et déversent leur trop plein sur les communes périphériques. Ce qui pose le problème du développement propre de ces communes et celui, de l'hypertrophie de ces zones métropolitaines. Cette croissance urbaine n'a été ni planifiée, ni organisée et s'est faite sous forme de quartiers ou agglomérations périurbaines illicites, de façon souvent éclatée avec une force d'accompagnement. Les privés construisent de façon illicite sur des terrains souvent déclaré impropres à l'urbanisation. Ainsi, les nouveaux quartiers réalisés sont en majorité mal structurés et les anciens se sont laissés dégrader. (**FEKKOUS Nadia ,2015**).

V.5.Les facteurs augmentant l'étalement urbain

Expression éclatante de la dynamique des villes ; l'étalement urbain n'en reste pas moins difficile à appréhender au regard essentiellement de l'importance des facteurs qui lui sont associés (**EnauL, 2011**). Les facteurs explicatifs du processus de l'étalement urbain, qui peut s'exprimer comme la combinaison de la périurbanisation de l'habitat et la délocalisation des activités du centre vers la périphérie, sont nombreuses et bien connus (**Aguejdad, 2009**).

V.5.1.L'évolution de la population

Le plus important des facteurs responsables de la croissance de l'espace bâti, est l'évolution de la population urbaine totale. Qui est sans doute le facteur le plus déterminant de la croissance de l'espace bâti .en effet historiquement, la croissance de la population s'est

traduite sur le temps par une extension surfacique de la ville. L'évolution de bâti n'est alors que l'expression du développement nécessaire de la surface allouée aux résidences dépendant en grande partie de l'élément humain. Lorsque le volume de la population augmente, la ville peut soit s'étendre soit se densifier, d'où l'importance de la capacité d'accueil de l'espace et des innovations technologiques en matière de construction (**Berchache Rafika, 2011**).

La répartition de la population sur le territoire national est fortement déséquilibrée. Selon l'office national des statistiques (ONS) –

- 37,81% de la population se concentre sur 1,9% du territoire national de la bande côtière soit une densité de population de 245 habitants au km².
- 52,57% de la population est répartie sur 10,7% du territoire national dans le nord intérieur, c'est à dire le Tell et la Steppe, soit une densité de population de 88 habitants au km².
- 9,62% de la population est répartie sur 87,4% du territoire dans le sud du pays avec 1,35 habitant au km².

V.5.2. Le rôle du transport dans l'étalement urbain :

Dans toutes les situations d'étalement urbain évoquées, le phénomène a été permis par le développement des transports modernes. Il est reconnu aujourd'hui que la mobilité a joué un rôle central dans l'évolution urbaine contemporaine. En particulier, les formes d'organisation sont différentes entre la ville traditionnelle à mobilité restreinte et la ville contemporaine à mobilité facilitée.

Cyril Enault signifie que : « Les progrès en matière de transport agissent de ce fait de manière significative sur l'évolution de la surface de la ville en modifiant les isochrones. Le bus, le train et surtout la voiture vont tour à tour être à l'origine de l'extension des cités. ».

V.5.3. Les déplacements individuels motorisés :

Le développement de l'automobile, devient un produit de large consommation, et qui a permis par la suite des dessertes plus importantes que les transports collectifs, il va ouvrir l'accès à des espaces fonciers plus disponibles, moins coûteux, mais dans un rayon de plus en plus éloignés des centres de la ville. Donc c'est important de dire que « *Le développement des réseaux de transport et la diffusion de l'automobile jouent un rôle essentiel pour expliquer les changements dans les formes urbaines* » (**Djelal Nadia, 2005**).

V.5.4 Les évolutions socioculturelles

L'évolution de la structure des ménages, une aspiration à un autre mode de vie, le rêve d'un logement individuel, ont induit, d'une façon générale, la recherche d'une certaine qualité de vie, d'un accroissement des besoins en logements, d'espaces résidentiels plus grands, ce qui a engendré la déconcentration de la fonction résidentielle qui se traduit de plus en plus par une diffusion spatiale jamais vue.

V.5.5. Les nouvelles formes de localisation des activités

Le développement des activités de service dans ces dernières années, se traduit par de nouvelles formes de localisations qui deviennent complexes et multiples. A des localisations classiques, situées dans le centre de la ville, espace privilégié car constituant un noeud d'interactions de toute nature, apparaissent en parallèle, des localisations périphériques, loin du centre, sur des espaces non seulement mieux adaptés aux besoins nouveaux et d'une meilleure accessibilité, mais aussi pour des raisons de coûts fonciers et de disponibilité plus grande d'espace. Ces délocalisations des activités contribuent à l'étalement et à l'extension des espaces urbains.

Il faut ajouter également que « *Dans les villes du sud de la Méditerranée, cause de l'étalement urbain, s'ajoutent deux autres facteurs spécifiques : la croissance urbaine et le développement de l'habitat non autorisé ou habitat informel* (DJELAL Nadia, 2005)

VI. Les effets de l'étalement urbain

L'étalement urbain pose aujourd'hui des questions d'ordre social, économique et écologique. L'extension non maîtrisée du bâti entraîne une dégradation des qualités paysagères et écologiques des espaces naturels et agricoles, ainsi qu'elle contribue grandement à l'effet de serre, en favorisant les déplacements utilisant la voiture.

VI.1. Gaspillage d'espace

Le premier reproche fréquemment fait à la forme urbaine d'étalement est celui du gaspillage d'espace, principalement lié à la faible densité et donc à la proportion importante du territoire sacrifiés pour ces développements. On a en effet un sentiment général de disparition des espaces naturels. Donc il a de véritables effets néfastes sur l'agriculture et même sur les qualités écologiques.

L'ensemble des terres consommées par l'urbanisation depuis l'indépendance est très important. Entre 1974 et 1987, la déperdition des terres agricoles a atteint 70.000 ha, le même phénomène a affecté près de 78.000 ha durant la période entre 1988-1996 (malgré des textes de loi instituant la protection des terres à vocation agricole et par conséquent interdisant formellement tout détournement de ces terres pour d'autres utilisations).

La pression sur les terres agricoles vient amplifier celle déjà enregistrée autour des zones urbaines, ou des villages et des centres ruraux sont fragilisés par l'expansion, peu réfléchie, de l'habitat péri-urbain; mouvement qui, au lieu d'impulser et de stimuler un développement de la vie rurale, a renforcé les dualités zones rurales- zones urbaines. **(BOUTALEB Kouider)**

VI.2.La perte des identités spatiales

Une faible place est accordée aux sites et ses caractéristiques naturelles, historiques cèdent la place à un seul critère d'influence : le prix du foncier. Le site n'a qu'une importance minime puisque le territoire est uniformisé et l'accessibilité garantie. C'est aussi que « *La technique du « copié-collé » est quant à elle bien plus rentable que l'adaptation à des contraintes locales. Ainsi, ces formes d'urbanisation sont quasiment les mêmes et participe à uniformiser les milieux urbains (PAROUCHEVA-LERUTH Boriana, 2008) ».*

VII. Les enjeux environnementaux de l'étalement urbain

Agence européenne pour l'environnement voit dans l'étalement urbain des impacts majeurs évidents dans l'augmentation de la consommation d'énergie ainsi qu'une plus grande consommation de l'espace et du sol.

VII.1.Les effets sur les sols, les ressources en eau, et l'air

L'artificialisation des sols induit un changement de la nature des sols qui entraîne des conséquences environnementales **(Alberti, 1999)** : d'une part l'imperméabilisation des sols, associée à des manques de prévention des risques, peuvent produire d'importantes inondations en période de crues.

Il a été constaté que l'artificialisation des sols a pour conséquence de réduire leur capacité de stockage de carbone. La quantité de carbone stocké dans les sols est à son maximum en forêt. L'étalement urbain contribue donc, via l'imperméabilisation des sols, à un ralentissement de la sédimentation du carbone. Les sols artificialisés ne permettent pas de stocker le carbone, à l'inverse des sols agricoles, en particulier des prairies permanentes **(Aguejdad, 2009)**. L'étalement participerait à diluer la pollution, l'étalement urbain ne semble pas être une forme de développement environnementalement intelligent. L'augmentation du transport individuel (principalement la voiture, mais pas uniquement), l'imperméabilisation des sols, l'énergie consommée pour la régulation de température dans les maisons (inférieur dans le cas de maisons accolées) et pour permettre la mobilité, la consommation générale de territoires et de ressources ne sont que quelques aspects qui permettent de critiquer l'étalement urbain sur le plan écologique.

VII.2 Les effets sur la biodiversité, les ressources naturelles

Le rapport mondial de l'**UICN (2009)** sur l'érosion de la biodiversité souligne le danger que représente l'artificialisation des sols comme un des facteurs importants de pression humaine sur les milieux naturels, matières premières et Oxygène ainsi que la filtration des polluants de l'eau et de l'air. Ils procurent aussi un habitat pour la faune et la flore indigènes et permettent la rétention et le stockage de l'eau. Plusieurs de ces habitats, comme les milieux humides, sont précieux et très fragiles autant pour leur fonction que pour la biodiversité qui s'y trouve. La fragmentation et le rétrécissement de ces espaces naturels provoquent des problèmes aux niveaux de la dispersion des semences, de la pollinisation, de la reproduction, de la migration, de la diversité génétique et de la viabilité des populations (**l'agence européenne de l'environnement, 2006**).

I. Introduction

Dans le monde contemporain, 80 % des informations ont une base spatiale (Laurini 2001), notamment des systèmes d'information spatiale pour les actualiser et les mettre à la disposition des usagers. Développés au Canada au début de la deuxième moitié du 20^{ième} siècle (Flanders 2006), c'est dans les années 1970, voire 1980 que les SIG ont connu une véritable expansion et se sont démocratisés (Longley et al 2001). Et leurs applications touchent actuellement tous les aspects de la société dans la mesure où elles vont de la prévention des risques naturels à la santé, du géomarketing à l'archéologie, de la gestion des outils économiques à la sécurité publique et défense (*military monitoring*), de la planification environnementale à l'urbanisation, entre autres (Longley et al 1999; Gatrell et Loytonen 1998).

La télédétection spatiale, s'appuyant sur des mesures au sol et combinée aux Systèmes d'Information géographique, apporte aujourd'hui une contribution décisive aux diverses questions qui se posent en matière d'environnement, de santé, d'aménagement du territoire, d'exploitation rationnelle des ressources naturelles ou de prévention contre les catastrophes naturelles.

La mise en œuvre de ces technologies de façon autonome et continue est conditionnée par un effort soutenu d'information, de formation, de renforcement de capacités et d'adaptation aux conditions locales d'utilisation. Dans ce contexte, la constitution et la consolidation d'un espace régional de formation, de recherche, de coopération et de mise en réseau, à même d'assurer la maîtrise et l'utilisation rationnelle des technologies spatiales et leurs applications au service du développement durable de la région devient une nécessité.

II. Les systèmes d'informations géographiques

II.1. Définition du SIG

D'après l'Union Géographique Internationale (IGU), un système d'information géographique est " le terrain commun entre le traitement d'information et plusieurs domaines utilisant les techniques d'analyse spatiale " (TOMLINSON, 1972 in INRA, 1991). Cette définition a été ajustée par BURROUGH (1986) comme " un ensemble puissant d'outils pour rassembler, stocker, extraire à volonté et visualiser les données spatiales du monde réel pour un ensemble particulier d'objectifs ". Une définition similaire est donnée par le centre national d'information géographique et d'analyse (NCGIA, 1987 in INRA, 1991), qui définit un SIG comme " un système de gestion de base de données informatisées pour

l'enregistrement, le stockage, la correction, l'analyse et la visualisation des données spatiales ”.

Selon **DIDIER (1990)**, un SIG est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire des synthèses utiles à la décision.

Une définition a été adoptée lors du colloque de Strasbourg (**novembre 1990 in INRA, 1991**) selon laquelle “ **un Système d'Information Géographique est un système informatique permettant à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace** ”.

Un Système d'Informations Géographiques est :

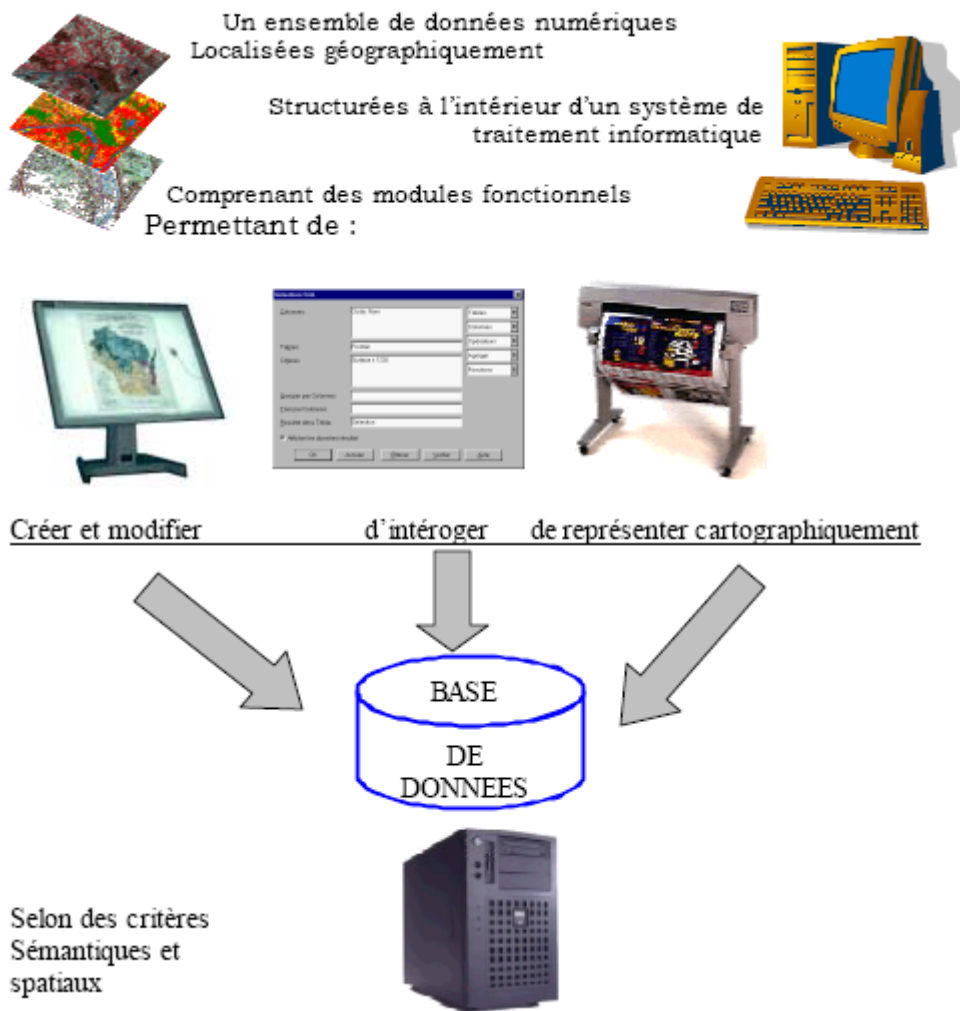


Fig. 01 : Définition de SIG (J.M Gilliot ,2000).

II.2 Histoire du SIG (Système d'Information Géographique)

La première application SIG, souvent citée en épidémiologie, est l'étude menée avec succès par le docteur John Snow. Il s'agit de l'épidémie de choléra dans le quartier de Soho à Londres en 1854 : ayant représenté sur un plan la localisation des malades et l'endroit où ils puisaient leur eau, il parvint à déterminer que c'était l'eau d'un certain puits qui était le foyer de contamination.

Dans les années 60, les cartes de l'Afrique de l'Est, trop nombreuses pour permettre de localiser les meilleurs endroits pour créer de nouvelles implantations forestières, font naître l'idée d'utiliser l'informatique pour traiter les données géographiques (SIG).

L'avancée de l'informatique encouragée par la prise de conscience environnementale ont permis l'usage des techniques et méthodes dans la science et l'aménagement du territoire. Le suivi, la gestion et la protection de la biodiversité sont également à l'origine de l'évolution des applications SIG. Depuis 1970, de nouvelles approches scientifiques transdisciplinaires et collaboratives ont vu le jour.

Maguire (1991) distingue trois périodes principales dans l'évolution des SIG :

Fin des années 1950 – milieu des années 1970 : début de l'informatique, premières cartographies automatiques

Milieu des années 1970 - début des années 1980 : diffusion des outils de cartographie automatique/SIG dans les organismes d'État (armée, cadastre, services topographiques ...)

Depuis les années 1980 : croissance du marché des logiciels SIG, développements des applications SIG, mise en réseau (bases de données distribuées, avec depuis les années 1990, des applications SIG sur Internet) et une banalisation de l'usage de l'information géographique (cartographie sur Internet, calcul d'itinéraires routiers, utilisation d'outils embarqués liés au GPS...), apparition de « logiciels libres » ou d'outils dédiés aux pratiques coopératives ... (<http://www.sig-geomatique.fr/sig-sig.html>)

II.3. Quelques domaines d'application des SIG :

Les SIGs sont utilisés pour gérer et étudier une gamme diversifiée de phénomènes :

-Gestion du cadastre, zonage, évaluation foncière, gestion de la qualité des eaux, entretien des infrastructures, études d'impact environnemental, schémas d'aménagement, etc.

-Localisation des câbles et des tuyaux souterrains, rééquilibrage des réseaux électriques, planification et entretien des installations, localisation des dépenses énergétiques, etc.

-Etudes de marchés, planification des développements et localisation des clientèles visées, analyse de la concurrence et des tendances du marché, etc.

-Epidémiologie, répartition et évolution des maladies et des décès, distribution des services sociaux sanitaires, plans d'urgence, etc

II.3.1.Ressources naturelles :protection des zones humides, études d'impact environnemental, évaluation du potentiel panoramique, gestion des produits dangereux, modélisation des eaux souterraines et dépistage des contaminants, études des habitats fauniques et des migrations, recherches du potentiel minier, etc.

II.3.2.Protection de l'environnement : étude des changements globaux, suivi des changements climatiques, biologiques, morphologiques, océaniques, etc.

II.3.3. Etudes urbaines : localisation à partir des adresses civiques, planification des transports, développement de plan d'évacuation, sélection de sites, planification et distribution des flux de véhicules, localisation des accidents, sélection d'itinéraires

II.4.Composantes d'un SIG

Le système d'information géographique intègre en plus de l'outil informatique qui manipule les données, plusieurs composantes qui font la spécificité d'un système complet. A chacune des composantes du système correspond un ensemble de fonctionnalités primaires : abstraction, acquisition, archivage, analyse et affichage. Parmi les principales composantes d'un SIG, on peut citer :

- Le système d'acquisition numérique des données qui permet de convertir l'information analogique sous une forme digitale compatible avec des traitements sur ordinateurs.
- Le système de gestion de la base de données géographique qui est un ensemble de programmes permettant la manipulation et la gestion facilitées des données thématiques.
- Le système d'analyse spatiale qui permet d'analyser les données sur la base de leurs caractéristiques spatiales.
- Le système de représentation cartographique qui permet de sélectionner des éléments de la base de données cartographique et de les représenter graphiquement sur écran ou sur imprimante.
- Les systèmes auxiliaires: c'est l'ensemble des procédures permettant le traitement numérique d'images aérospatiales et l'analyse statistique des données.

Le SIG est donc un système conçu pour travailler avec des données spatiales géo référencées qui établit un lien entre des entités localisées représentées sur une carte et les informations (attributs) qui les décrivent. Il permet d'accéder aux attributs (informations alphanumériques)

de n'importe quelle entité représentée ou de localiser une entité sur une carte à partir de ses attributs. L'entité et ses attributs constituent une couche ou thème.

Un ensemble de couches (ou thèmes) concernant une zone géographique constitue une base de données géographiques. (Dimitri Sanga et Bakary Dosso ,2007).



Figure02 : Les principales Composantes d'un SIG

Sources : <http://fr.wikipedia.org>

II.5. Les données liées aux SIG

II.5.1. Les données raster

La structure des données raster est une abstraction du monde réel où les données spatiales sont divisées de manière régulière en ligne et en colonne, à chaque valeur ligne / colonne (pixel) est associées une ou plusieurs valeurs décrivant les caractéristiques de l'espace, La discontinuée du modèle de données raster lui qualifié pour certains types d'opérations spatiales telle que la superposition, le calcul de superficie, ou la modélisation de simulation, (SKIDMORE, 2002).

II.5.2. Les données vectorielles

La structure de données vecteur est une abstraction du monde réel où les données de position sont représentées sous forme de coordonnées, Dans les données vectorielles, les unités de base des informations spatiales sont des points, lignes et polygones, Chacune de ces unités est composées simplement comme une série d'un ou de plusieurs points de coordonnées, par exemple : une ligne est une collection de points connexes, un polygone est un ensemble de lignes connexes. Les points sont couramment utilisés pour représenter les enregistrements individuels, bien que les polygones sont utilisés pour représenter les distributions d'espèces la végétation et les unités environnementaux. (SKIDMORE, 2002).

II.5.3.Comparaison entre les deux types

Tableau 01 : Avantage et inconvénients du format raster et vecteur.

	Avantages	Inconvénient
Format vecteur	<ul style="list-style-type: none"> -Grande précision. -Stockage plus compact des données. -Topologie complètement décrite par la liste des relations. -Représentation graphique précise. -Extraction, mise à jour et généralisation des Graphiques et des attributs possibles -Plus adapté à des objets discrets c'est à dire dont les limites sont parfaitement définies : limites administrative, données urbaines. 	<ul style="list-style-type: none"> Croisement thématique plus complexe et plus long -Structure des données complexe. -Combinaison, superposition très difficile à réaliser car chaque cellule est différente. -Technologie chère car de haute précision graphique. -Analyse spatiale coûteuse en temps de calcul.
Format raster	<ul style="list-style-type: none"> -Structure des données très simples. -Superposition et combinaison des données très aisées. -Analyse spatiale aisée. -Croisement thématique rapide et simple. -Technologie relativement bon marché et en plein développement -Plus adapté à des données dont les limites sont peu précises, données dont la valeur varie graduellement en fonction de la distance : altitude, géologie, Ph d'un sol 	<ul style="list-style-type: none"> -Précision liée à la taille. -Taille des mailles dépendantes du phénomène étudié. -Gros volume de stockage. -Topologie difficile à implanter. -Aspect visuel médiocre des documents

III. La télédétection

III.1 Définition

On peut donner plusieurs définitions de la télédétection :

« La télédétection est un moyen d'appréhender les objets et d'étudier leurs propriétés spectrales. Cela se fait en étudiant les caractéristiques des ondes électromagnétiques réfléchies ou émises par ces objets. Elle est basée sur le principe que chaque objet absorbe, émet, diffuse et réfléchit des rayonnements qui lui sont propres et que l'on peut enregistrer et analyser »

(DESHAYES *et al*, 1990).

La télédétection est une technique qui permet, à l'aide d'un capteur, "d'observer" et d'enregistrer le rayonnement électromagnétique, émis ou réfléchi, par une cible quelconque sans contact direct avec celle-ci. Le traitement et l'analyse des informations véhiculées par le rayonnement enregistré permettent d'accéder à certaines propriétés de cette cible : géométriques (position, forme et dimensions), optiques (réflexion, transmission, absorption, etc.) et physico-chimiques (température, teneur en eau, chlorophylle foliaire, phyto-masse, matière organique du sol,...), etc. (Soudani K., 2005).

« La télédétection est l'ensemble des techniques qui permettent, par l'acquisition d'images, d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre, sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et analyser l'information qu'il représente, pour ensuite mettre en application cette information.» (Site Web du Centre Canadien de Télédétection : (<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>).in Imessaoudene Narimene,2012)

III.2.OBJECTIF DE LA TELEDETECTION

La télédétection permet la production d'images ou de photographies qui, par l'interprétation des informations acquises, aboutit à des applications multiples et une meilleure gestion des ressources naturelles de notre planète :

- surveillance de l'environnement ;
- agriculture ;
- cartographie ;
- aménagement.

Les satellites, grâce à leur vision nouvelle des paysages ruraux, ont fait prendre conscience des possibilités immenses offertes par la télédétection dans la connaissance de l'agriculture et l'étude des paysages. On dispose là d'un nouvel outil de prospection qui peut

être envisagé en terme de complémentarité ou de substitution à une enquête classique au même titre que les photographies aériennes. Actuellement l'imagerie satellite est devenue accessible en permettant une grande souplesse et un coût d'utilisation très positif. (REMIL Rachid,2006)

III.3.Principes de base de la télédétection

La télédétection est le fruit de l'interaction entre trois éléments fondamentaux : une source d'énergie, une cible et un vecteur. Ainsi, l'oeil est un excellent dispositif de télédétection; il joue le rôle d'un vecteur qui estime la quantité et la nature d'énergie de la lumière visible réfléchie, produite par une source externe (soleil, projecteur, ..), et en déduit des informations à propos de notre environnement (cible).

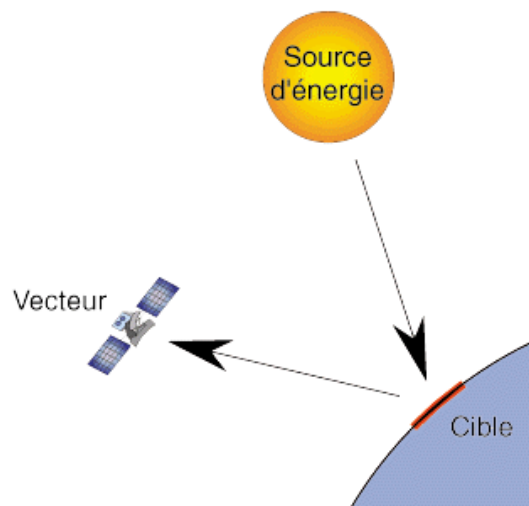


Figure 03 : Principe de base de la télédétection

<http://fad.ensg.eu/moodle/file.php/54/moddata/scorm/76/co/Contenu.html>

La cible est la portion de la surface terrestre observée par le satellite. Sa taille peut varier de quelques dizaines à plusieurs milliers de kilomètres carrés.

La source d'énergie est l'élément qui "éclaire" la cible en émettant une onde électromagnétique (flux de photons). Dans l'immense majorité des cas, la source d'énergie est le soleil. Néanmoins, la technologie RADAR nécessite qu'un émetteur soit embarqué sur le satellite, dans ce cas le satellite lui-même est source d'énergie. Il est également possible de mesurer la chaleur qui se dégage à la surface de la cible (infrarouge thermique), auquel cas c'est la cible qui est source d'énergie (bien qu'il s'agisse d'énergie solaire stockée et réémise).

Le vecteur ou plate-forme de télédétection mesure l'énergie solaire (rayonnement électromagnétique) réfléchi par la cible. Le vecteur peut-être un satellite ou un avion,

dominant la cible de quelques centaines de mètres à 36 000 kilomètres. Les capteurs embarqués sur le satellite mesurent le rayonnement électromagnétique réfléchi, puis un émetteur renvoie l'image sur Terre vers des stations de réception

Les étapes qui couvrent le processus de la télédétection et qui nouent les trois éléments fondamentaux -que sont la source d'énergie, le vecteur et la cible- sont les suivantes (figure 04):

- Le rayonnement provient d'une source d'énergie (1) ou d'illumination de la cible ;
- Il interagit avec l'atmosphère (durant son parcours « aller » et « retour » entre la source d'énergie et la cible) ;
- Une fois parvenue à la cible (2), l'énergie interagit avec la surface de celle-ci. Les propriétés de cette dernière ainsi que la longueur d'onde du rayonnement réfléchi ou émis dans les diverses fréquences du spectre électromagnétique procurent à la cible une sorte d'« empreinte digitale » : sa signature spectrale ;
- l'énergie diffusée ou émise par la cible, est ensuite captée à distance par un capteur embarqué à bord d'un satellite (ou d'un avion) (3) et enregistrée sous format numérique ;
- Cette information enregistrée par le capteur est transmise, souvent par des moyens électroniques, à une station de réception généralement située au sol où l'information est transformée en images (numériques ou photographiques) ;
- L'image traitée est par la suite analysée (4) et interprétée (5) (interprétation visuelle et/ou numérique) pour extraire l'information que l'on désire obtenir sur la cible afin de mieux la comprendre, d'en découvrir de nouveaux aspects ou pour aider à résoudre un problème particulier.

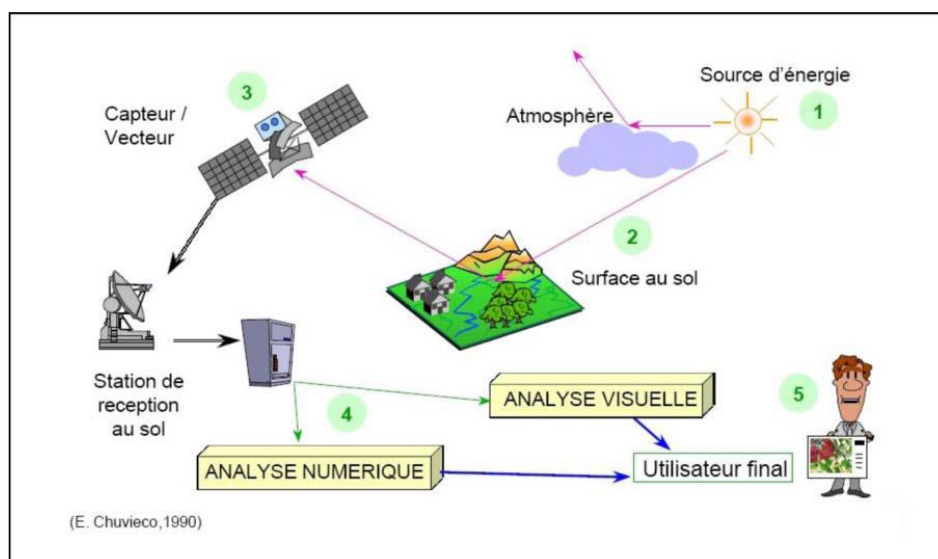


Figure 04: le système de télédétection (E. Chuvico, 1990)

III.4. Les principaux satellites d'observation de la terre :

On distingue les satellites géostationnaires placés sur une orbite équatoriale à 35800 km sont généralement des satellites météorologiques. Les satellites de télédétection à défilement ont une orbite quasi-circulaire polaire à une altitude située entre 700 et 900 km. Ces satellites ont une orbite héliosynchrone, c'est-à-dire que le satellite survole une latitude donnée à une heure locale sensiblement constante d'une révolution à l'autre. Ceci permet de bénéficier d'un éclairage solaire assez peu variable. Le satellite américain LANDSAT, le satellite multinational ASTER, le satellite français SPOT et le satellite algérien ALSATI appartient à cette catégorie. (Si Tayeb, 2006).

La combinaison des trois canaux permet d'obtenir des images en couleur. La taille du pixel est alors de 20 m. Ce satellite présentait de nettes améliorations par rapport aux satellites Landsat dont une résolution plus fine (jusqu'à dix mètres) et des possibilités d'acquisition stéréoscopique. Le principe de la stéréoscopie permettant analyse et vision en 3 dimensions, et construire des modèles numériques de terrain. Le cycle orbital du satellite (période de temps qui sépare deux passages au-dessus du même point) est de 26 jours. Il ne permet donc pas de suivre de façon précise l'évolution temporelle des couverts végétaux.

III.5 L'utilisation des images satellitaires dans la détermination de la tache urbaine

la « tache urbaine » est défini comme l'ensemble des occupations du sol « urbanisés » ou « artificialisés » en émettant l'hypothèse que cette « tache urbaine » fait référence à des zones habitées.

La télédétection présente de nombreux avantages pour l'analyse des dynamiques urbaines, **J-P Donnay** relève 6 domaines dans lesquelles la télédétection a prouvé son efficacité dans le milieu urbain (**DONNAY 2001**), il s'agit de

- la localisation et l'extension des zones urbaines
- la nature et la distribution spatiale des catégories d'occupation du sol
- le réseau de transport et ses infrastructures
- les statistiques et les indicateurs socio-économiques reliés
- les structures 3D
- les changements des formes selon le temps

Les projets de réalisation des planifications des milieux urbains et même la gestion des milieux urbains, aboutir par la télédétection les résultats suivantes :

-l'analyse des trajectoires d'évolution de l'occupation du sol par :

1. Identification du couvert végétal et urbain
2. Evolution de couverture urbain entre 2 périodes

-Délimitation des agglomérations, l'exploitation d'une classification simple de la continuité de bâti

Aboutir des résultats compétence et une meilleure analyse spécial pour prise de décision dans la gestion de consommation du sol. Comme la population de la terre augmente et que les économies nationales continuent de s'éloigner d'un système basé sur l'agriculture, les villes prennent constamment de l'expansion.

La croissance urbaine s'effectue souvent au détriment des terres agricoles ou des forêts productives envahies par ces irrésistibles poussées d'urbanisation. La croissance des villes est un indicatif du développement de l'industrialisation et elle a également un impact négatif sur la santé environnementale d'une région.

Le passage de l'utilisation rurale du sol à une utilisation urbain, est surveillé de manière à estimer la population, prévoir et planifier la direction de la croissance urbaine et pour effectuer le suivi des régions sensibles à certains dangers sur le plan environnemental.

L'établissement de refuges temporaires peut être surveillé, et la densité et l'importance d'une population peuvent être estimées.

L'analyse de changement d'utilisation du sol est importante afin d'assurer que le développement urbain n'empiète pas sur les plus appropriés pour éviter une dégradation due au voisinage urbain.

IV. Logiciel utilisé (ENVI):

IV.1. Définition

Le logiciel ENVI (**Environment for Visualizing Images**) offre une très bonne visualisation des données et l'analyse des images ayant des tailles et des formats différents et peut tourner sur les plates-formes suivantes :

- Les plates-formes UNIX (SUN, DEC, IBN, SGI et HP), LINUX.
- Microsoft Windows avec toutes ses versions.

Les développeurs du logiciel ENVI sont des scientifiques qui participent actuellement aux recherches concernant la télédétection ; ce qui fait de lui un produit en développement perpétuel et qu'il soit ainsi enrichi par des fonctions multiples relatives à des problèmes et des thématiques variés.

La force du logiciel ENVI réside dans son approche de traitement d'image qui combine les techniques du (file-based) et (band-based) avec des fonctions interactives. Lorsqu'un fichier

d'image est ouvert chaque bande est stockée dans une liste puis elle peut être manipulée par toutes les fonctions du système. Si plusieurs fichiers sont ouverts en même temps, on peut sélectionner les bandes qui vont être traitées.

ENVI affiche ces bandes en 8 ou 24 bit. Son groupe de fenêtres d'affichage consiste en 3 niveaux d'agrandissement (Normal image Windows, zoom Windows, et scroll Windows). Il permet de multiples superpositions facilitant ainsi la composition des images dans les différentes fenêtres d'affichage.

L'extraction et le lien (Link) spatial /spectral des données multi-bandes et hyper spectrales donnent à l'utilisateur une nouvelle façon de voir les données à haute résolution. ENVI offre aussi des outils interactifs pour visualiser et analyser des données vecteurs et des données attributives des SIG.

ENVI inclut toutes les fonctions de base pour le traitement d'image. Comme les outils de l'analyse spectrale, la transformation des données, le filtre, la classification, et la correction géométrique. ENVI ne limite pas le nombre de bandes spectrales à traiter c'est pourquoi ses outils sont utilisés pour les données multi-spectrales et hyper spectrales. Il inclut, également plusieurs fonctions permettant l'analyse des données radar.

En général, le logiciel dispose essentiellement de tous les outils nécessaires au traitement d'images dans différentes disciplines, et permet pour chacun d'implémenter sa propre stratégie d'analyse.

IV.2.Classification

Classification non-supervisée

La classification non dirigée utilise des techniques d'agrégation pour séparer les pixels en groupe (naturels) selon leur réponse spectrale. Les données sont classées en fonction de leurs caractéristiques spectrales, sans aucune information a priori sur la nature des objets à classer.

Une classe résultante est définie par un ensemble de pixels dont les valeurs radiométriques sont voisines les une des autres. Les pixels appartenant à des classes différentes sont supposés être faciles à dissocier. (**REMIL Rachid, 2006**)

Le principal avantage de cette méthode est d'être très rapide, puisqu'elle ne requiert pratiquement pas d'intervention de l'utilisateur. Son principal défaut est de se baser exclusivement sur les différences spectrales, qui ne correspondent pas toujours à des catégories naturelles d'occupation du sol. Par exemple, il est fréquent d'obtenir par classification non supervisée plusieurs classes correspondant à de la végétation herbeuse, mais une seule classe regroupant tout le tissu urbain, la voirie et les champs labourés, ce qui ne correspond normalement guère aux besoins des interprètes.(**KEFIFA Abdelkrim,2014**)

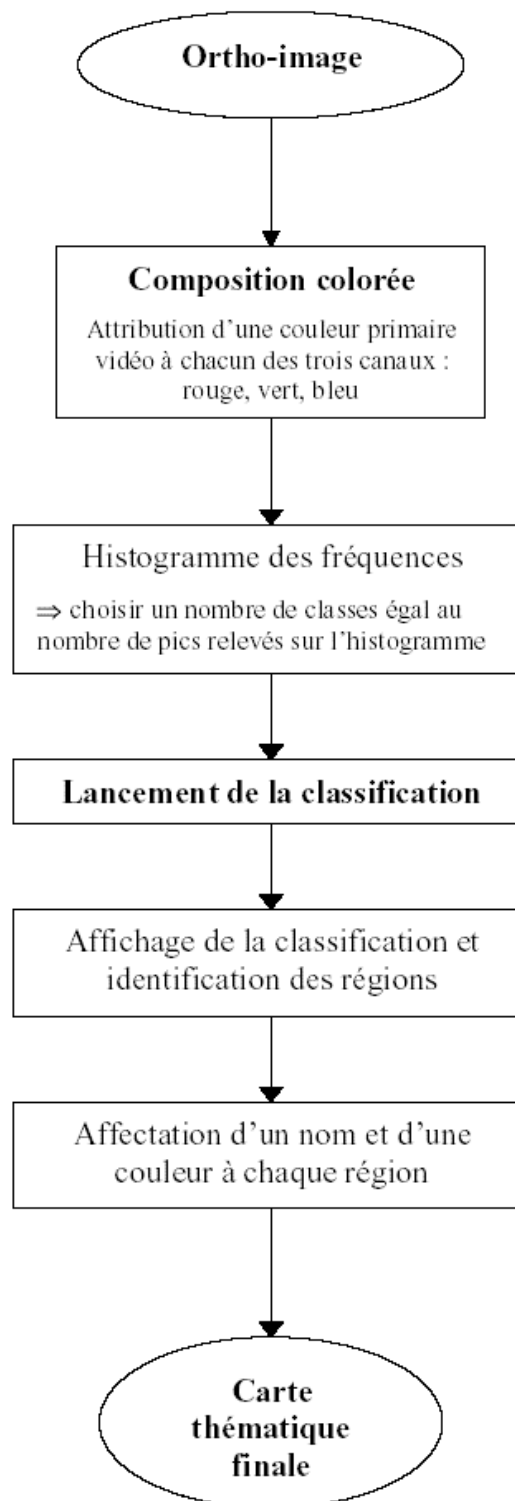


Figure 05: Les étapes de la classification non supervisée (d'après **Dos Santos, 2001**)

Classification supervisée...ou à la recherche d'un petit truc

Le principe de la classification supervisée est de regrouper les pixels à des classes thématiques, basées sur une connaissance préalable de la zone à étudier. Les classes sont

définies sur la base de zones d'apprentissage, qui sont des échantillons représentatifs des classes. (KEFIFA Abdelkrim,2014)

IV.3.Les indices

IV.3.1.Indices de végétation

La composition multispectrale des images utilisées (bandes : vert, rouge, proche infrarouge et moyen infrarouge), permet d'extraire les informations sur le couvert végétal.

Plusieurs indices de végétation sont disponibles (Bannari, 1995), et utilisent généralement les bandes rouge et proche infrarouge de l'image pour détecter l'activité chlorophyllienne.

L'indice de végétation différence normalisé (NDVI) est une méthode éprouvée pour l'étude et la cartographie de la végétation. C'est l'indice le plus bien connu et le plus utilisé pour détecter les phases de développement de la plante verte à partir des données multi spectrales de télédétection.

Le **NDVI** est déterminé à partir des réflectances planétaires dans les canaux rouges (autour de 0.45 μm) et proche infrarouge (autour de 0.65 μm) (**Rouse et al., 1974; Tucker, 1986**) :

NDVI = (pIR- R) / (pIR+R), où : pIR : Canal proche infrarouge ; R : canal rouge.

Cet indice, très fortement corrélé avec l'activité chlorophyllienne de la végétation, est pertinent car la dégradation des zones arides passe d'abord par la dégradation de la couverture végétale.

Parmi les possibilités offertes à l'analyse par l'indice NDVI, on trouve l'étude du comportement et le suivi de la végétation sur les bases des propriétés spectrales des végétaux. Le NDVI est un indice normé qui varie entre - 1 et + 1 mais en général, ces limites ne sont jamais atteintes pour diverses raisons telles que le degré de saturation de réponse dans la bande rouge par exemple. Les valeurs très basses (- 0,9 à 0) correspondent aux secteurs non végétalisés tels que les zones rocheuses, les sols nus, les surfaces d'eau ; les valeurs modérées (0,2 à 0,3) représentent les zones arbustives et de prairie, alors que les valeurs élevées (0,5 à 0,9) traduisent une végétation dense abondante (**NASA, 2005**).

Malgré les avantages cités précédemment pour l'étude de la végétation, l'utilisation de l'indice de végétation présente quelques limites liées à sa grande sensibilité aux effets atmosphériques. Les plus importants sont :

- les effets atmosphériques perturbateurs, les gaz et les aérosols,
- la vitesse et la nature des vents,
- l'angle zénithal du soleil,
- l'angle de visée.

IV.3.2. Le MSAVI

L'indice de Végétation modifié ajusté aux sols (MSAVI) est une modification du NDVI (Qi, 1994). Cet indice tient compte des zones qui ont un couvert végétal faible (<40%). Les images issues de ces zones ont une grande quantité de réflectance de la surface du sol et d'autres matières et donc la réponse de chaque pixel n'est pas pure à cause de la combinaison de plusieurs objets (sol et la végétation) au sein d'un même pixel. Le MSAVI est particulièrement utile pour les zones hétérogènes qui ont des coefficients de luminosité du sol différents. (Equation 2)

$$\text{MSAVI} = \frac{2P_{ir} + 1 - \sqrt{(2P_{ir} + 1)^2 - 8(P_{ir} - R)}}{2} \quad (\text{Equation. 2 Formule du MSAVI})$$

N'étant pas normalisé comme le NDVI, le MSAVI n'est pas borné, les minimum et maximum sont variables.

IV.3.3. Indice de cuirasse (IC)

Cet indice permet de différencier les surfaces bâties et les sols nus, il utilise les bandes verte et rouge (Equation3). Les surfaces végétales et aquatiques apparaissent en noir (faibles valeurs de l'indice) alors que les surfaces minéralisées apparaissent en gris clair ou en blanc, les minimum et maximum de cet indice sont variable selon la composition de l'image traitée, cet indice est intéressant surtout quand le bâti est entouré de végétations (maisons dans les palmeraies).

$$IC = (3 * V) - R * 100$$

Equation.3 Formule de l'indice de cuirasse Avec V : bande verte, R : bande rouge

I. Présentation de la wilaya de Relizane

Relizane a été connue sous l'appellation de «MINA» en rapport à l'Oued MINA ou se situait à l'époque l'ancienne ville. Son histoire remonte à l'ère des Numidiens entre 203 et 213 avant JC. Ses habitats étaient d'origine Berbère selon Ibn Khaldoun. La région a été colonisée par les romains pendant cinq siècles.

Son appellation ancienne «ICHILIZANE» signifie en langue berbère «la colline grillée» en souvenir de passage des vandales dans la région.

I.1.Situation géographique

La wilaya de Relizane située dans la chaîne de l'atlas tellien, elle se trouve dans une région des plus fertiles en terres agricoles et riche en ressources hydriques. Elle se situe au Nord – Ouest du pays comprise entre les latitudes: 35 44' 33 N et les longitudes: 0° 33' 33 E et sur une altitude de 98 mètres, s'étend sur une superficie totale de 4870,97 Km² (BNEDER, 2008).

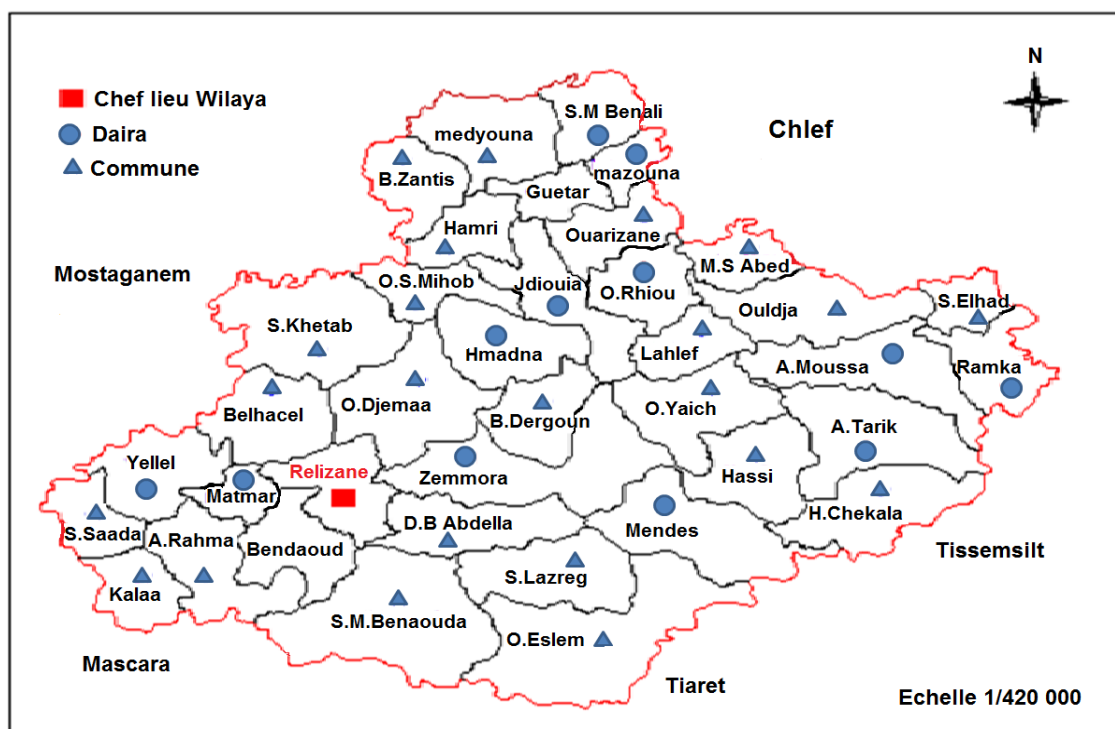


Figure 05 : Carte de répartition administrative de la wilaya de Relizane.

Elle est limitée par la wilaya de Mostaganem au Nord, la wilaya de Chlef au Nord-est, au sud-est par la wilaya de Tiaret, et au sud-ouest par la wilaya de Mascara .elle est divisée en 13 daïras et 38 communes. Relizane étant le chef-lieu de la wilaya (Gourari, 2010).

I.2. Altitude et pente

L'altitude varie de 75 mètres pour la plaine de Relizane à 135 mètres pour Yellel, les zones élevées ont une altitude qui dépasse les 600 mètres dans les montagnes de Béni Chogranne et dépasse les 800 mètres dans les montagnes de Dahra.

La pente varie entre 0 à 3% en plaine, 3 à 12% pour les zones de piedmonts, cependant elles dépassent les 12% pour les zones de hauts piedmonts et 25% pour les montagnes de Beni Chougranne et les montagnes de Dahra (Gourari, 2010).

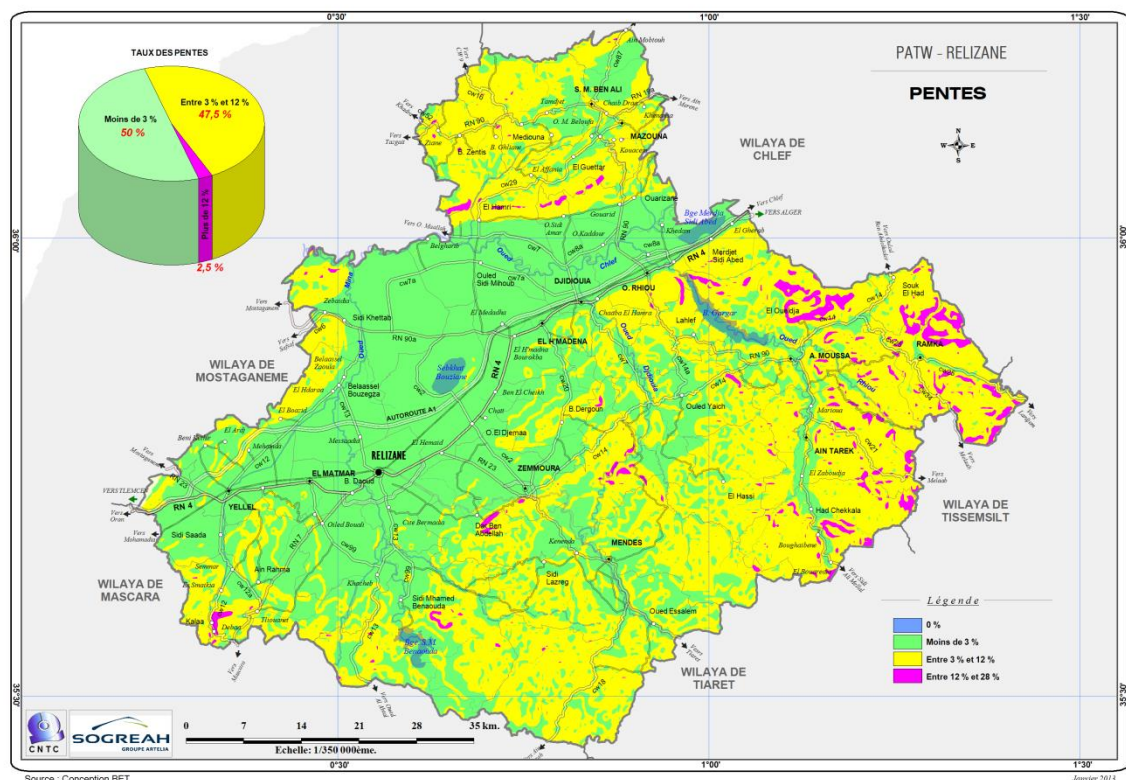


Figure 06 : les pentes de la wilaya da Relizane (PATW Relizane, 2013).

I.3 Les ressources hydriques à travers la wilaya

I.3.1 Ressources en eau superficielles

D'un point de vue hydrologique, la wilaya de Relizane chevauche sur trois grands bassins versants, à savoir :

-Le bassin versant de l'Oued Chélif qui couvre 94,16% de la superficie totale de la wilaya de Relizane, il est situé dans le sens d'écoulement d'Oued Chélif.

-Le bassin versant Macta qui est constitué par une portion de sous bassin versant de Oued Mellah couvre (1,15)% de la superficie de la wilaya, il est situé dans l'extrémité Sud Ouest

de la Wilaya (une partie des communes de Kalaa, Sidi Saada et Yellel). Le volume ruisselé est de **777 000 m³** et le volume mobilisable est de **155 000 m³**.

-Le bassin versant côtiers Algérois qui est constitué par une portion de sous bassin versant couvre uniquement (4,69)% de la superficie de la wilaya. Il est situé dans l'extrême Nord Est; On dénombre 3 grands barrages ayant une capacité de stockage de 561 Milliards de mètre cube, pouvant régulariser jusqu'à 200 Hm³ /an .Toutefois en raison des dérèglements climatiques, le volume stocké actuellement est de 295 Hm³ ce qui représente 52,6% des capacités de remplissage.

I.3.2 Ressources en eau souterraine

Les ressources en eau souterraines captées dans la wilaya de Rélizane et utilisées pour l'agriculture, l'A E P et l'industrie ont pour origine les principales formations aquifères suivantes :

- Nappes alluviales monocouches des vallées alluviales (Oued Rhiou, Oued Djidiouia, Oued Mina et Oued El Ardjem) ;
- Nappe Alluviale de la plaine du Bas Chélif /La Mina ;
- Les formations sédimentaires imperméables ou semi perméable du Massif de l'Ouarsenis et des Monts du Dahra (peu productives) ;
- Les formations karstiques à surface libre localisées au sein du Massif de l'Ouarsenis;
- La nappe libre du plateau de Mostaganem en limite Ouest de la wilaya de Relizane.

I.4.Le sol

I.4.1.Caractéristiques des sols

La wilaya de Rilizane est constituée d'apports alluviaux caractérisés par des terres à structure fine (limino-argilo) avec la présence d'un taux de calcaire appréciable. La profondeur des sols est de 1,5 m en moyenne. Ils présentent le plus souvent une faible teneur en matière organique qui décroît avec la profondeur pour devenir négligeable. Le pH est généralement voisin de la neutralité à légèrement alcalin (**Bencherghi et Tahari, 2009**)

I.4.2.Ressources en sols

La superficie agricole totale (SAT) est égale à 297 387 ha soit 61% de la superficie totale de la wilaya. Les forêts occupent 10,5% de la superficie totale.

La wilaya de Relizane occupe la 12^{ème} place au niveau national avec 3,36% de la SAU nationale et 1,80% de la superficie irriguée.

La wilaya de Relizane dispose d'une superficie agricole utile de près de 281 000 ha représentant plus de 50% du territoire de la wilaya

Cette SAU est inégalement répartie sur les différents ensembles physiques de la wilaya :

-Le massif de l'Ouarsenis se classe en premier avec une SAU de 120 590 ha. Cependant avec la pratique d'un assolement biennal, chaque année, près de 50% de la SAU est laissée en jachère,

-En deuxième position, c'est la plaine qui occupe près de 111 000 ha avec 80 000 ha réservés aux cultures herbacées et 12 000 ha par les cultures pérennes, la pratique de la jachère représente moins de 17% de la SAU;

-Le massif des Béni Chougrane avec un peu plus de 28 000 ha est une région, comme celle de l'Ouarsenis ou on pratique un assolement céréale – Jachère ;

-Les Monts du Dahra ont une superficie agricole de près de 22 000 ha mais ne pratiquant pas la jachère, cette région développe une agriculture plus intensive que les deux massifs du sud avec une polyculture céréales – fourrages – arboriculture – viticulture.

-L'agriculture dans la wilaya de Relizane se caractérise par deux zones distinguées à savoir une plaine et un Dahra de basse montagne intensif et une zone montagneuse au sud avec une agriculture extensive.

Par ailleurs, Selon l'ANRH "Inventaire des ressources en sols d'Algérie 1963 – 2001". Les deux périmètres bas Cheliff et Mina disposent de plus de 38 400 ha de terres aptes à la mise en valeur hydro – agricole. Pour cette wilaya, la contrainte n'est pas liée à l'aptitude culturale des sols mais à la disponibilité hydrique mobilisable.

Il est à noter également que deux contraintes menacent les ressources en sol dans la wilaya :

1-la salinité des sols qui touche une partie des terres à proximités des Salines. Cette région se situe au Nord Ouest du Chéiff au pied du Dahra touchant les meilleurs terres de la wilaya, Cette région concerne une grande partie des communes situées dans la plaine du bas Chéiff à savoir Merdja Sid Abed, Oued Rhiou, Ouarizane, Hamdna, Sidi Khettab.

Le caractère critique de la situation est évident dans la partie basse du périmètre où la salinité des eaux est supérieure à 2.5 g/l ; une salinité qui a pour impact direct la réduction progressive des rendements des cultures pratiquées.

Selon les spécialistes, avec une salinité de 1g/l, la fraction de lessivage doit être supérieure ou égale à 50% si l'on néglige l'influence des précipitations.

2-**La jachère**, qui persiste et occupe une grande partie de la SAU, notamment au niveau du massif de l'Ouarsenis dont près de 50% de la SAU est laissée en jachère. C'est une sous exploitation générant d'énormes pertes avec tout ce que cela suppose comme risque potentiel d'érosion hydrique pour les terres situées en pente

1.4.3. Occupation des sols

Les terres de notre zone d'étude sont pour la plupart à vocation agropastoral dont l'agriculture et l'élevage occupent une surface très importante avec la prédominance de la céréaliculture et l'arboriculture avec la présence de culture maraîchère à petit échelle

La couverture forestière n'est pas importante dans notre zone d'étude, nous pouvons noter la présence de petites surfaces forestières dont la plus importante est à l'extrémité Est de la commune de Zelmata et d'autres moins importantes en superficie disséminées entre les communes de Sidi-Lazreg et El-Hachem

1.4.5. Répartition générale des terres :

D'après le planimétrage de carte d'occupation du sol, la répartition des terres de la Wilaya se présente comme suit :

Prédominance des terres agricoles (cultures et cultures associées aux parcours) qui occupent une superficie importante de 374 646 Ha soit 77% de la superficie totale de la Wilaya.

Les terres forestières (forêts, maquis et reboisements) occupent au total 60 289 Ha, ce qui correspond à un taux de boisement de la Wilaya de 12%.

Ce taux de boisement est insuffisant compte tenu de l'ampleur des fortes pentes et de l'érosion.

Les parcours (hors SAU et hors forêts) occupent une superficie de 43 800 Ha, soit 9% de la superficie totale de la Wilaya.

Terres improductives couvrent une superficie de **8 362 Ha soit 2%** de la superficie totale de la wilaya.

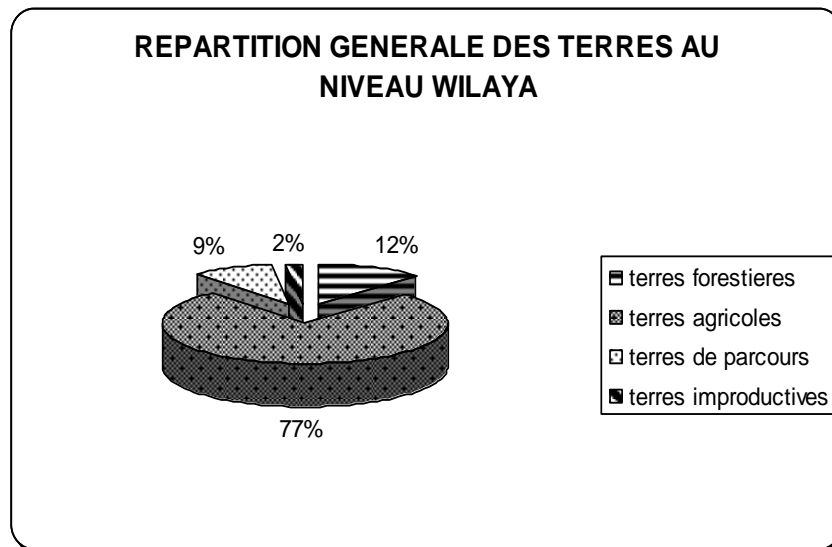


Figure 07: Répartition générale des terres au niveau de la wilaya de Relizane.

En réalité, les terres de parcours sont beaucoup plus importantes si l'on tient compte de l'utilisation des terres (parcours associés aux cultures et parcours en forêts).

Ces chiffres de la répartition générale des terres confirment la typologie dominante agricole et agropastorale de la Wilaya, et mettent en relief l'utilisation non rationnelle des terres (terres agricoles sur pentes fortes) et l'insuffisance des terres forestières, ce qui amplifie les phénomènes de l'érosion et de fragilité des versants.

I.5. Hydrogéologie

Le réseau hydrographique est peu dense. Il est constitué principalement de Chaâbats, des cours d'eau à écoulement temporaire. Ces derniers, prenant naissance souvent dans les massifs montagneux ou aux pieds des piémonts, formant les bassins versants des principaux oueds de la région qui sont Oued Chellif, Oued Mina et Oued Rhiou.

Sur le plan de structure géologique, la wilaya est subdivisée en quatre grandes zones:

- La zone sud correspondant au relief des monts de l'Ouarsenis, cette zone est pratiquement imperméable d'où prédominance de ruissellement.
- La zone des piémonts des massifs de l'Ouarsenis et de Beni-Chougrane où l'on remarque la présence de certaines aquifères (nappe des calcaires à lithothamnées de Oued Rhiou qui recèle de fortes potentialités en eau), nappe des sables du plateau de Zemmora (dont les ressources en eau emmagasinées demeurent faibles).

- La troisième zone correspond à la plaine du Chellif et la Mina constituée de la nappe du complexe alluviale plioquaternaire, nappe de l'Astien et nappe miocène, elle constitue les principales ressources en eau souterraines de la wilaya.
- La quatrième zone correspondant aux monts du Dahra, nappe du pliocène et du miocène, elle recèle de très faibles potentialités en eau.

I.6.Irrigation

La superficie totale irriguée est de 2652 ha, répartie comme suit : 82% dans les basses plaines (commune Yellel, Belahcel, El Matmar, Ouarizane, El Hamri et Ouled Sidi El Mihoub) le reste soit 18% dans les zones de Montagnes. Cette superficie est irriguée à partir de 1927 puits, 102 forages, 2 oueds où le volume soutiré est estimé à 35,4 m³. Elle est répartie sur : Le maraichage avec 70%, l'arboriculture avec 28% ; les fourrages et les céréales avec 2%. La méthode d'irrigation pratiquée dans la wilaya est la submersion quant aux autres techniques d'irrigation sont très réduites (330 ha par aspersion et 40 ha par le système goutte à goutte) (Anonyme, 2008).

1.7. Le milieu agricole

1.7.1. La superficie agricole

La S.A.U de la wilaya s'élève à 281870 ha ce qui représente 80,99% de la superficie totale soit 348000 ha qui représente 71,90% de la superficie totale de la wilaya soit 484000 ha.

1.7.2. Répartition de la superficie utile par culture

L'agriculture de la wilaya de Relizane est très diversifiée, elle comprend les grandes cultures avec une superficie de 40000ha dont 120000 ha céréales et 10000ha maraichage ; les cultures pérennes (arboriculture et viticulture) représentent 7,05% soit 19900 ha dont 2128 ha de vigne, la jachère couvre une superficie de 1119751 (ANONYME , 2008)

I.8.Climat

La Région de Relizane se caractérise par un climat aride à semi-aride surtout au niveau de la plaine. Des hivers froids et pluvieux et des étés chauds avec la chute de neige dans certaines régions où est dépassant les 800 mètres et dans les montagnes de Ouarsenis et exactement dans les hautes montagnes de Bourokba ainsi que dans les montagnes de Beni- Chougrane , Mendes, Zemmora et Dahra.

La wilaya de Relizane souffre d'une sécheresse estivale prononcée et un déficit pluviométrique ce qui rend l'irrigation un caractère obligatoire.

La faiblesse de la pluviométrie (279 mm/an) et l'irrégularité des précipitations annuelles (45% sont enregistrées durant les mois de Novembre et Décembre engendrant un déficit hydrique estimé à 85mm/an (**Bencherghi et Tahari, 2009**)).

Les données climatiques proviennent de la station Météorologique de Relizane, située à 15 km de la forêt domaniale de Zemmora à vol d'oiseau.

I.8.1. Température

Pendant les 11 dernières années les températures moyennes varie, entre 11 °C et 30°C respectivement pour le mois de Janvier et d'Août.

La température moyenne annuelle est de 20 °C. Les mois les plus froids sont janvier et décembre (11 C°), alors que les mois d'août et juillet sont les mois les plus chauds avec une moyenne de 30°C.

Tableau 02 : Des températures moyennes mensuelles et annuelles (Relizane 2004-2014)

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
M	16,5 6	18,0 2	20,1 9	24,5 6	29,0 1	33,2 9	38,5 6	38,2 0	33,0 4	28,7 4	21,0 0	15,5 5	26,39
m	5,24	6,16	7,72	10,1 5	13,6 9	17,6 3	21,1 7	21,9 8	18,6 5	14,9 2	10,0 5	6,79	12,85
M+m/ 2	10,9 0	12,0 9	13,9 5	17,3 6	21,3 5	25,4 6	29,8 7	30,0 9	25,8 5	21,8 3	15,5 3	11,1 7	19,62

M : Température moyenne mensuelle des maxima en (C°).

m : Température moyenne mensuelle des minima en (C°).

M+m/2: Température moyenne mensuelle en (C°).

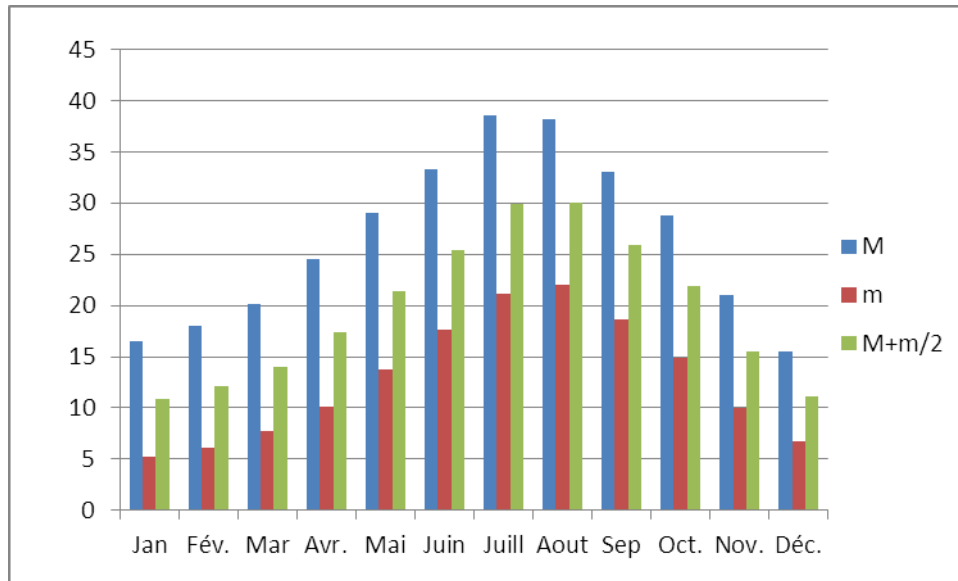


Figure08 :Températures moyennes mensuelles et annuelles (Relizane 2004-2014).

I.8.2.Précipitation

Les données relatives aux précipitations (Tableau 02) montrent que les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 355,86 mm. Les mois de Novembre et d'Avril, sont les plus pluvieux avec respectivement, 60,32 mm et 49,89 mm. Des précipitations minimum sont enregistrées au cours des mois de juillet (1,15 mm) et de juin (7,51 mm).

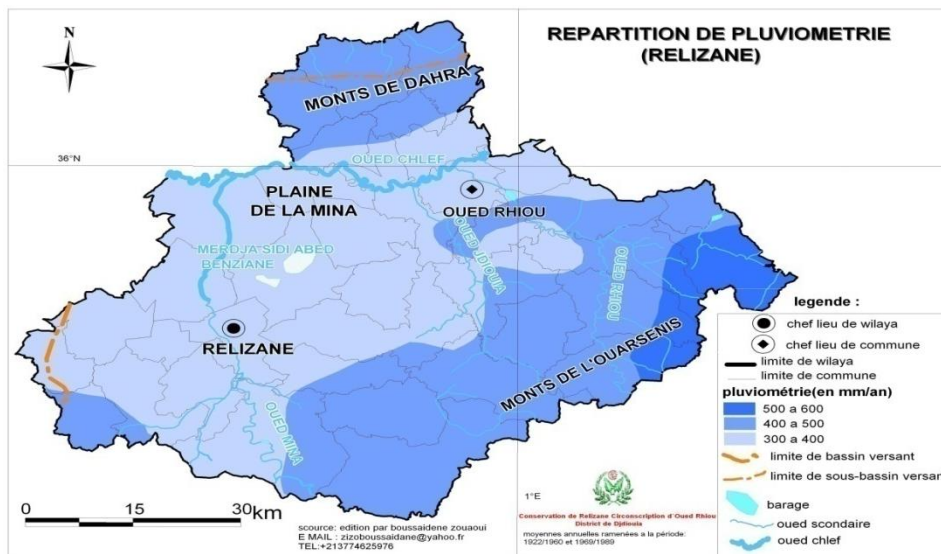
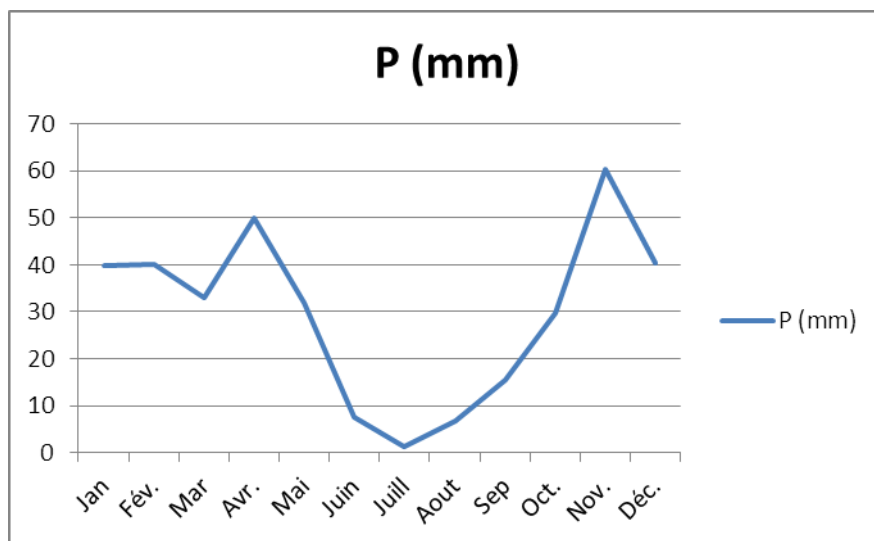


Figure 09: Répartition de la pluviométrie dans la wilaya de Relizane. (PATW Relizane, 2013).

Tableau 03: Précipitation mensuelle et annuelle.

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Annuelle
P (mm)	39,69	40,02	33,05	49,89	31,83	7,51	1,15	6,75	15,45	29,81	60,32	40,40	355,86

P : Précipitation moyenne mensuelle en (mm).

**Figure 10:** Précipitation moyenne mensuelle.

Les pluies sont souvent irrégulières d'une année à l'autre et pour un même mois.

I.8.3 Diagramme ombrothermique

Pour Gaussen, un mois est "sec" si le quotient des précipitations mensuelles P exprimées en mm, par la température moyenne T exprimée en °C, est inférieur à 2. La représentation sur le même graphique des températures et des précipitations moyennes mensuelles avec en abscisse, les mois permettent d'obtenir le diagramme ombrothermique qui mettent immédiatement en évidence les périodes sèches et les périodes pluvieuses (GERARD, 1999).

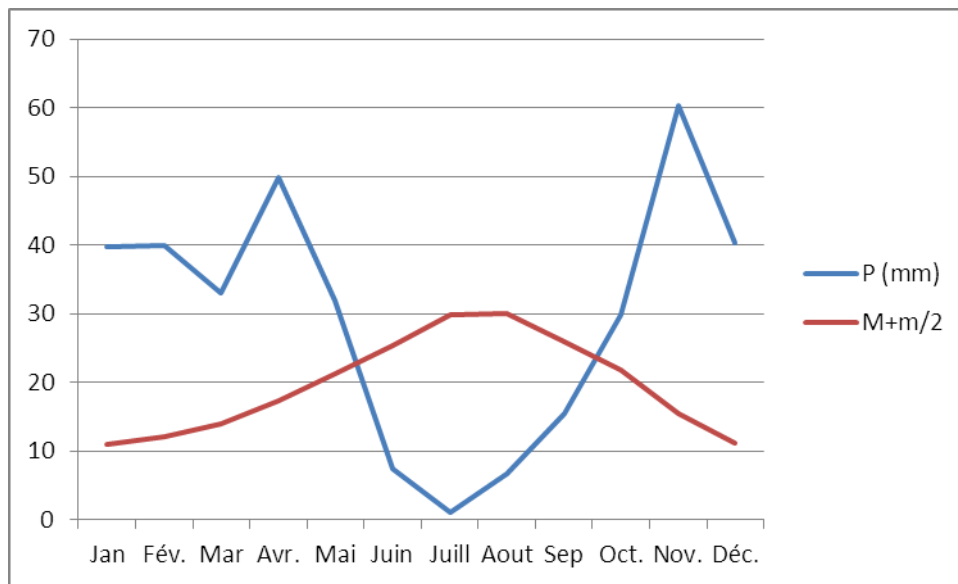


Figure 11: diagramme ombrothermique de **Bagnouls et Gaussien (1953)**.

Après l'analyse de ce diagramme on peut distinguer deux périodes :

Une période déficitaire qui s'étale de mai jusqu'à octobre, cette dernière est caractérisée par des températures élevées et des précipitations minimales.

Une période humide qui est enregistrée entre le mois d'octobre et le mois d'avril, ceci se justifie par l'abondance des précipitations durant cette période.

I.9.Évolution et répartition spatiale de la population

I.9.1.Comportement démographique au cours des périodes intercensitaire:

I.9.1.1.Évolution globale de la population au cours de la période 1987/1998 :

Au cours de la période 1987/1998, la wilaya de Relizane a connu un accroissement inférieur à la moyenne nationale. La population, de la wilaya est passée de 544 870 habitants en 1987 à 642 205 habitants en 1998, soit un taux d'accroissement de 1,50% inférieur au taux national de l'époque qui était de 2,28%.

I.9.1.2.Évolution globale de la population au cours de la période 1998/2008

Durant cette décennie, l'évolution de la population a connu un ralentissement de l'augmentation du volume. L'apport n'a été que de 83 975 personnes soit un apport annuel de 8 398 personnes par an.

Le taux d'accroissement enregistré dans la wilaya à cette époque était de 1,24%,(inférieur toujours aux taux national) ainsi qu'au taux précédent de la wilaya. A noter toute fois que l'écart en terme de rythme d'accroissement commence à se rétrécir entre la wilaya et le niveau national.

I.9.2.Evolution de la population urbaine

Aujourd'hui pratiquement près de 57.5% de la population de la wilaya vie en milieu urbain, contre 52.15% en 1998 et 33.63% en 1987. Ceci montre l'ampleur du processus d'urbanisation et donc tout l'intérêt qui devra lui être accordé, notamment dans la maitrise et la gestion des établissements urbains. Il s'agit en effet, d'envisager une armature urbaine équilibrée entre le monde rural et le milieu urbain par une politique d'aménagement et de développement du territoire.

Ce phénomène d'urbanisation se pose encore avec plus d'acuité, notamment ces dernières années avec d'une part l'émergence de plusieurs agglomérations urbaines et d'autre part, l'accentuation du phénomène de périurbanisation autour des villes importantes.

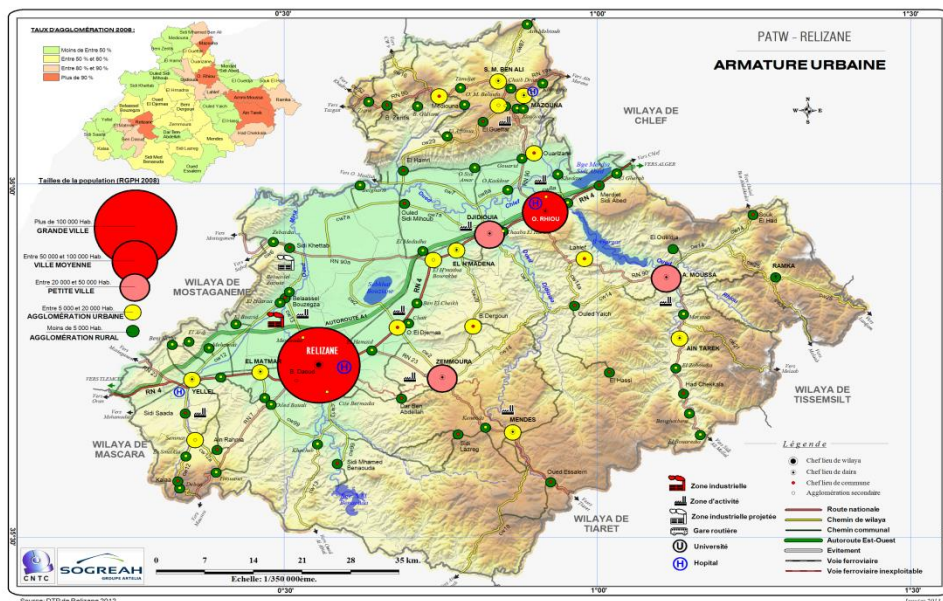


figure12 :Ar

mature urbain de la wilaya de Relizane. (PATW Relizane, 2013).

Les différents recensements permettent d'évaluer le fait urbain. Pour des raisons pratiques, nous traiterons cet aspect selon deux périodes, la première concerne l'évolution de la population urbaine entre 1987 et 1998, la deuxième concernera le niveau d'urbanisation au recensement de 2008.

I.9.3.1. Evolution de la population urbaine entre 1987 et 1998

Cette décennie a connue une évolution spectaculaire de la population urbaine, caractérisée par un gonflement démographique au niveau d'agglomérations souvent dépourvues de base économique et de fonctions urbaines d'encadrement. Le cas le plus édifiant fut la commune de Ami moussa qui a vu son taux d'urbanisation passé de 54% à 92% puisque elle a drainé toute sa population rurale en plus de la population des communes en difficulté du Sud Est de Ouarsenis (Souk El Had, Remka, Had Chekkala...). L'augmentation du taux d'urbanisation est aussi lié à la conurbation de certaines agglomérations secondaires avec leur ACL. C'est le cas de Ben Ziane avec Oued Rhiou et de Meriama Avec Ben Daoud. Au niveau de la wilaya le taux d'urbanisation est passé de 33.6% en 1987 à 52.15% en 1998.

En 1987, seulement 10 agglomérations étaient classées urbaines totalisant une population estimée à 183 304 habitants. En 1998 le nombre est passé à 19 agglomérations urbaines totalisant une population de 334 942, dont les plus importantes sont Relizane, Oued Rhiou, Zemmoura, Ami Moussa et Djidiouia. Toutefois, malgré l'évolution du taux d'urbanisation la wilaya de Relizane reste fortement marquée par la vie rurale et agricole durant cette période.

I.9.3.2. Niveau d'urbanisation au recensement de 2008

L'urbanisation est très forte au niveau des zones de plaines, le long de la RN04 où le taux d'urbanisation dépasse 70%. Par contre les zones de montagne et les territoires enclavés restent plutôt des zones rurales.

La population urbaine de la wilaya selon le RGPH 2008 est passée à 417 084 habitants, qui vivent dans 22 agglomérations, dont 17 ne dépassant pas les 20 000 habitants. La wilaya a connu une forte croissance urbaine, en effet la population urbaine a doublé depuis 1987 avec un taux d'urbanisation qui est passée à 57.40%, soit plus de 24 points par rapport à 1987 mais en stabilisation par rapport à 1998.

Cette urbanisation est le produit de deux facteurs qui interagissent mutuellement :

- 1- L'émergence de nouvelles agglomérations urbaines : en plus des 10 villes déjà urbaines en 1987, d'autres agglomérations intègrent l'armature urbaine de la wilaya, à savoir : Lahlef, Ain Tarek, El Guettar, Beni Dergoun...etc.
- 2- La poursuite du processus d'urbanisation des anciens centres urbains. Le taux d'urbanisation à Relizane est passé à 97.8, Oued Rhiou à 85%, Zemmoura à 76% et pour Mazouna à 72%. Ces villes continuent à polariser fortement leur hinterland.

I.10.Étalement urbain et disponibilité foncière

D'après l'ONS (Armature urbaine 2008), la croissance urbaine peut se définir comme étant un processus d'accroissement démographique (croissance de la population urbaine) et/ou spatiale (extension, étalement...) des unités urbaines.

Tableau 04 : Etat du foncier dégagé par les PDAU approuvés

Secteurs d'urbanisation	Surface Dégagée (hectares)
U	184,99
AU	1961,81
UF	1594,24
Total	3741,04

Source DUC Relizane- avril 2013

Tableau 05 : Vocation du foncier dégagé par les PDAU approuvés

Terres agricoles (hectares)	3558,32	95,12
Autre (hectares)	182,72	4,88
Total (hectares)	3741,04	100%

Source DUC Relizane- avril 2013

La surface totale dégagée par les PDAU s'élève à **3741,04 ha** pour toute la wilaya. Pour le court et moyen termes, plus de 85 % des terrains dégagés ont été consommés, 38,74 % des terrains dégagés pour le long terme sont consommés. Plus du 1/3 des terrains restent encore libres tous secteurs.

Tableau 06 : Disponibilité foncière par commune et par secteur d'urbanisation

COMMUNES	SECTEURS URBANISMES (HA)			SECTEUR A URBANISER ((HA)			SECTEURS D'URBANISATION FUTURE		
	SURFACE TOTALE	SURFACE DISPONIBLE		SURFACE TOTALE	SURFACE DISPONIBLE		SURFACE TOTALE	SURFACE DISPONIBLE	
		MOMENT APP	A CE JOUR		MOMENT APP	A CE JOUR		MOMENT APP	A CE JOUR
RELIZANE	700,00	00,00	00,00	170,02	172,15	475,98	447,13	435,95	435,95
BENDAOU	138,00	00,00	00,00	29,81	29,81	91,73	20,11	20,11	20,11
TOTAL	3518,68	35,97	35,48	1233,62	1135,56	1257,15	1544,70	1466,34	1161,08

Source DUC Relizane- avril 2013

Les conditions économiques et sécuritaires défavorables qu'a connues Relizane, et l'Algérie en général, pendant la période 1987-2001 ont encouragé la population à se cantonner dans les agglomérations les plus sécurisées comme le chef-lieu de wilaya et les agglomérations se situant sur l'axe RN 04, d'une part, tel Relizane, Oued Rhiou, Matmar, Yellel, M/S/Abed ...

et les centres urbains les plus proches des campagnes tel Ammi Moussa, Mendes, Zemmoura, O/Essalem ...d'autre part.

Ce phénomène de migration des populations des zones à risque vers les villes à la recherche de sécurité et d'emploi a eu comme conséquence la croissance de la population de ces unités urbaines d'une part et l'extension ou étalement de leur tissu urbain.

Afin de répondre à la forte demande en termes de logements et équipements induite, des terrains ont été dégagés pour être urbanisés. En grande majorité, soit plus de 93 % du foncier dégagé pour l'urbanisation, sont des terres agricoles. (**Plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Relizane phase 01**)

1. Les coordonnées géographiques des deux images 1987 et 2010

Cordonnées géographiques

X : 35°50'.40"N

Y : 000°33'.37"E

2. Les données utilisées :

Nous avons utilisé deux images satellitaires la première image est une image Landsat 4 TM 1987 et une image Landsat 5 ETM + 2010.

Nous avons utilisés ces images car elles sont téléchargeables gratuitement par le site **USGS**

Le téléchargement des images à partir du site **USGS** :

- 1- Nous devons créer un compte à partir du site <http://earthexplorer.usgs.gov/>, en cliquant sur login pour entrer nos informations
- 2- Une fois le compte est créé, on se connecte à ce site
- 3- Nous devons dessiner un polygone sur la zone d'intérêt, et si nous connaissons le PATH et RWO de la région, nous ajoutons directement
- 4- Ajouter la date d'observation que nous voulons dans **Date Range**

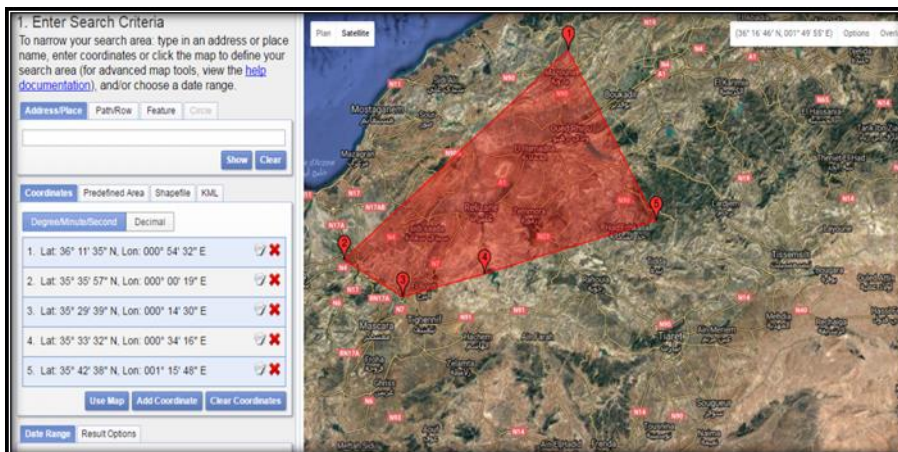


Figure13 : le remplissage des informations de l'image souhaitée

- 5- Faire un clic sur **Data set** pour faire le choix du satellite, en cliquant sur **Landsat Archive**, en choisissant le type de satellite Landsat

- 6- Après en clique sur **Résultats** pour avoir une liste des images disponibles sur le site
- 7- Le choix de l'image dépend notre besoin d'application, et pour garantir la qualité de l'information alors on choisit l'image la plus grande et on lance le téléchargement

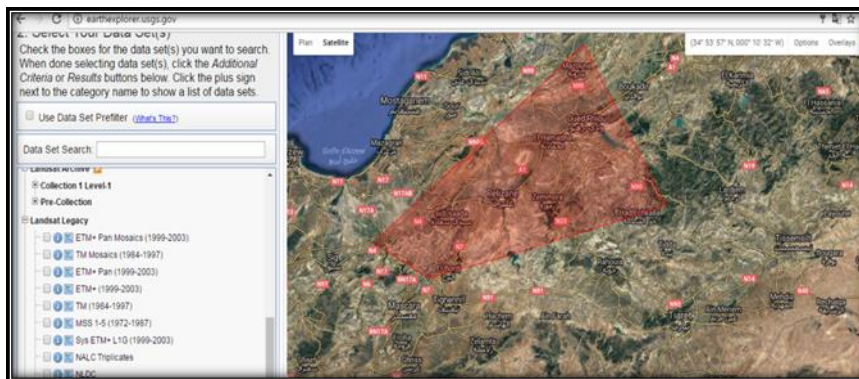


Figure14 : le choix du satellite sur site.

3. Logiciel utilisé :

ENVI :

ENVI (Environment for Visualizing Images) est un logiciel professionnel de la société « EXELIS » (<http://www.exelisvis.com/ProductsServices/ENVI/ENVI.aspx>) permettant la visualisation, le traitement, l'analyse, et la présentation de nombreux types d'images numériques, dont les images satellites.

En particulier, Envi permet de travailler sur différents types de données (multi spectrale, hyper spectrale, radar), d'intégrer des données de type matriciel (image) et vectoriel et est compatible avec des données de type SIG. Il permet entre autres de contraster les images, de les corriger géométriquement, de les classifier, de réaliser des analyses à l'aide de données d'élévations, etc.

ENVI utilise le langage de programmation IDL (Interactive Data Language).

ENVI est composé de 2 interfaces-viewer indépendants : « ENVI » et « ENVI Zoom ».

- **ENVI** est l'interface principale d'ENVI, vous donnant accès à toutes ses fonctionnalités.
- **ENVI Zoom** est une version simplifiée d'ENVI spécialement conçue pour afficher et manipuler plus facilement et plus efficacement les images satellites (outils de zoom, contraste, transparence, brillance, ..., projection et ré échantillonnage des données au vol,...)

4. Détection de l'évolution urbain par télédétection

Les villes, en général, connaissent des extensions et des changements en raison du développement urbain. Les images satellitaires constituent une source d'information intéressante pour suivre ce développement. Les premières utilisations avec les images Landsat concernent la détection de l'emprise de l'urbanisation ou l'avancée du front urbain (Donnay *et al.*, 2000). Ces images sont exploitées pour étudier l'expansion des villes, quantifier et suivre la progression des zones urbaines au détriment des zones rurales.

La détection des changements d'occupation du sol permet une meilleure compréhension des mutations spatiales qui surviennent dans un territoire. De la sorte, en milieu urbain l'évaluation de l'ampleur des changements peut aider à mieux appréhender le processus d'urbanisation dans sa dimension spatiale et temporelle. Pour ce faire, les images satellitaires multidates constituent une excellente source d'information.

4.1. Choix des canaux

Pour visualiser l'image, on ne dispose que de trois plans couleur (rouge, vert, et bleu), alors que le nombre de bandes spectrales d'une image Landsat (TM, ETM+) est égal à sept.

Cependant, le choix de trois canaux sera établi d'une manière à éviter la redondance de l'information et avoir le maximum de cette dernière contenue dans ces canaux. Suite à une analyse des bandes spectrales on a choisis les canaux du visible TM1, TM3 et le proche infrarouge TM4.

4.2. Composition colorée

Notre composition colorée e été obtenue à partir d'une superposition de trois canaux, en affectant à chacun l'une des trois couleurs fondamentales : Bleu, Vert, Rouge, sélectionnés comme image de référence.

Longueur d'onde	Couleur affectée
Proche infrarouge	Rouge
Rouge	Vert
Bleu, Vert	Bleu

Cette composition colorée a été utilisée comme image de départ permettant une analyse visuelle de son contenu, vu que l'information apportée par un seul canal ne permet pas toujours de donner des détails satisfaisants, pouvant refléter de près ce qu'on espère ressortir à partir des données télédéteçtées.

5. Méthodologie

La télédétection est un outil permettant, comme toutes les techniques cartographiques, de réaliser des cartes thématiques ou plus simplement de faciliter la caractérisation du contenu des unités cartographiques grâce à la synoptique, diachronique et numérique de l'imagerie satellitaire. Donc ces contenus peuvent être identifiés par plusieurs méthodes qui sont soumises à des niveaux de contraintes spatiales. Cependant, les images nécessitent obligatoirement des corrections géométriques pour une identification correcte de leurs caractéristiques.

La détection et l'identification des mutations de l'occupation du sol de la ville de Relizane s'appuient sur une utilisation combinée des données. Elle intègre procédures de traitement d'image (données satellitaires), de l'interprétation visuelle et des exploitations des données cartographiques réalisés à l'aide d'un système d'information géographique. Cette démarche nécessite :

-Une sélection d'image multi spectrales bi-dates

-Méthode de détection de changement

6. Les étapes de détection des mutations urbaines :

1. 6.1. Première étape : l'estimation de l'extension urbaine

Dans cette étape on suit les différentes méthodes d'identification de l'évolution urbaine citées dans la partie théorique.

6.1.1. Méthode I: interprétation visuelle

Cette méthode consiste à examiner la composition colorée attentivement, et puis on fait la délimitation du tissu urbain en numérisant la surface du bâti qui apparaisse en générale avec une couleur bleu gris, cette méthode se base surtout sur l'expérience d'examineur de l'image.

6.1.2. Méthode II : indice de cuirasse

La méthode en appliquant l'un indice de cuirasse a donné un très bon résultat sur le tissu urbain, en nous permettant de discriminer l'enveloppe urbaine, ce dernier s'apparaître en couleur blanchâtre, et les autres compositions s'apparaissent dans un gradient de gris

Après l'application de ces méthodes il est indispensable de choisir la plus efficace entre eux afin de la prendre comme source d'information de la superficie du bâti dans notre zone d'étude, sachant que la surface réelle est estimée 838ha (DUCH Relizane ,2013)et afin de pouvoir calculer la superficie des extensions faites sur les terrains agricoles à l'entour du village, le tableau suivant nous récapitule les estimations des superficie comprises dans chaque méthode.

Méthode appliquée	Superficie calculée (ha)		
	1987	2010	PDAU
L'indice de cuirasse	532	879	838
Analyse visuelle	568	960	

Tableau n 07: comparatif des estimations comprises dans chaque méthode

6.1.3. Choix et critique des méthodes:

On a pris la superficie réelle de l'extension du bâti auprès des services de la DUCH de la commune de Relizane, la deuxième méthode (indice de cuirasse) donne une valeur plus exacte 879 ha, dont on va la prendre comme étant la source d'information la plus fiable.

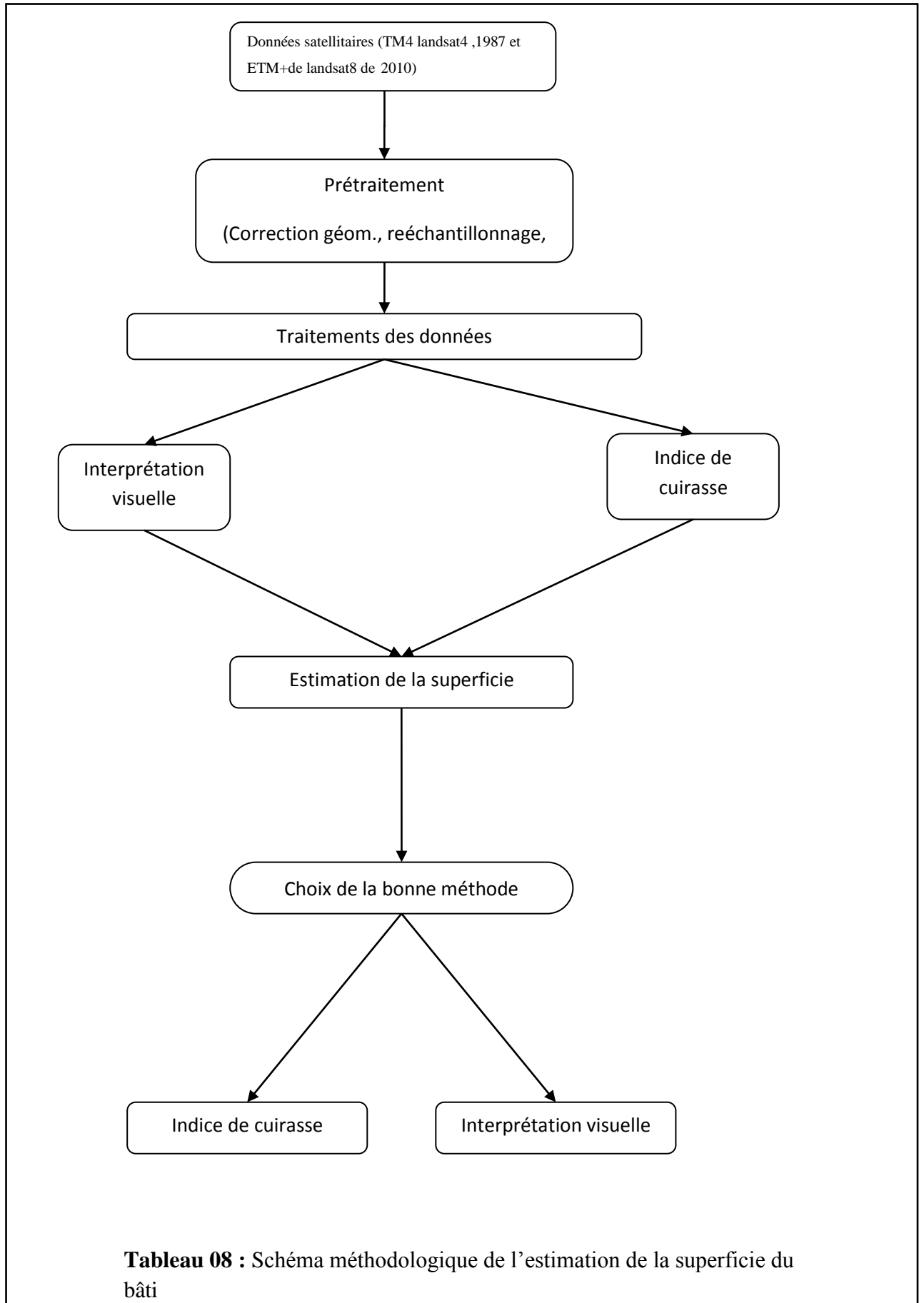


Tableau 08 : Schéma méthodologique de l'estimation de la superficie du bâti

Plan de la wilaya de Relizane

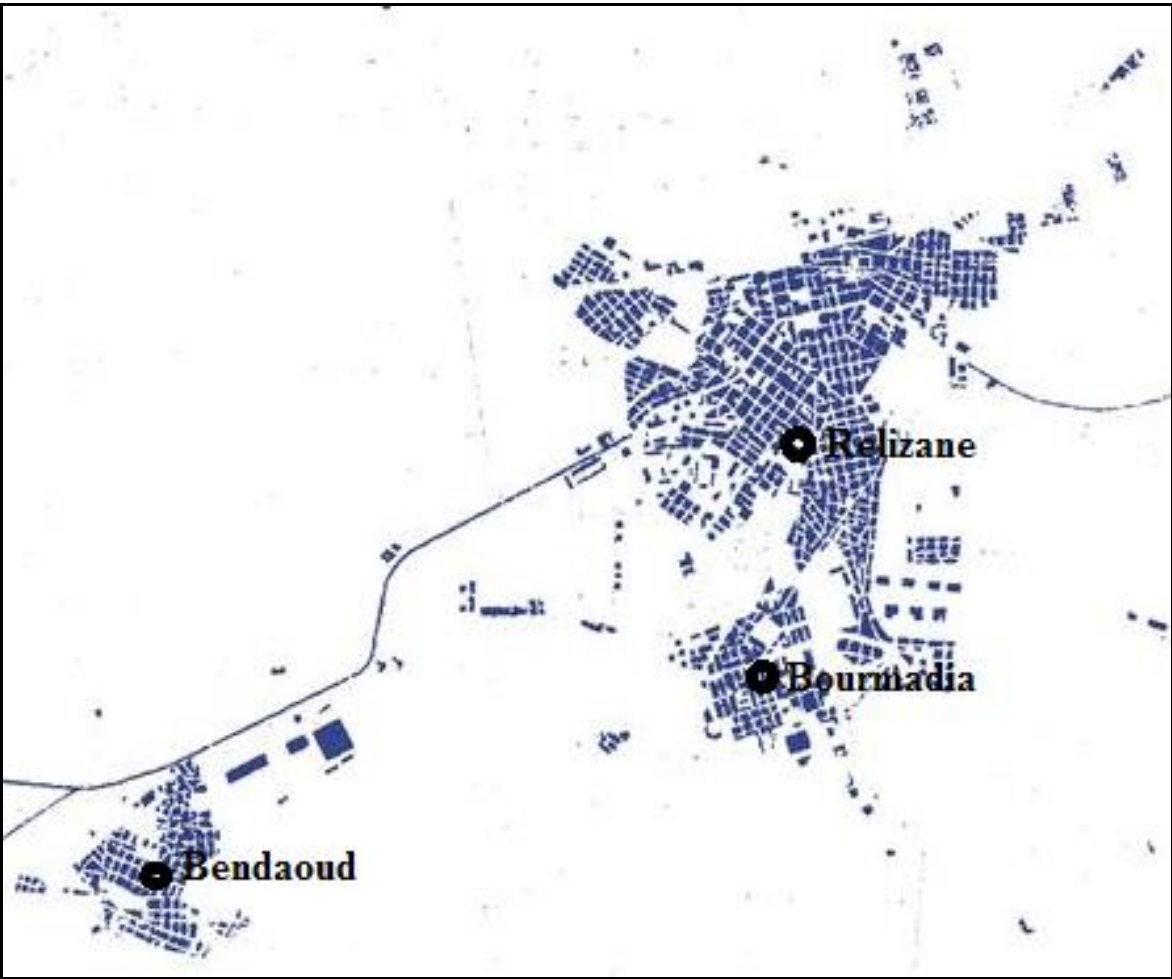


Figure 15 : plan de la wilaya de Relizane

Composition colorée fausse couleur-1987

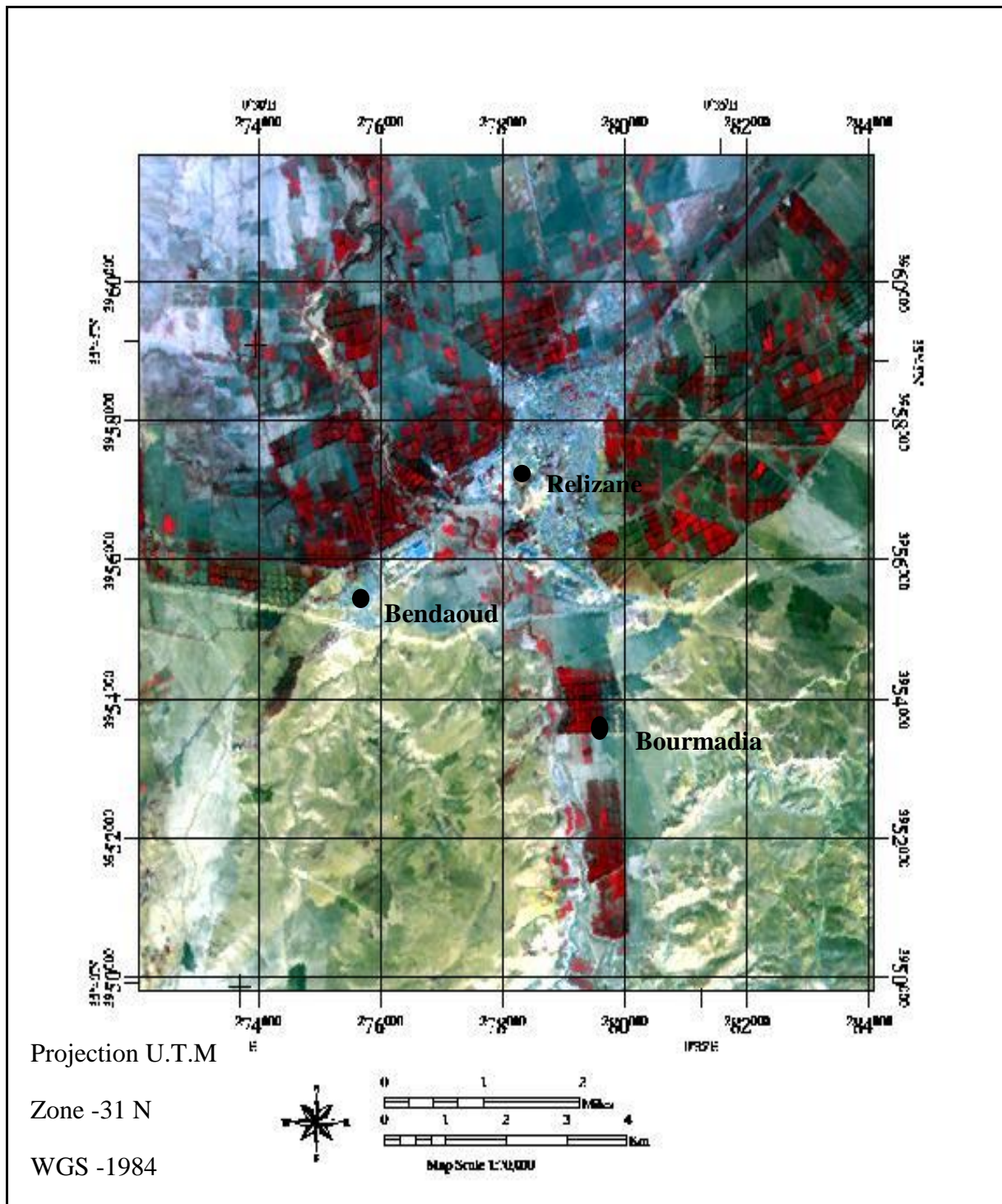


Figure16 : Composition coloré des trois bandes spectrale TM1, TM3, TM4, de satellite Landsat5 (1987).

Composition colorée fausse couleur-2010

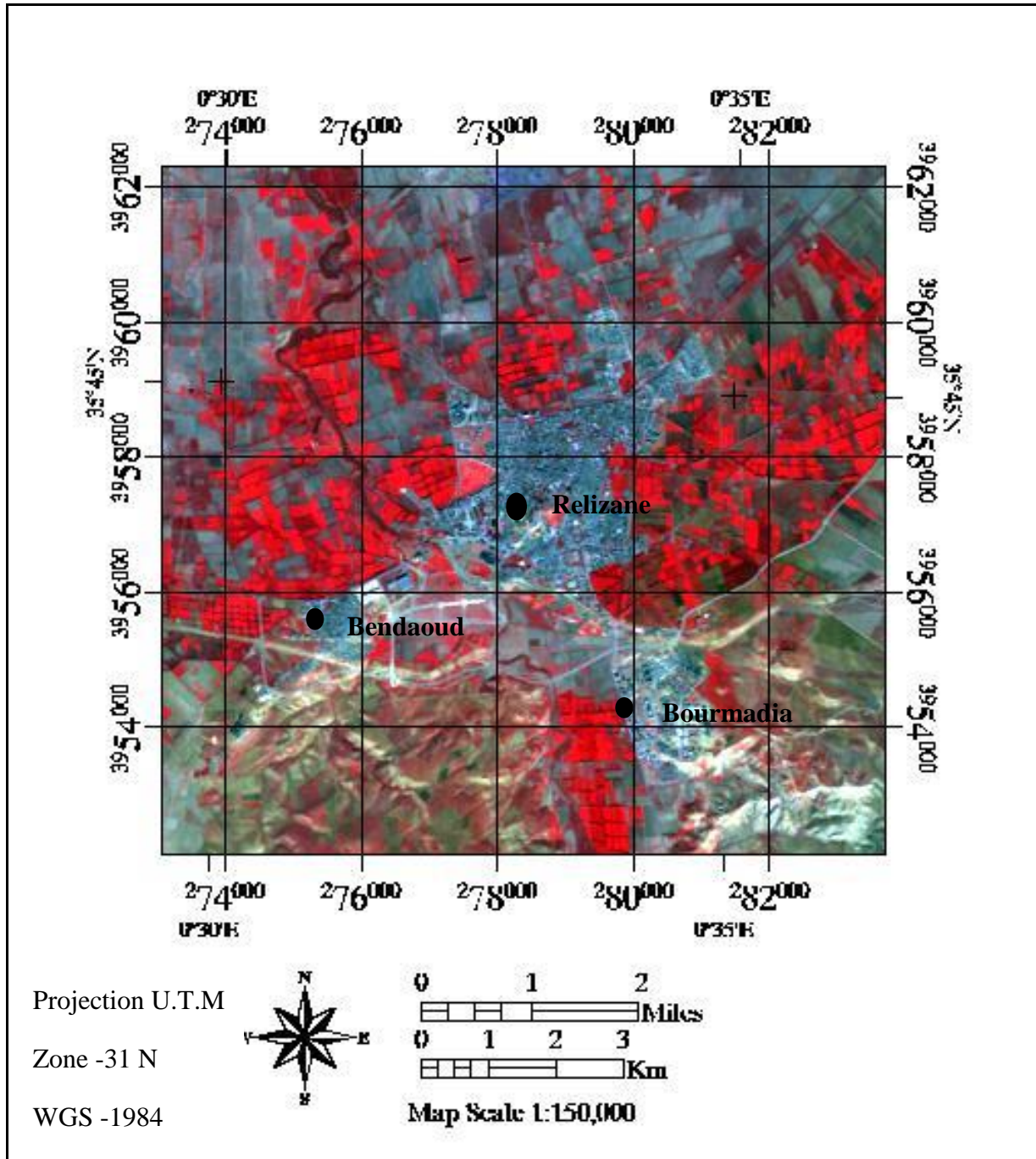


Figure17 : Composition coloré des trois bandes spectrale TM1, TM3, TM4, de satellite Landsat5 (2010).

Composition coloré vrai couleur-1987

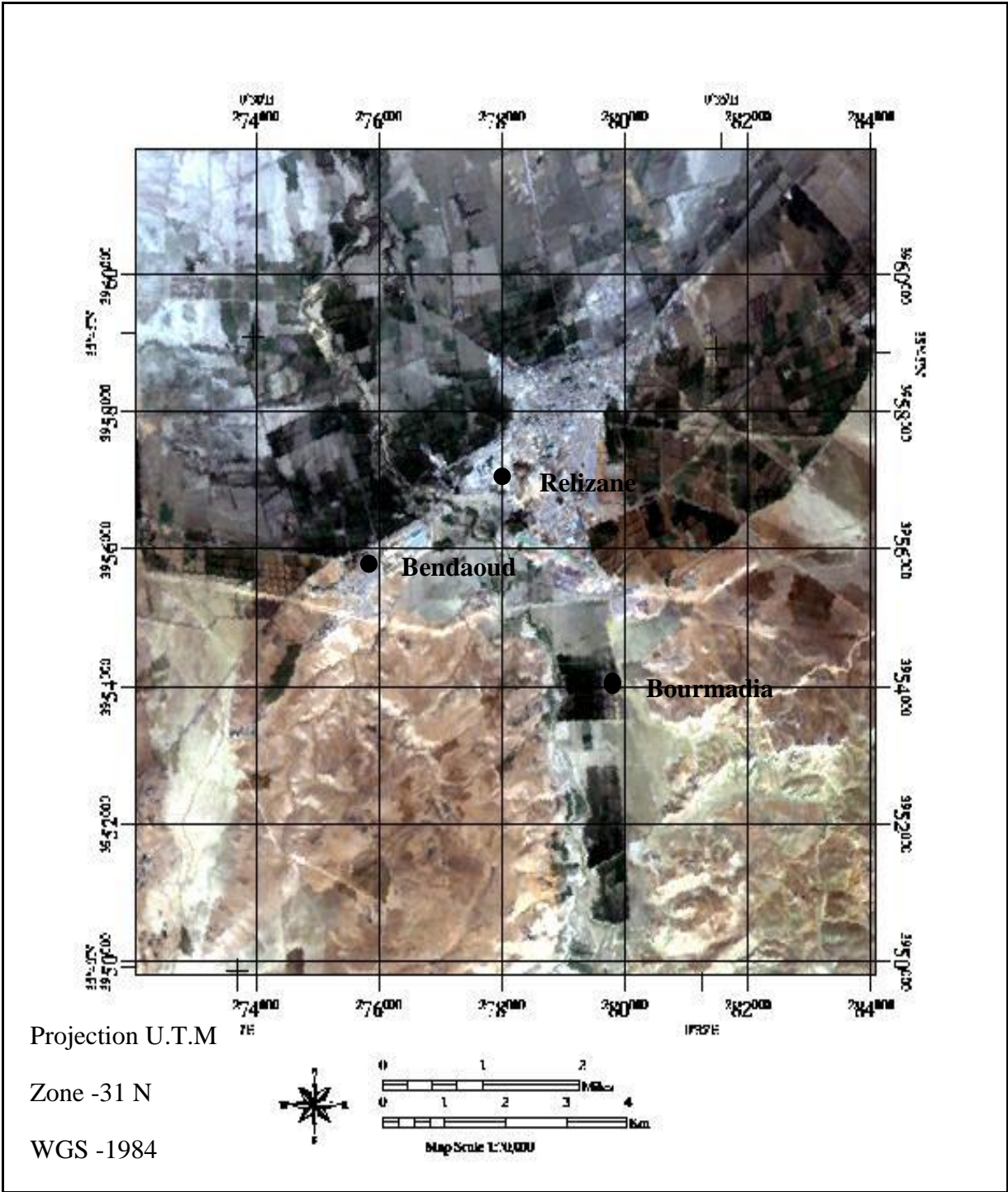


Figure18 : : Composition coloré des trois bandes spectrale TM1, TM3, TM4, de satellite Landsat5 (1987).

Composition coloré vrai couleur -2010

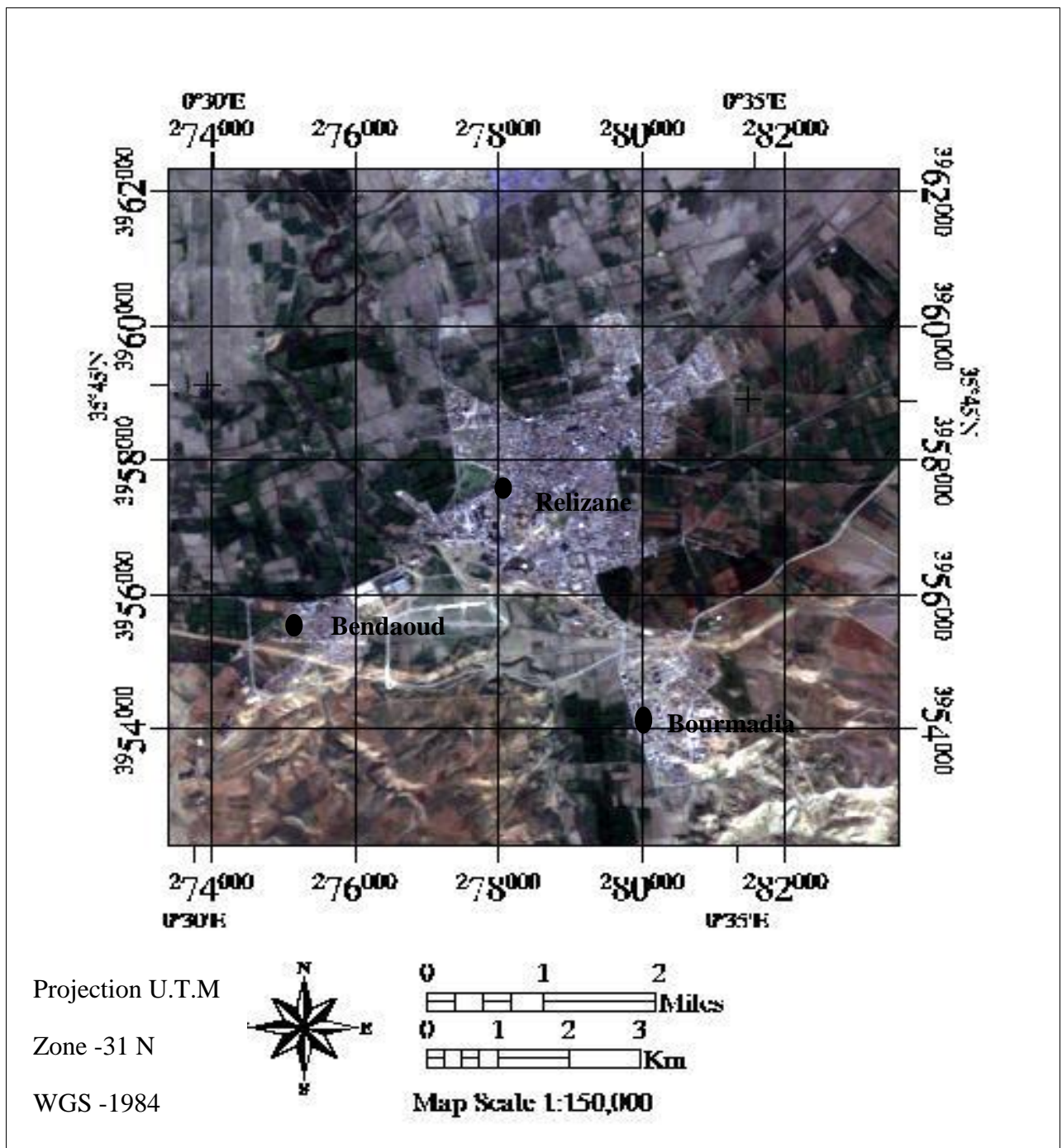


Figure19: Composition coloré des trois bandes spectrale TM1, TM3, TM4, de satellite Landsat5 (2010).

Indice de cuirasse-1987

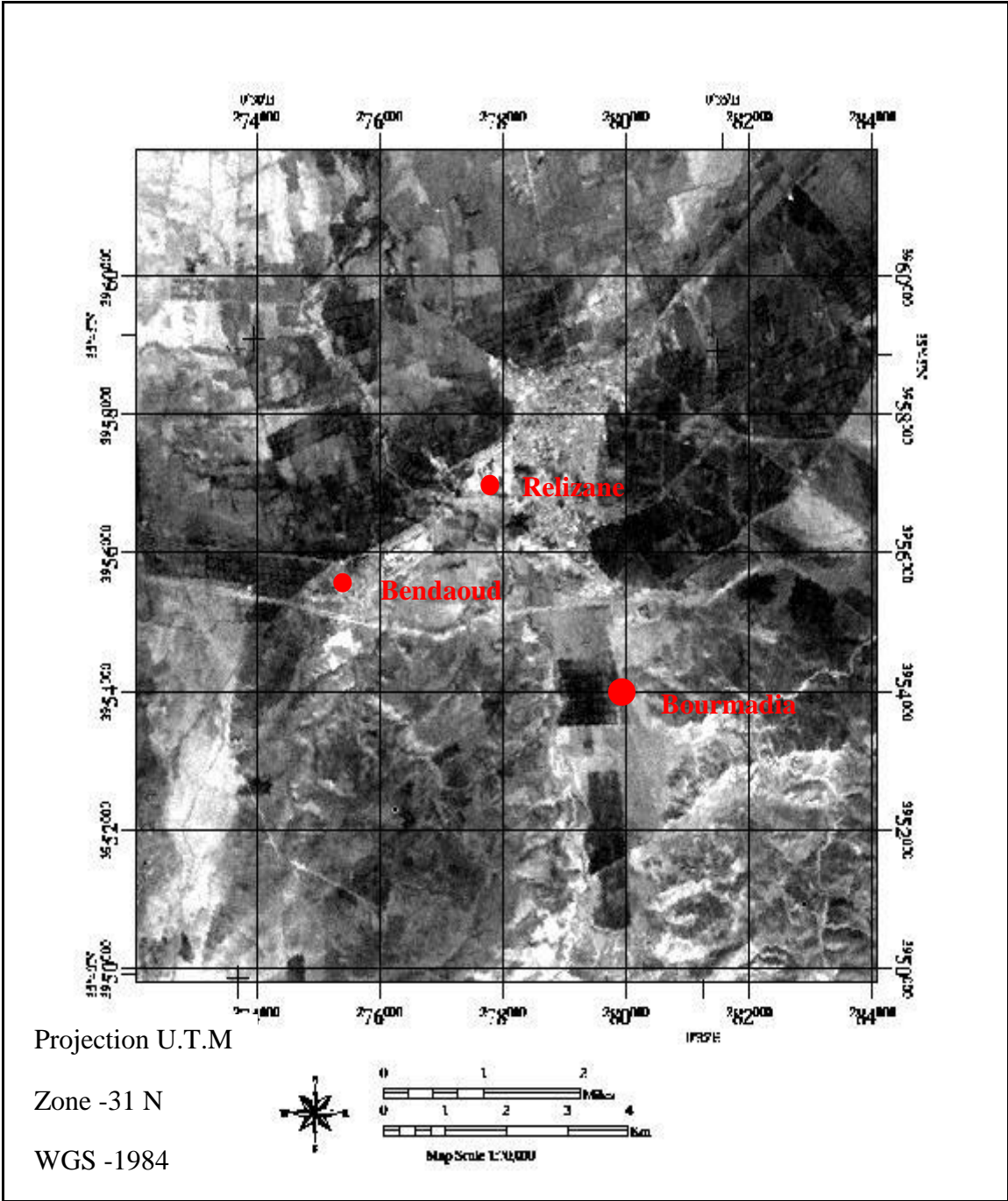


Figure20 : Indice de cuirasse pris des canaux rouge et infrarouge de l’image Landsat 5 (1987).

Indice de cuirasse-2010

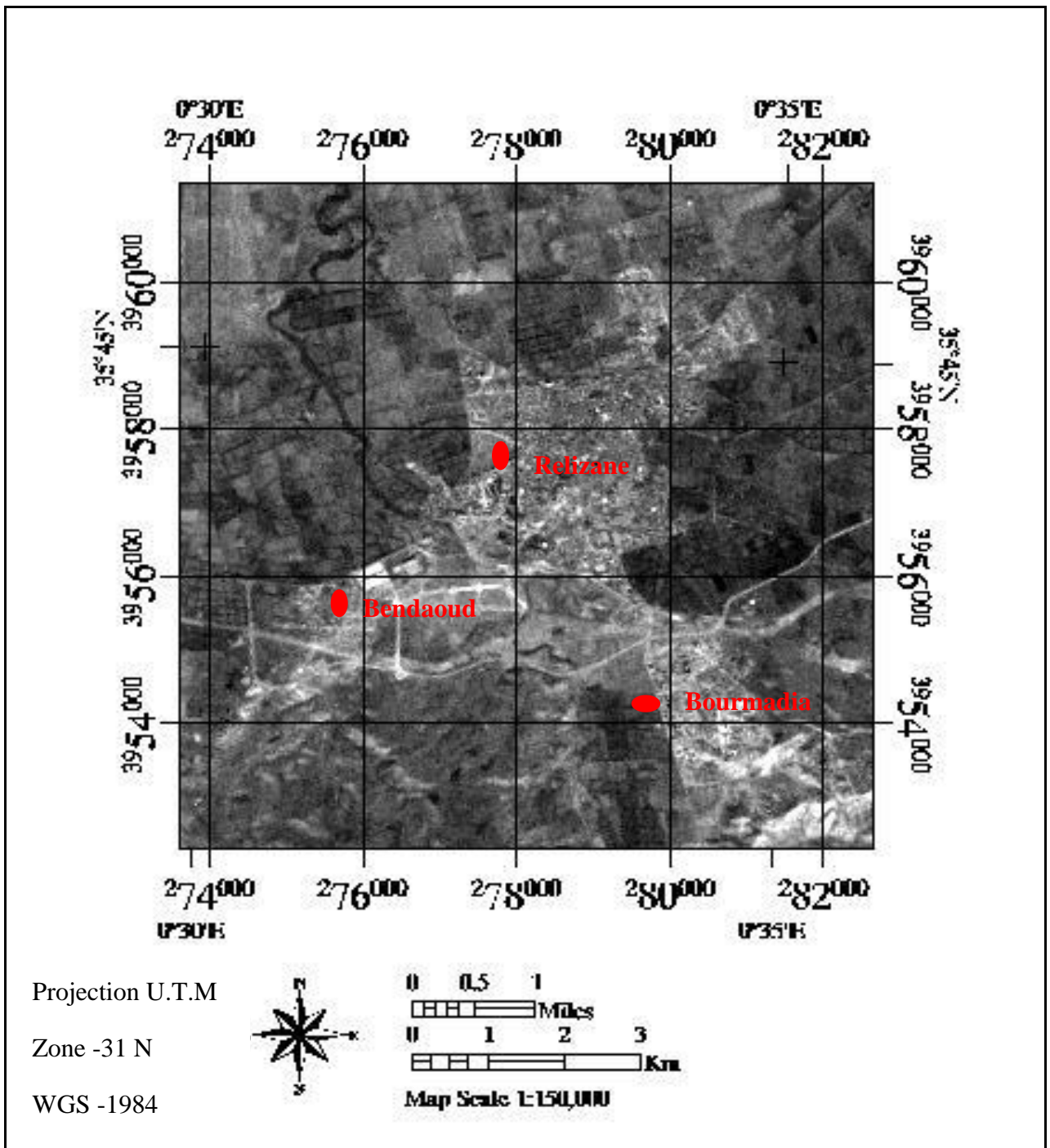


Figure21: Indice de cuirasse pris des canaux rouge et infrarouge de l’image Landsat 5 (2010).

Composition colorée vrai couleur -1987

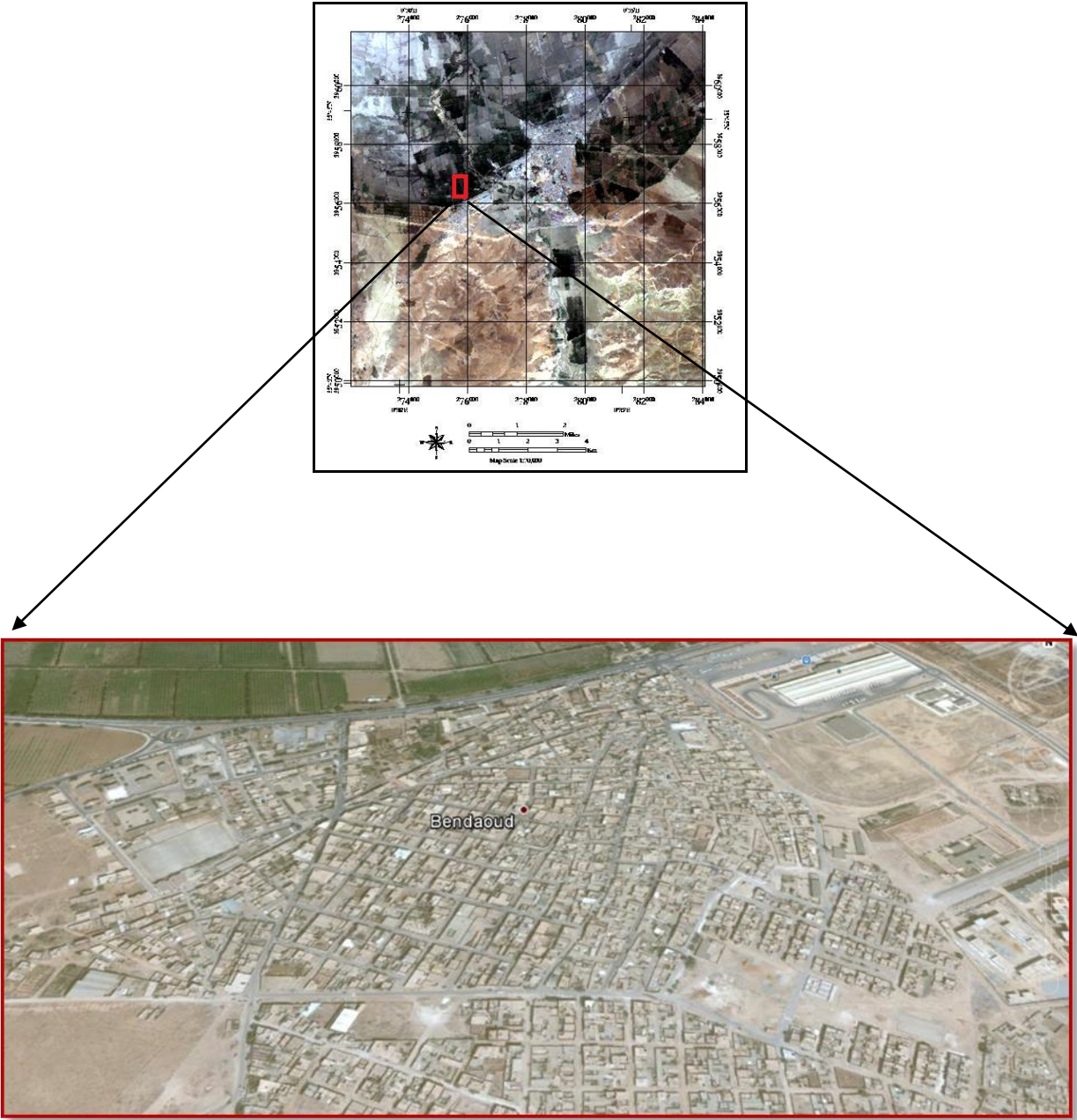


Figure22 : Agglomération chef lieu Bendaoud

Composition colorée vrai couleur -1987

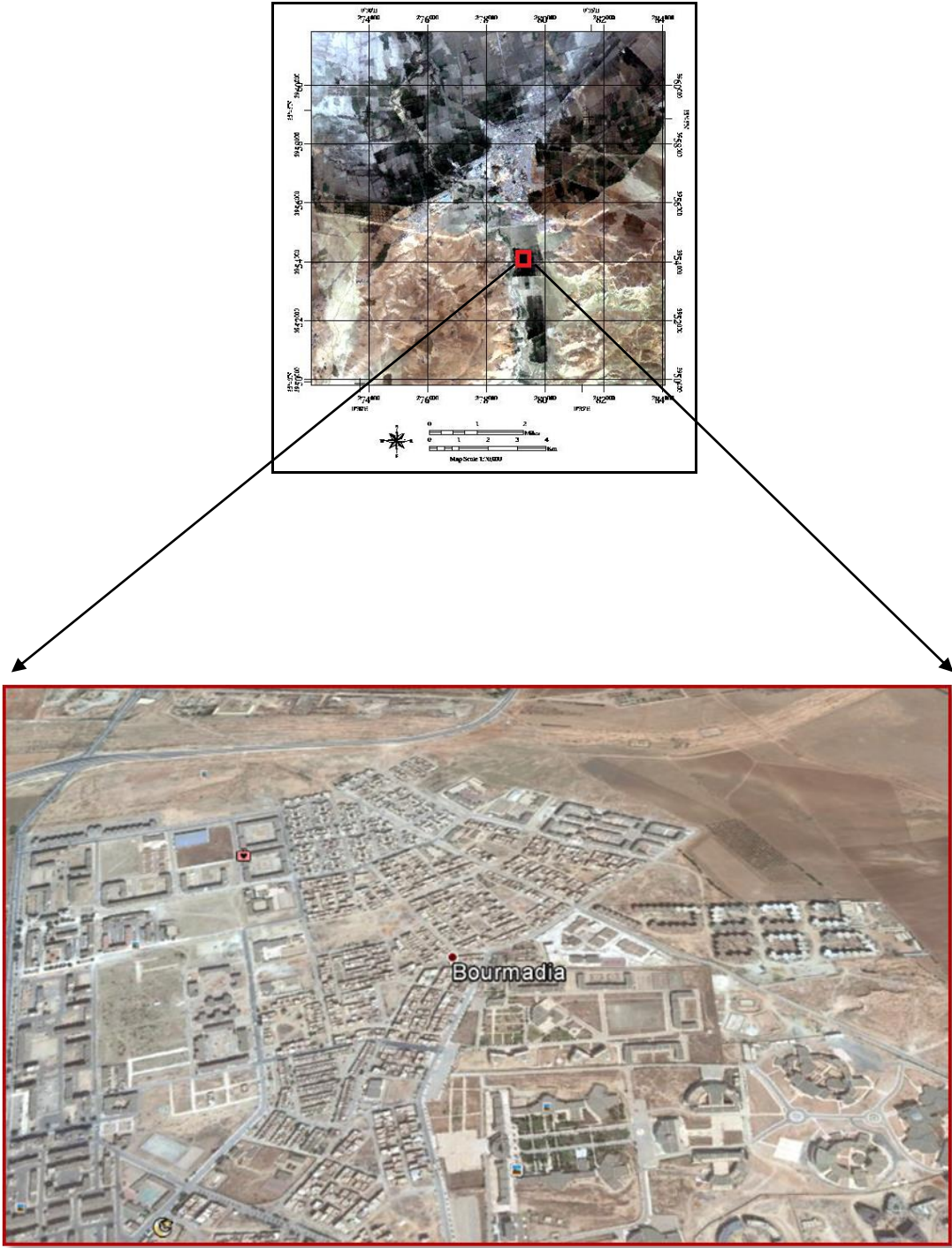


Figure23 : Agglomération chef lieu Bourmadia

Composition colorée vrai couleur-1987

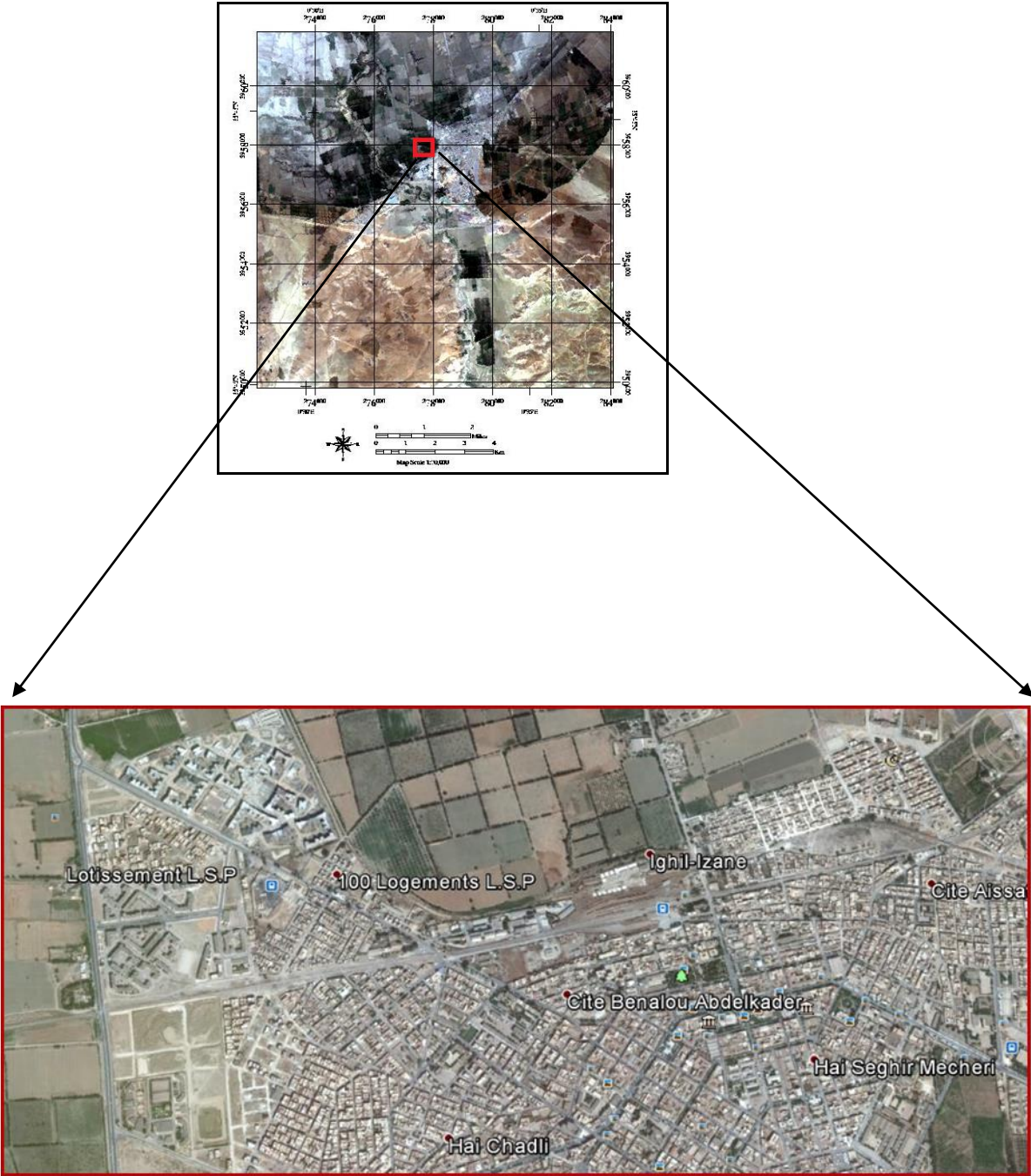
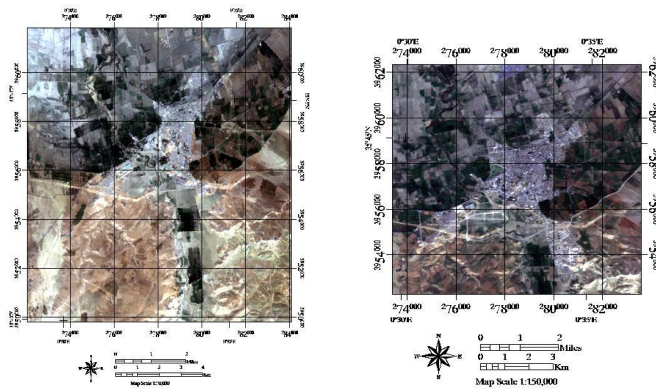
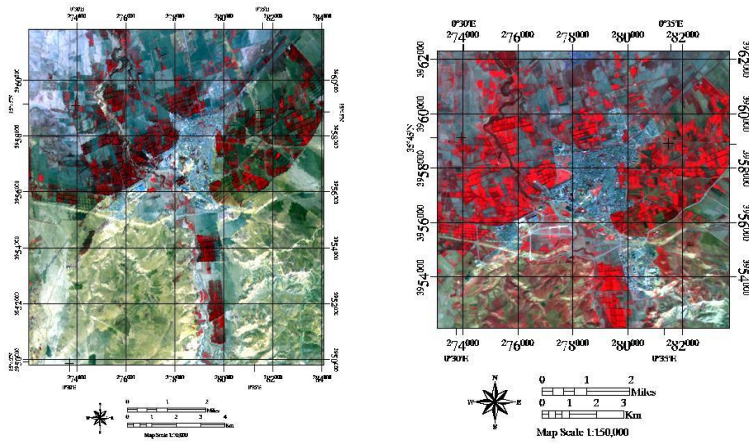


Figure24 : Agglomération Relizane (Nord)

Composition colorée vrai couleur (1987/2010)



Coposition colorée fausse couleur (1987/2010)



Indice de cuirasse(1987/2010)

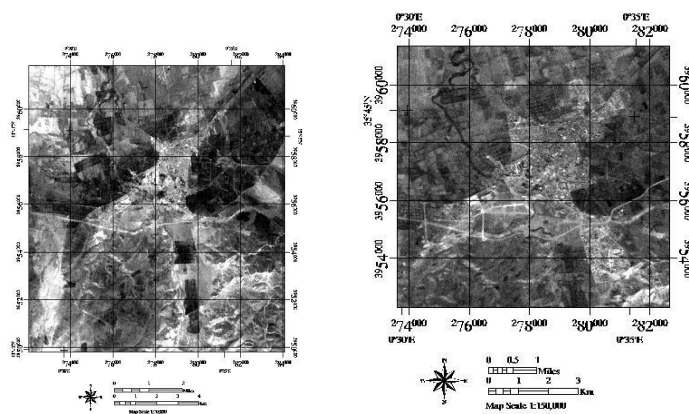


Figure25 : Méthodes de détection des mutations urbaines

6.2. Deuxième étape : l'évaluation de l'extension urbaine

Comme nous avons déjà dit, la commune de Relizane a connu de très grandes mutations urbaine et agricole, sachant que l'extension urbaine est au détriment des terrains agricole, on va dans cette étape évaluer cette extension en se basé sur les images traitées dans la première et la deuxième méthode (analyse visuelle, indice de cuirasse,).

La deuxième méthode consiste à l'application de l'indice de cuirasse qui a donné un très bon résultat sur le tissu urbain, en nous permettant de discriminer l'enveloppe urbaine.

7. Estimation de la croissance urbaine durant la période 1987-2013

La ville de Relizane a connu durant les dernières décennies une urbanisation très accélérées et une polarisation très accrue.

Suite a l'application de la méthode de l'indice de cuirasse, on a pu faire notre estimations de surface de manière consiste à faire une classification automatique pour le tissu urbain à partir de l'image résultat de la méthode d'indice de cuirasse, en comparant les deux estimations de surface, on peut conclure que les résultats obtenus à partir de l'indice sont plus fiable.

Cette méthode nous a donnée des estimations sur tout le tissu urbain qui est existant.

Conclusion

L'étalement urbain modifie l'occupation des sols et la physionomie des campagnes, menace l'agriculture périurbaine, et entraîne des conséquences sur le plan environnemental. Il provoque des perturbations des écosystèmes et constitue une menace sérieuse pour la biodiversité. Ainsi, la ville détruit la nature soit directement, par la destruction des habitats naturels, soit indirectement, par la fragmentation et l'isolement des sites naturels. L'étude de l'étalement urbain représente un enjeu important pour comprendre les effets de l'urbanisation sur les processus écologiques, non seulement dans les grandes métropoles urbaines, mais aussi dans des agglomérations de moyenne et de petite taille qui participent largement à la croissance urbaine actuelle et, ce faisant, à l'étalement urbain. Dans le contexte actuel d'une artificialisation accélérée et quasi-généralisée des terres, l'évaluation et l'anticipation des impacts de l'étalement urbain présentent un intérêt tant pour les scientifiques que les gestionnaires du territoire.

Cette dernière a touché toute les villes algériennes sans exception, parmi elles l'agglomération de Relizane qui a connu une évolution accélérée concentrée dans les zones périphériques, ce qui engendre de profondes répercussions sur la structure globale de la ville et son fonctionnement .cette nouvelle dynamique, commence à poser d'énormes problèmes de la gestion, le contrôle et la coordination des différentes opération entreprise, ce qui nécessite un système d'évaluation périodique, fiable et performant pour la gestion de phénomène urbain.

Et pour bien gérer la tache urbaine nous avons proposées une étude diachronique en utilisant le traitement nécessaire de télédétection pour l'extraction des changements spatiotemporels

Afin de cordonner les recherches et les applications de cette nouvelle méthode, l'objectif principale de notre travail est de montrer dans quelle mesure, les images prises par satellite conviennent à la détection et la cartographie des changement à l'échelle de notre périmètre d'étude.

Pour conclure, ces résultats mettent en exergue l'intérêt de l'utilisation de la télédétection et des SIG pour la quantification, le suivi et la modélisation de l'étalement urbain. La démarche mise en œuvre dans ce travail a privilégié l'application de méthodes de suivi déjà éprouvées

et facilement reproductibles. Elles ont montré que l'étalement urbain entraîne des modifications importantes des structures paysagères qui à leur tour impactent la biodiversité.

Les méthodes retenues pour cette étude sont la méthode de l'indice de cuirasse qui nous a aidés à extraire l'expansion urbaine, ainsi que la méthode de l'interprétation visuelle pour la détection du changement.

Abdessemed K. 1981 : Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de l'Aurès et du Belezma. Étude phytosociologique, problème de conservation et d'aménagement. Aix-Marseille: Université Paul Cézanne (Aix-Marseille), Faculté des sciences et techniques de Saint-Jérôme, thèse de doctorat, 202 p.

ب. **Aleth Picard, 1994 :** Architecture et urbanisme en Algérie. D'une rive à l'autre (1830-1962).

Ansar, 2002 : «L'Aurès Oriental: un milieu en dégradation». Biskra (Algérie): CRSTRA, Journal algérien des régions arides, revue semestrielle n° 1, p. 24-32.

Bannari, 1995 : A review of vegetation indices.

BEDRANI S. (1996) : Foncier et gestion des ressources naturelles en Afrique du nord. Cas de l'Algérie: le foncier et la gestion des ressources naturelles dans les zones arides et semi-arides d'Afrique du nord. Tunis: Observatoire du Sahara et de Sahel, p. 3-32.

Benbrahim K.F., Ismali m., Benbrahim S.F., Tribak A. (2004) : «Problème de dégradation de l'environnement par la désertification et de déforestation: impact du phénomène au Maroc». Sécheresse, vol. 15, n° 4, p. 307-32.

Benchergui A et Tahari A ; 2009 : Etude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées par la population riveraine dans la région de Relizane .Theseing, université de Mascara, 133pages.

Benderradji Med El Habib, Alatou Djamel, Arfa Azzedine Med Touffik

Benachour Kheireddine ,2006 : Problemes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation Impact du phenomene en Algerie).

Benmessaoud H., Kalla M., Dridi H. (2007) : Utilisation des images Alsat 1 pour la réalisation d'une carte d'occupation du sol des zones semi arides. Cas de la région des Aurès (Algérie). Actes du colloque Géoflore, Nancy, 10-12 mai 2007.

Benkoula Sidi Mohamed El Habib , 2009 : Autour de la question de l'urbanisation en Algérie Publié dans Le Quotidien d'Oran le 23 - 11 – 2009.

Benmohammadi A., Benmohammadi L., Ballais J.-L., Riser J, (2000) : «Analyse des interrelations anthropiques et naturelles: leur impact sur la recrudescence des phénomènes d'ensablement et de désertification au sud-est du Maroc (vallée de Drâa et vallée de Ziz)». Sécheresse, vol. 11, n° 4, p. 297-308.

Bensaid A. (2006). SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride: le cas de la wilaya de Naâma (Algérie). Oran: Université Es-Senia, thèse de doctorat en géographie

Bensaid, 2006 Benmesaoud et al. , 2007) in Hassen Benmessaoud, Mahdi kalla, Hadda Driddi : évolution de l'occupation des sol et désertification dans le sud des Aurès (Algérie).

Berchache Rafika, 2011 : Développement urbain et multi-modalité face aux enjeux du développement durable de l'agglomération d'Alger.

Bneder(Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural),2008 ;Rapport sur la caractérisation des formations forestières de la wilaya de Relizane.

Boutaleb Kouider ?: La problématique de la décentralisation et de la démocratisation de la gestion des biens et services collectifs dans l'optique d'un développement durable : le cas de l'Algérie.

Burrough, P.A. (1986): *Principles of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment.* Monographs on Soil and Resources Survey No. 12, Oxford Science Publications, New York.

Cahn M. (2003) :« Maîtriser l'étalement urbain : Bonnes pratiques de villes européennes et américaines.»

Deshayes M, Durrieu S, Girou D ,1990 : Utilisation de la télédétection satellitaire pour des applications forestières, projet SPOT & Forêt 1, rapport final.

Dimitri Sanga et Bakary Dosso ,2007 : L'utilisation des systèmes d'information géographiques dans les Instituts/Bureaux nationaux de statistique africains, The African Statistical Journal, Volume 5, November 2007.

Direction Générale De L'environnement (DGE) , 2001 : Élaboration de la stratégie et du plan d'action national des changements climatiques. Alger, Communication nationale initiale, Projet national ALG/98/G31, p.131.

Djelal Nadia, 2005 : Morphologie urbaine et développement urbain durable : cas d'Alger. »

Donnay, J. (2001) : Chercheur, praticien même terrain , *Recherches qualitatives*, 22, 34-53. [en ligne] <http://www.recherchequalitative.qc.ca/volume22.html>.

Durable Lynda Mecheri, 2014 : La maitrise fonciere pour la durabilite du foncier agricole, Cas de la commune d'el kseur (wilaya de Bejaia).

Eswaran et al., 2001 : A global assessment of land quality. In preparation.

FAO ,2007: Rapport scientifique de consensus produit en 2005 par l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (EM) : "*Millennium Ecosystem Assessment General Synthesis Report: "Ecosystems and Human Well-being"*).

Fekkous, Nadia ,2015 : L'étalement urbain et les contraintes physiques et naturelles. Cas d'étude : La ville de Batna.

Gourari ,2010 : le financement de la protection de l'environnement.

Guendouze Berrahail,201 : la problématique du développement durable d'une ville minière ouenza, une ville de l'est algérien,2013/2014.

Hayette HadeF, 2011 : Aux marges du système urbain : le périurbain et la consommation du foncier agricole - cas de Skikda – Algérie.

Hirtzel Joanne, Joannes Pauline., 2009-2010 : *L'étalement Urbain, Contexte Et impacts*, Synthèse bibliographique, 58 p. (en ligne). Disponible sur : <http://thema.univcomte.fr/IMG/pdf/SyntheseBibliographique.pdf>

Ibrahim Nahal, 1998 : Principes d'agriculture durable.

INRA ,1991 : *Gestion de l'espace rural et système d'information géographique* (p. 109-119). Presented at Seminaire INRA, Florac, FRA (1991-10-22 - 1991-10-24). Paris, FRA : INRA Editions. <http://prodinra.inra.fr/record/92224>

J.M Gilliot ,2000: Introduction aux SIG, Institut National Agronomique, Paris – Grignon, Octobre 2000

Kamel Kateb, 2003 : Population et organisation de l'espace en Algérie

KEFIFA Abdelkrim,2014 : Contribution à l'étude et à la cartographie de l'impact des pressions anthropozoogènes et climatiques sur les ressources naturelles des monts de Saïda (Algérie)).

Laurini 2001 : Real Time Spatio-Temporal Databases. In "Transactions on Geographic Information Systems", Guest Editorial, Vol 5(2), pp.87-98.

Lipper et Osgood, 2001, document FAO développement économique et sociale

Longley et al 2001 : *Geographical Information Systems and Science*.

- ج. **Longley et al 1999; Gatrell et Loytonen 1998**) : Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, 2nd Edition, Abridged.
- د. **Maguire, 1991** : Geographic Information Systems.
- Mohamed Chadli et Ali Hadjiedj,2003** ; L'apport des petites agglomérations dans la croissance urbaine en Algérie.
- Oldeman et al., 1991**: World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation: An Explanatory Note.
- Paroucheva-Leruth Boriana,2008** : *Densité & étalement urbain, quels(s) modèle(s) pour la ville de demain.*
- Pierre J. R. 1985** : Les Agro écosystèmes de la région de Désarmes. Thèse de Doctorat, Port-au-Prince, 268 pages
- PNAE-DD, 2002** :Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement.
- Rahim Aguejdad, 2009** : Etalement urbain et ´evaluation de son impact sur la biodiversité, de la reconstitution des trajectoires `a la mod´elisation prospective. Application `a une agglomération de taille moyenne : Rennes M´etropole.
- Ramade.F 1995** : Eléments d'écologie appliquée. Paris, 631 pages
- Remil Rachid, 2006** : utilisation de l'imagerie setellitaire et des sig dans l'analyse phytoecologique et l'amenagement application a la region de Beni Chougrane).
- Scherr 1999**: Poverty- environment in teractions in agriculture: Key factors and policy implications. Pa per pre pared for the United Na tions.
- Si Tayeb, 2006** : journal officiel de la republique algerienne n° 24.
- Skidmore, A.K, 2002**: Taxonomy of environmental models in the spatial sciences. In: Environmental modelling with GIS and remote sensing.
- Soudani K. 2005** : Introduction général à la télédétection.
- Van Lynden 1995** : Européan soil resource. Nature and environnement .
- Victor J. A. 1985** : Systèmes, Ecosystèmes, Agro écosystèmes. – Damien, FAMV, 15 page

