

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم  
UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM

Faculté des sciences de la nature et de la vie  
Département des sciences agronomiques

Thèse présentée en vue de l'obtention du diplôme  
Doctorat En-Sciences

Filière : Sciences Agronomiques  
Spécialité : Sciences des sols et Foresterie

Thème :

**Utilisation de la télédétection dans l'étude  
de la dégradation des agrosystèmes dans le  
bassin versant de l'Oued – Chélif**  
« Artificialisation et dégradation de l'espace rural »

Présentée par : M<sup>r</sup> HARTANI Ahmed

**Soutenue devant les membres de jury :**

M<sup>r</sup> LARID Mohamed, Professeur, Université de Mostaganem, Président ;  
M<sup>r</sup> MEDERBAL Khalladi, Professeur, Université de Tiaret, Rapporteur ;  
M<sup>r</sup> CHOUIEB Mohamed, Maitre de conférences B, Université de Mostaganem, Co-Promoteur ;  
M<sup>r</sup> HADDAD Ahmed, Professeur, Université de Mostaganem, Examineur ;  
M<sup>r</sup> DELLAL Abdelkader, Professeur, Université de Tiaret, Examineur ;  
M<sup>me</sup> REZZOUG Waffa O/El Kheir, Professeur, Université de Tiaret, Examineur

**Année Universitaire : 2018-2019**

# **DEDICACES**

**Je dédie ce manuscrite à  
A mon très cher regretté père ABDEKADER qui nous a quitté  
(Repose en paix et Que Dieu t'accueille en son vaste paradis)**

**Au soleil de ma vie, ma très chère maman qui m'a toujours encouragé à  
poursuivre mes études,**

**A Ma femme qui m'a donné courage et patience pour  
Passer tous les moments difficiles, et qui m'a permis d'achever ce travail,**

**A mon enfant Abd El Djalil**

**À mes frères et sœurs**

**Un spéciale remerciement à  
Mme MIDOUNE F.  
Mr. HADEIDE M.  
Mr DARI O.**

**Mes humbles et sincères remerciements ainsi qu'a tous mes amis, je cite :**

**BAGHDADI DJILLALI  
AMARA MOHAMED**

**BOUHALIS LAZREG - ZEGGAI IBRAHIM  
BOUALAM ABD ELKADER**

**M. MANTOUS, B. ABDELLAH, M. DJAMEL, B. BELAHOUEL**

**A TOUT LE STAFF D'ENEIGNENTS DU DÉPARTEMENT DE L'AGRONOMIE  
MOSTAGANEM**

**A TOUT LE STAFF D'ENEIGNENTS DU DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE  
RELIZANE**

**Mes Reconnaissances et Profonde gratitude**



# REMERCIEMENTS

*Mes remerciements sincères et respectueux s'adressent Monsieur **LARID M.** Professeur à l'université de Mostaganem, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider la soutenance de cette thèse et lui demande d'accepter ma profonde reconnaissance.*

*J'exprime ma profonde reconnaissance et mes sincères remerciements à mon Directeur de thèse Monsieur **MEDERBAL K.** Et mon Co-promoteur de thèses Monsieur **CHOUIEB M.** pour tous les efforts et les précieux conseils qui ont permis la réalisation de ce travail.*

*Il m'est agréable d'adresser mes vifs et respectueux remerciements à : **HADDAD Ahmed,** Professeur, Université de Mostaganem, **Mr DELLAL A.** Professeur à l'université d'Ibn Khaldoune Tiaret, **REZZOUG Waffa O/El Kheir,** Professeur, Université de Tiaret, qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'examiner et d'évaluer mon travail, qu'ils veuillent accepter ma profonde reconnaissance.*

*Enfin, je remercie toutes les personnes intéressées par mon travail, en espérant qu'elles puissent trouver dans mon rapport de thèse des explications utiles.*

## Résumé

Le développement urbain des villes touche différents volets ; économique, social, et spatial qui tout en provoquant un étalement urbain incontrôlé, et des extensions des surfaces urbanisées au détriment des espaces agricoles. Le phénomène d'étalement urbain qui caractérise nos villes conduit à des situations spatiales composites où s'imbriquent des fragments construits et des fragments agricoles. La déperdition des terres agricoles qui a réduit le patrimoine rural et ses caractéristiques dont le capital économique au bassin versant de l'Oued Chélif est gravement menacé, aussi bien par la réduction des activités rurales elle-même que par son insuffisante protection, vis à vis des agressions proprement naturelles ou liées à l'artificialisation et aux activités humaines. 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 travail est basé sur une méthodologie de cartographie de l'extension urbaine sur les terres agricoles et le couvert végétal dans le bassin versant de l'Oued Chélif, caractérisé par un faible taux de couvert végétal, expliqué par le climat semi-aride connu par sa faible pluviosité dans notre région. La méthode des indices (de végétation et de bâti) nous a donné des résultats intéressants et qui semble adéquate pour une estimation des expansions urbaines proche de la réalité du terrain. Elle se caractérise par sa simplicité et sa fiabilité ; et consiste à intégrer des données réelles échantillonnées du terrain sans avoir recours à un matériel lourd ou coûteux. La carte résultante présente une couche d'information sur l'état de la dynamique urbaine, qui est en effet un des facteurs qui englobent et dégradent les agrosystèmes dans le bassin versant de l'Oued Chélif.

**Mots-clés:** S.I.G – télédétection – Bassin versant – agrosystèmes – facteurs de dégradations – urbanisation et artificialisation – bassin versant de l'Oued Chélif.

## **Abstract**

Urban development in cities is an uncontrolled process, with different components; economic, social, and spatial that contributes to urban sprawl and the extension of urbanized areas to the detriment of agricultural spaces. The phenomenon of urban sprawl that characterizes our cities leads to composite spatial situations in which fragmented fragments and agricultural fragments are interwoven. The loss of agricultural land which has reduced the rural heritage and its characteristics, the economic capital of which is seriously threatened, both by the reduction of the rural activities themselves and by their insufficient protection, the aggressions related to artificialization and human activities. The pressures exerted by the economic and social development effort generally result in an accelerated urban dynamic, which constitutes a major challenge to overcome.

The work was based on a methodology for mapping the urban extension of agricultural land and the vegetation cover in the low chellif, characterized by a low rate of vegetation cover, this rate is explained firstly by the climate. known by its low rainfall. The method of indices (vegetation and building) has given us interesting results and seems adequate for an estimate of urban expansions close to the reality of the field, it is characterized by its simplicity and reliability; it requires the integration of real sampled data from the field without the need for heavy or expensive equipment. The resulting map presents a layer of information on the state of urban dynamics, which is indeed one of the factors that reacts very negatively by degrading agro systems in the low chellif.

Keywords: S.I.G - remote sensing catchment area - agro systems - degradative factors - urbanization and artificialization - low cheliff

التنمية الحضرية في المدن هي عملية غير منضبطة، من الناحية الاقتصادية والاجتماعية والمكانية التي تسهم في التمدد الحضري وتوسيع المناطق الحضرية على حساب المساحات الزراعية. وتؤدي ظاهرة التمدد العمراني التي تميز مدننا إلى حالات مكانية مركبة تتشابه فيها المساحات المبنية و المساحات الزراعية. ان فقدان الأراضي الزراعية قلل من التراث الريفي وخصائصه بشكل خطير، سواء عن طريق الحد من الأنشطة الريفية نفسها التي فشل حمايتها بسبب الاعتداءات المتعلقة بالتحضر والصناعة والأنشطة البشرية، تؤدي التنمية الاقتصادية والاجتماعية عموماً إلى ديناميكية حضرية متسارعة تشكل تحدياً كبيراً ينبغي التغلب عليه .

واستند العمل إلى منهجية لرسم خرائط للتوسعات الحضرية على الأراضي الزراعية والغطاء النباتي في منطقة الدراسة وقد أعطتا طريقة المؤشر (الغطاء النباتي والبناء) نتائج مثيرة للاهتمام، ويبدو كافياً لتقدير التوسعات الحضرية وفقاً للواقع ويتميز بساطته وموثوقيته، فإنه يتطلب دمج البيانات الحقيقية عينات من الميدان دون الحاجة إلى معدات ثقيلة أو باهظة الثمن تقدم الخريطة الناتجة طبقة من المعلومات عن حالة الديناميكية الحضرية، والتي هي في الواقع واحدة من العوامل التي تتفاعل سلباً ضد النظم الزراعية المهنية في منطقة الدراسة.

كلمات مفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية - الاستشعار عن بعد - حوض سفحي - الانظمة الزراعية - عوامل التدهور - التوسع الحضري

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°1 : Les principales orientations et axes stratégiques du schéma sectoriel .....	24
Tableau N°2: Les Sous-régions du Bassin versant de l'Oued Chélif .....	35
Tableau N°3 : Répartition des pluies moyennes mensuelles .....	44
Tableau N°4 : Températures moyennes mensuelles .....	45
Tableau N°5 : Vitesses moyennes de Vent mensuelles en Km / h.....	46
Tableau N° 6 : Humidités relatives moyennes mensuelles en %.....	47
Tableau N° 7 : Indice bioclimatique d'Emberger.....	49
Tableau N°8 : Valeurs mensuelles des indices de sécheresse.....	51
Tableau N°9 : Évolution de la population 1987/2008.....	54
Tableau N° 10 : Taux d'accroissement de la population par commune 1987/1998.....	55
Tableau N°11 : Taux d'accroissement de la population de la plaine de la Mina par commune 1998/2008.....	55
Tableau N°12 : Evolution de la population par commune entre 1987 et 2008.....	56
Tableau N°13 : Répartition des densités de population.....	57
Tableau N°14 : Évolution de la population selon la dispersion.....	58
Tableau N° 15 : Répartition de la population par dispersion RGPH 2008.....	58
Tableau N°16 : Répartition de la population rurale.....	59
Tableau N°17 : Répartition de la population par grands groupes d'âge (RGPH 2008) .....	60
Tableau N°18: Classement national de la wilaya.....	61
Tableau N°19 : Répartition générale des terres.....	63
Tableau N°20 : Répartition des exploitations agricoles.....	64
Tableau N°21 : Répartition du matériel agricole.....	65
Tableau N°22 : Répartition des productions des cultures herbacées.....	67
Tableau N°23 : Répartition des cultures et des productions des cultures pérennes.....	68
Tableau N°24 : Effectif de grands élevages et petits élevages.....	68
Tableau N°25 : les productions animales.....	69
Tableau N°26 : Ouvrages de mobilisation des ressources hydriques pour la PMH.....	71
Tableau N° 27 : répartition des superficies irriguées par spéculation et mode d'irrigation.....	71
Tableau N°28 : La définition d'une entité géographique.....	77
Tableau N°29 : Avantages et inconvénients des deux modes de représentations Raster et Vecteur.....	80
Tableau N°30 : Les caractéristiques de satellite (LANDSAT – ASTER) .....	87
Tableau N°31 : Les caractéristiques des canaux du satellite LANDSAT.....	91
Tableau N° 32 : Tableau représentatif de la matrice de corrélation des données TM.....	110
Tableau N° 33 : Tableau représentatif de la composition colorée.....	111
Tableau N°34 : Validation des résultats (corrélation taux de recouvrement - NDVI) .....	121
Tableau N°35 : Répartition de la population rurale.....	134
Tableau N°36 : superficies réelles et estimées par les quatre méthodes.....	145
Tableau N°37 : Etat du foncier dégagé par les PDAU approuvés.....	149
Tableau N° 38 : Vocation du foncier dégagé par les PDAU approuvés.....	149
Tableau N°39 : Disponibilité foncière par commune et par secteur d'urbanisation.....	150

## LISTE DES FIGURES

Figure N 1 : Situation du bassin versant de l'Oued Chélif.....	35
Figure N°2 : Découpage du bassin versant de l'Oued Chélif.....	36
Figure N° 3: Carte des régions naturelles d'Algérie.....	37
Figure N°4 : Les pentes de la wilaya de Relizane.....	39
Figure N°5 : Carte d'occupation du sol de la plaine de la mina. ....	42
Figure N°6 : Précipitations moyennes mensuelles.....	44
Figure N°7 : Températures moyennes mensuelles. ....	46
Figure N°8 : Diagramme Ombrothermique. ....	48
Figure N°09: Climagramme d'Emberger.....	50
Figure N°10 : Répartition des terres agricoles par nature juridique.....	64
Figure N°11 : Une donnée géographique.....	76
Figure N°12 : Les types de données géographiques dans un SIG.....	79
Figure N°13 : Les données Vecteurs.....	79
Figure N°14 : Les données Raster.....	80
Figure N°15 : Schématisation des fonctionnalités d'un SIG.....	81
Figure N°16 : Procédure de la télédétection.....	83
Figure N°17 : Caractéristiques générales du satellite Sentinel-2.....	89
Figure N°18 : Exemples de réseaux observés par télédétection.....	98
Figure N°19 : Le remplissage des informations de l'image souhaitée.....	106
Figure N°20 : Le choix du satellite sur site.....	106
Figure N°21 : Vue logiciel 5.3 classique.....	107
Figure N°22 : Composition colorée en fausse couleurs des trois bandes spectrales.....	112
Figure N°23 : Composition colorée en vraie couleurs des trois bandes spectrales.....	115
Figure N°24 : Organigramme méthodologique pour la détection de la tache urbaine.....	116
Figure N°25 : NDVI pris des canaux rouge et infrarouge de l'image sentinel-2 bassin versant de la mina.....	119
Figure N°26 : Estimation visuelle du pourcentage de couverture d'une surface donnée.....	120
Figure N°27 : Relation linéaire simple entre l'NDVI et taux de recouvrement.....	121
Figure N°28 : Classes du taux de recouvrement exprimé en pourcentage (%) Bassin versant de la mina.....	122
Figure N°29 : (NDVI) appliqué sur l'image du Sentinel-2 d'avril 2017.....	124
Figure N°30 : Extraction automatique de la tache urbaine par l'indice de végétation normalisé.....	125
Figure N°31 : Extraction automatique de la tache urbaine par l'indice de bâti normalisé (NDBI).....	127
Figure N°32 : Extraction automatique de la tache urbaine par la combinaison des indices.....	129
Figure N°33 : Extraction automatique de la tache urbaine par l'indice de cuirasse.....	131
Figure N°34 : Extraction automatique de la tache urbaine par l'indice de végétation normalisé.....	136
Figure N°35: Méthode 1 : Extraction automatique de la superficie de la tache urbaine NDVI.....	137
Figure N°36 : Extraction automatique de la tache urbaine par l'indice de bâti normalisé NDBI.....	138
Figure N°37 : Méthode 2 : Extraction automatique de la superficie de la tache urbaine par (NDBI).....	139
Figure N°38 : Extraction automatique de la superficie de la tache urbaine par combinaison des indices.....	140
Figure N°39 : Méthode3 : Extraction automatique de la superficie par combinaison des indices.....	141
Figure N°40 : Extraction automatique de la superficie de la tache urbaine par l'indice de cuirasse (IC) .....	142
Figure N°41 : Méthode 4 : Extraction automatique de la superficie par l'indice de cuirasse (IC) .....	143
Figure N°42 : Comparaison entre les quatre méthodes de détection de l'espace urbanisé dans la plaine de la Mina....	146

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

- A.N.A.T.* : Agence nationale d'aménagement du territoire.
- A.P.C.* : Assemblée populaire communale.
- A.P.F.A.* : Accès à la propriété foncière agricole.
- A.P.N.* : Assemblée populaire nationale.
- A.P.W.* : Assemblée populaire de wilaya.
- B.T.P.* : Bâtiment et travaux publics.
- BGI* : L'indice de BAGNOULS et GAUSSEN
- BNEDER* : Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural
- C.A.P.C.S.* : Coopérative agricole polyvalente communale de services.
- C.A.P.R.A.* : Coopérative agricole et de production de la révolution agraire.
- C.E.P.R.A.* : Coopérative d'élevage et de production de la révolution agraire.
- C.E.S* : Conservation des eaux et des sols.
- C.P.R.D* : Canal principal rive droite.
- C.P.R.G* : Canal principal rive gauche.
- CASSAP* : Coopérative agricole de services et d'approvisionnement.
- D.F.P* : Directions de la Formation Professionnelle
- D.I.E* : Direction des infrastructures et de l'équipement.
- D.G.F* : Direction générale des forêts.
- D.R.S* : Défense et Restauration des sols.
- D.S.A* : Direction des Services Agricoles
- D.U.C* : direction de l'urbanisme et de construction
- D.U.C.H.* : direction de l'urbanisme, de construction et de l'habitat
- ENVI* : Environnement for visualising image.
- F.N.R.D.A.* : Fond national de la régulation et du développement de l'agriculture.
- FAO*: Food and Agriculture Organisation
- GPS*: Global Positioning System.
- IF* : Indice de Fournier
- Km* : Kilomètre
- NDVI* : Normalise Difference Vegetation Index ('indice de végétation par différence normalisé)
- M.A.R.A.* : Ministère de l'agriculture et de la révolution agraire.
- M.P.A.T.* : Ministère de la planification et de l'aménagement du territoire.

- O.N.A.B.** : *Office nationale des aliments de bétail.*
- O.N.M.** : *Office national de météorologie.*
- O.N.S.** : *Office nationale des statistiques.*
- O.P.G.I.** : *Office de promotion et de gestion immobilière.*
- ONM** : *Office National de Météorologie*
- ONS** : *Office National Des Statistiques*
- P.A.W.** : *Plan d'aménagement de wilaya.*
- P.C.D.** : *Plan de développement communal.*
- P.D.A.U.** : *Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.*
- P.M.I.** : *Petite et moyenne industrie.*
- P.N.D.A.** : *Plan national du développement de l'agriculture.*
- P.S.W.** : *Programme spécial de wilaya.*
- P.T.T.** : *Postes et télécommunications.*
- R.G.P.H.** : *Recensement général de la population et de l'habitat.*
- S.A.U.** : *Surface agricole utile.*
- S.I.T.** : *Syndicat intercommunal de travaux.*
- S.N.A.T.** : *Schéma national d'aménagement du territoire.*
- S.R.A.T.** : *Schéma régional d'Aménagement du Territoire.*
- S.T.R.** : *Population sans travail.*
- S.U.C.H.** : *Subdivision de l'urbanisme, de construction et de l'habitat.*
- SIG** : *Système D'information Géographique*
- SO.N.EL.GAZ** : *Société nationale d'électricité et du gaz.*
- SO.N.I.TEX** : *Société nationale des industries de textiles.*
- U.S.G.S:** *University of Soil and Geological Sciences*
- UTM:** *Universal Transverse Mercator*
- UV:** *Ultra violet*
- WGS 84:** *World Geodetic System (1984)*

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	I
EMERCIEMENTS.....	II
RESUME.....	III
ABSTRACT.....	IV
ملخص.....	V
Liste des tableaux.....	VI
Liste des figures.....	VII
Liste des abréviations.....	VIII
TABLE DES MATIERES.....	X

<i>Introduction générale.....</i>	<i>1</i>
<i>Concepts de base et définitions.....</i>	<i>5</i>

### PARTIE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

#### Chapitre I : POLITIQUE D'ORGANISATION DE L'ESPACE RURAL DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED CHELIFF

<i>Introduction.....</i>	<i>14</i>
<i>I. L'aménagement du territoire dans le but d'une justice sociale et spatiale.....</i>	<i>14</i>
<i>I. 1. La première phase entre 1962 et 1978.....</i>	<i>15</i>
<i>I. 2. La deuxième phase entre 1978 et 1986.....</i>	<i>15</i>
<i>I. 3. La troisième phase entre 1986 et 1998.....</i>	<i>16</i>
<i>II. La nouvelle politique d'aménagement du territoire.....</i>	<i>16</i>
<i>II. 1. la nouvelle prise de conscience.....</i>	<i>16</i>
<i>II. 2. Des instruments à actualiser et à réviser.....</i>	<i>17</i>
<i>III. Mode d'organisation spatiotemporelle de l'espace urbain.....</i>	<i>18</i>
<i>III. 1. Aperçu succinct sur l'histoire de l'urbanisation en Algérie :.....</i>	<i>19</i>
<i>III. 1.1. L'époque coloniale.....</i>	<i>19</i>
<i>III. 1.2. L'époque postcoloniale.....</i>	<i>19</i>
<i>III. 2. L'étalement urbain en Algérie.....</i>	<i>20</i>
<i>III. 3. Les facteurs augmentant l'étalement urbain.....</i>	<i>21</i>
<i>III. 3.1. L'évolution de la population.....</i>	<i>21</i>
<i>III. 3.2. Le transport.....</i>	<i>21</i>
<i>III. 3.3. Les déplacements individuels motorisés.....</i>	<i>22</i>
<i>III. 3.4. Les évolutions socioculturelles.....</i>	<i>22</i>
<i>III. 3.5. Les nouvelles formes de localisation des activités.....</i>	<i>22</i>
<i>IV. Mode d'organisation spatiotemporelle de l'espace rural.....</i>	<i>22</i>

IV. 1. Schéma directeur de développement agricole.....	22
V. L'espace agricole et structures des agrosystèmes dans le bassin versant de l'Oued Chélif.....	25
V. 1. L'autogestion.....	27
V. 2. La révolution agraire de 1971.....	27
V. 3. Le découpage administratif de 1984.....	28
V. 4. La nature juridique des terres agricoles en 1887.....	28
V. 5. L'état des agrosystèmes 1990 - 2012.....	29
V. 5.1. Les terres privées.....	29
V. 5.2. Les fermes pilotes.....	29
Conclusion premier chapitre.....	32

## **CHAPITRE II: CONTEXTE GEOGRAPHIQUE**

Introduction.....	34
contexte géographique.....	34
Choix de l'entité spatiale d'intégration.....	37
I. Présentation de la wilaya de Relizane.....	38
I.1.Situation géographique.....	38
I.2.Altitude et pente.....	38
I.3 Les ressources hydriques à travers la wilaya.....	38
I.3.1 Ressources en eau superficielles.....	38
I.3.2 Ressources en eau souterraine.....	39
I.4 Le sol.....	39
I.4.1 Caractéristiques des sols.....	39
I.4.2 Ressources en sols.....	40
I.4.3 Occupation des sols.....	41
I.4.5 Répartition générale des terres.....	41
I.5 Hydrogéologie.....	42
I.6 Irrigation.....	43
I.7 Le milieu agricole.....	43
I.7.1 La superficie agricole.....	43
I.7.2 Répartition de la superficie utile par culture.....	43
II.Climat.....	43
II.1 Les facteurs du climat.....	43
II.1.1 Les facteurs hydriques.....	43
a. Précipitation.....	44
II.1.2 Les facteurs thermiques.....	45
II.1.2.1 Température.....	45
II.1.3 Les autres facteurs.....	46
II.1.3.1 Les vents.....	46

II.1.3.2 Les humidités relatives.....	46
II.1.3.3 Gelée et Sirocco.....	47
II.2 Synthèse climatique.....	47
II.2.1 Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	49
II.2.2 Quotient pluviométrique et le climagramme d'EMBERGER.....	49
II.2.3 Indice d'aridité de De Martonne (1927).....	51
II.2.4 Indice d'intensité de sécheresse.....	51
III. Etude socioéconomique.....	53
III. Évolution et répartition spatiale de la population.....	53
III.1 Evolution de la population au cours des périodes intercensitaires.....	53
III.1.1 Évolution de la population au cours de la période 1987/1998.....	53
III.1.2 Évolution de la population au cours de la période 1998/2008.....	53
III.2 Évolution de la population par commune.....	54
III.2.1 Évolution au cours de la période 87/98.....	54
III.2.2 Évolution de la période 1998/2008.....	55
III.3 Analyse des résultats du RGPH 2008.....	56
III.4. Répartition de la population par commune.....	57
III.4.1 Répartition des densités de la population.....	57
III.4.2 Répartition de la population par type de dispersion.....	57
III.5 La population rurale.....	59
III.6 Structure de la population par catégorie d'âge.....	59
III.7 Caractéristiques économiques.....	60
III.7.1 La vie économique.....	60
III.7.2 L'activité agricole.....	61
III.7.2.1 Les grandes zones agricoles.....	62
III.7.2.2 Exploitations agricoles.....	63
III.7.3 Les moyens techniques - Mécanisation.....	64
III.8 Les cultures pratiquées.....	65
III.8.1 Les cultures herbacées.....	65
III.8.1.1 Les céréales.....	65
III.8.1.2 Les légumes secs.....	66
III.8.1.3 Les cultures fourragères.....	66
III.8.1.4 Les cultures maraîchères.....	66
III.8.1.5 Les cultures pérennes.....	67
III.8.2 Les productions animales.....	68
III.8.3 Les activités hydro-agricoles.....	69
III.8.4 Périmètre d'irrigation de la Mina.....	70
III.8.5 Cultures irriguées – modes d'irrigation.....	71
conclusion.....	72

**PARTIE II****INTEGRATION DES DONNES et TRAITEMENTS,  
METHODOLOGIE et APPLICATIONS,  
RESULTATS et DISCUSSIONS****CHAPITRE I: SIG ET TELEDETECTION: OUTILS D'ETUDE DES AGROSYSTEMES**

Introduction .....	75
I. Les systèmes d'informations géographiques (SIG).....	75
I. 1. Définitions .....	75
I. 2. L'information géographique.....	76
I 3. Les composants de l'information géographique .....	77
I. 4. Questions de base auxquelles un SIG doit pouvoir répondre.....	78
I. 5. Types de données .....	78
a. Les données vectorielles .....	79
b. Les données raster .....	79
I. 6. Avantages et inconvénients de chaque mode.....	80
I. 7. Fonctionnalités des SIG.....	81
I. 8. Les domaines d'application des SIG.....	81
II. La Télédétection .....	83
II. 1. Qu'est-ce que la télédétection ?.....	83
II. 2. Bibliographie.....	84
II. 3. Apport de la télédétection.....	85
II. 4. Les Satellites.....	86
II. 4. 1. Le satellite LANDSAT.....	86
II. 4.2. Le satellite SPOT.....	88
II. 4.3. Le satellite Sentinel-2.....	88
II. 5. Traitement des données satellitaires.....	90
II. 5.1. Les prétraitements .....	90
II. 5.1.1. Corrections radiométriques.....	90
II 5.1.2. Corrections géométriques.....	91
II. 6. Les traitements.....	93
II. 6.1. La classification.....	93
a. La classification supervisée.....	93
b. La classification non supervisée.....	94
c. La classification par arbre de décision .....	94

II.	6.2. Les indices .....	95
II.	7. Le filtrage.....	96
II.	8. Traitements d'extraction automatique des routes à partir des images.....	97
II.	8.1. Qu'est-ce qu'un réseau .....	97
II.	8.2. Caractéristiques du réseau routier .....	98
II.	8.3. Travaux d'extraction des routes en milieu rural ou péri-urbain.....	99
II.	8.4. Travaux en milieu urbain.....	102
	Conclusion .....	103

## **CHAPITRE II : METHODOLOGIE ET APPLICATIONS**

	Introduction.....	105
I.	Données utilisées et intégration.....	105
I.	1. Extraction des données satellitaires.....	105
I.	2. Logiciel utilisé .....	106
I.	3. Les prétraitements des différentes données satellitaires .....	107
I.	3.1. Corrections radio métriques.....	107
I.	3.2. Corrections géométriques.....	108
I.	3.3. Le re-échantillonnage.....	108
I.	3.4. Extraction de la fenêtre .....	108
I.	3.5. Le scannage des cartes.....	108
I.	3.6. Le calage .....	108
I.	3.7. La digitalisation.....	109
II.	Intégration des données pour la détection de l'évolution urbaine par télédétection .....	109
II.	Critères de choix des images satellitaires et des bandes spectrales.....	109
a.	Choix des canaux.....	109
b.	Calcul de la matrice de corrélation.....	110
c.	Information visuelle extraite de la composition colorée .....	110
III.	Méthodologie.....	113
III.	1. Technique de détection de la tache urbaine .....	113
III.	2. L'estimation du taux de recouvrement végétal par l'indice de végétation normalisé.....	117
III.	3. Traitement d'extraction de la tache artificialisée .....	123
III.	3.1. Méthode 1 : extraction de la tache artificialisée par l'indice de végétation (NDVI) .....	123
III.	3.2. Méthode 2 : indice de bâti normalisé (NDBI).....	126
III.	3.3. Méthode 3 : combinaison des indices (NDBI et NDVI).....	128
III.	3.4. Méthode 4 : indice de cuirasse.....	130
	Conclusion.....	132

**CHAPITRE III : ANALYSES, CRITIQUES, RESULTATS ET DISCUSSIONS**

<i>Introduction</i> .....	134
<i>Analyses, Critiques, Résultats et Discussions</i> .....	135
<i>I. Analyse</i> .....	135
<i>II. Critiques</i> .....	144
<i>III. Interprétation</i> .....	147
<i>III. 1. Évolution de la population urbaine entre 1987 et 1998</i> .....	147
<i>III. 2. Évolution de la population urbaine en 2008</i> .....	147
<i>III. 2. Etalement urbain au détriment de terres agricoles</i> .....	148
<i>Conclusion</i> .....	150
<i>CONCLUSION GENERALE</i> .....	151
<i>Perspectives</i> .....	152
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i> .....	153
<i>ANNEXES</i> .....	163

## **Introduction générale**

De **1962** à nos jours, l'**Algérie** a profondément changé de visage. Depuis la reconquête de sa souveraineté, notre pays s'est certes profondément métamorphosé grâce à un intense effort d'investissement. Cependant ces changements ne se sont pas faits sans ruptures profondes ; l'état de son territoire en porte les traces. En effet ce développement présente des distorsions graves et de multiples exclusions car il n'a pas été soutenu par une politique territoriale à sa mesure.

Face à ces bouleversements et ces ruptures, l'Algérie a quelque peu perdu ses marques, certaines de ses valeurs, et s'interroge tout naturellement avec inquiétude sur son avenir et le devenir de sa situation.

En effet, l'**Algérie** se trouve aujourd'hui confronté à la difficile adéquation entre une population en croissance rapide et sa répartition spatiale d'une part, et la valorisation et la protection de ses ressources naturelles, et l'emploi judicieux de ses ressources financières, d'autre part.

L'**Algérie** s'inquiète à chaque partie de ses régions, selon ses ressources exploitables et sa spécialisation, mais le manque de la synergie entre le facteur énergétique et le facteur humain existe toujours.

En prenant l'exemple de notre région d'étude, on trouve qu'il y a une discordance au niveau de la structure de la terre et dans le mode de son occupation malgré la potentialité de son sol, et les fortunes qu'elle englobe (conditions édaphiques et ressources hydriques).

Or, en plus des problèmes posés par l'importance du croît démographique, viennent s'ajouter ceux dus à son inégale répartition : en **1987** date du recensement de la population qui a inscrit environ **68%** d'une population qui habite en zone éparses, et **32%** qui demeure la ville, en opposé le dernier recensement en **2008** a enregistré tout à fait le contraire, un pourcentage de **70%** de la population occupe la ville et **30%** ont resté chez eux. Ce phénomène est un mouvement migratoire désagréable qui s'explique par la dégradation de la situation dans le monde rural dû quelque fois aux tensions sécuritaires qui s'y sont exercées durant la décennie noire.

Encore, la déperdition des terres agricoles qui a réduit le patrimoine rural et ses caractéristiques dont le capital économique de la région a gravement menacé, aussi bien par la réduction des activités rurales elle-même que par son insuffisance protection, vis à vis des agressions proprement naturelles ou liées à l'artificialisation et aux activités humaines.

Les pressions exercées par l'effort du développement économique, et social se traduisent en général par une dynamique urbaine accélérée, qui constitue un défi majeur à surmonter.

Le développement urbain des villes 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 villes 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 multi polarisées 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 et 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.

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 HADEF H. 2011.

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

Chaque partie du patrimoine rural algérien est en cours de transformation, selon sa situation géographique, ses aptitudes anthropiques et économiques.

Notre zone d'étude en tant qu'une partie de ce patrimoine est touchée par ces transformations multidimensionnelles, c'est une région à grande vocation céréalière et arboricole qui s'étendent sur

les hautes et moyennes plaines, elle a pris son nom depuis la période coloniale par son haut rendement céréalier. Après l'indépendance le nom est resté puisque l'héritage (la terre) était mis entre des mains qualifiées qui méritent cet héritage ; l'effet conjugué de ces deux aspects a engendré une économie satisfaisante aux besoins de la population à cette époque, et qui se base sur une politique d'auto-satisfaction.

Durant les trois dernières décennies, l'**Algérie** a tenté de modifier sa politique de développement, ceci a mis notre patrimoine en état de transformation, dont le taux de la population a augmenté en provoquant des soucis plus importants tel que les besoins de consommation, d'emploi, et de logement, ce dernier a bien touché l'espace environnemental et ses agrosystèmes en diminuant la superficie de ses terres les plus fertiles ainsi que la pollution des endroits qui utilisent ses ressources naturelles.

À ce fait notre zone d'étude s'intègre dans un espace qui est en pleine mutation vis à vis de son milieu physique, son aspect démographique et économique tout en agissant sur son écosystème agricole.

Les facteurs de mutation dans notre zone sont multiples car ils agissent sur le milieu naturel et superficiel ainsi que physique et structural, Chaque politique de développement adopté par l'Etat a eu des répercussions sur cette espace ; et malgré la potentialité des ressources naturelles et humaines que la wilaya emboîte, elle se heurte à l'impact de ces facteurs qui construisent un obstacle contre son développement socioéconomique

L'objectif de cette étude est de développer une méthodologie, basée sur l'intégration des images satellitaires et de données cartographiques dans un système d'information géographique (SIG) pour l'identification et la cartographie des extensions urbaines sur les terres agricoles tout en passant par les sentences suivantes :

- Décortiquer l'histoire de l'espace agricole et la structures de ses différents agrosystèmes de notre région d'étude
- Déterminer des facteurs de dégradation de ces agrosystèmes
- Analyser la vision environnementale visée par la politique d'aménagement adopté par l'Etat dans notre région d'étude
- Intégrer des outils des systèmes d'information géographique et de la télédétection dans l'étude et la détermination des facteurs de dégradation de ces agrosystèmes
- Apprécier cette dégradation des agrosystèmes par artificialisation

## **Méthodologie de travail**

La préservation des terres agricoles s'avère toujours délicate quand celles-ci se trouvent à la lisière des secteurs d'urbanisation. En l'absence de moyens de contrôle efficace, le risque de les voir se transformer rapidement en réserves foncières pour l'urbanisation est bien réel. A cet effet, il s'agit d'exécuter un ensemble d'actes préparatoire concernant le côté pratique du travail en même temps que certains aspects d'ordre conceptuel. La première opération à faire est celle de vérifier l'évolution éventuelle du cadre bâti spatial par la mise à jour des documents récemment établis. Mais malheureusement, la mise à jour nécessite un travail fastidieux et des sommes d'argent colossales, alors que le budget alloué aux autorités concernées ne peut couvrir cette mise à jour.

Puisque l'apport des instruments nouveaux (PDAU, POS) reste superficiel et loin de maîtriser l'évolution urbaine de la ville, l'utilisation des données satellitaires représente un nouveau mode d'investigation, tout à fait intéressant pour l'identification du front urbain, par ces capacités de reproduction exhaustive et répétitives des prises de vue. En effet, les satellites survolent le même point plusieurs fois, permettant l'actualisation des données et l'étude multi dates puisque la variation temporelle est un facteur très important dans le processus de l'expansion urbaine.

Nous allons tenter dans le présent travail de déborder la situation concrète de notre zone et d'analyser ses problèmes, on prend en considération le phénomène de l'artificialisation comme facteurs de dégradation des agrosystèmes, et de proposer une méthode qui nous apparaît efficace à la détection de la tache artificialisée.

### **La première partie**

D'abord, nous allons entamer cette étude par une étape théorique. Elle 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 de ce sujet, comme il nous a fallu ajouter les données collectées à partir de différentes structures et services (**DSA, DGF, DUCH...**).

### **La deuxième partie**

Cette partie est basée sur l'analyse de l'exemple de trois agglomérations dans la plaine de la Mina (dans le bassin versant de l'Oued Chélif) : l'agglomération chef-lieu de **Relizane**, et deux agglomérations secondaire d'**Oued El Djemaa** et **Yellel**. Elle comprend la présentation du bassin versant de la Mina en terme physique ainsi que des analyses climatiques et socio-économique. Cette partie exige la compréhension de la dynamique de l'étalement urbain par l'utilisation de la télédétection et de l'influence de cette dynamique sur la problématique du foncier agricole.

## **Concepts de bases et définitions**

### **I. Définitions :**

#### ▪ **Systeme**

*Le système est défini 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 de permettre le développement de la vie (PIERRE J. 1985).*

#### ▪ **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 J. 1985). L'écosystème est une entité fonctionnelle composée de plantes, d'animaux, de micro-organismes et de substrats inorganiques de sol, roche ou d'eau et ayant un 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.*

*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%). (NAHAL I. 1998).*

#### ▪ **Agroécosystème et Agrosystème**

*L'agroécosystème est un ensemble de relations entre les cultures, les techniques de production agricole et le milieu environnant. Au sens large, l'agroécosystème est le terme désignant l'écosystème des cultures et des forêts. (VICTOR J.1985), L'agrosystème est un écosystème construit ou modifié par l'homme pour l'exploitation agricole d'espèces animales et végétales à des fins alimentaires (champs céréaliers, élevages bovins, ovins...)*

#### ▪ **L'artificialisation**

*Elle résulte de l'urbanisation et de l'expansion des infrastructures. Gagnées sur des espaces naturels ou cultivés, ces surfaces artificielles regroupent l'habitat et les espaces verts associés, les zones industrielles et commerciales, les équipements sportifs ou de loisirs, ou encore les routes et parkings. Le processus d'artificialisation est le plus souvent irréversible*

### **II. La dégradation des éléments de l'écosystème**

*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. (**BEDRAOUI. 2006**). La dégradation des sols est une problématique globale et complexe, liée à :

- La diversité des formes de dégradations, leurs interrelations et imbrications, leur extension, sévérité et réversibilité (**VAN L.1995 ; SCHERR .1999**)
- La diversité des facteurs de dégradation, qui peuvent être naturels mais surtout anthropiques (**OLDEMAN et al. 1991 ; VAN L.1995**)
- 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**)
- 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 L. 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 L. 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.

Les principaux facteurs naturels de dégradation des ressources naturelles sont à la fois d'origine 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 A. 2014**)

### **III. Facteur de dégradation des écosystèmes**

Selon le rapport scientifique de consensus, produit en 2005 par l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire, on a décrit :

- 1. Facteurs indirects :** Les cinq facteurs indirects 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 définie 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 20<sup>ème</sup> 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. Par exemple les progrès technologiques dans le domaine de la pêche ont contribué à réduire de façon significative les stocks de poissons marins.
2. **Facteurs directs** : les facteurs directs de changement les plus importants comprennent la transformation des habitats, le changement climatique, les espèces envahissantes, la surexploitation des sols 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 important 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.

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 (**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 (**BENMOHAMMADI et al.,2000**) 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 (**BENMESAOUUD et al. 2007**)

#### **IV. Artificialisation et Urbanisation**

Le phénomène d'artificialisation des sols n'est pas strictement synonyme d'urbanisation. Ainsi, on entend par surface artificialisée toute surface retirée de son état naturel (prairie naturelle, zone humide etc.), forestier ou agricole, qu'elle soit bâtie ou non et qu'elle soit revêtue (exemple :

parking) ou non (exemple : jardin de maison pavillonnaire). Les surfaces artificialisées incluent donc également les espaces artificialisés non bâtis (espaces verts urbains, équipements sportifs et de loisirs etc.) et peuvent se situer hors des aires urbaines, à la périphérie de villes de moindre importance voire de villages, à proximité des dessertes du réseau d'infrastructures, ou encore en pleine campagne (phénomène d'urbanisme diffus). En conséquence, l'étalement urbain implique nécessairement l'artificialisation des sols concernés alors que la réciproque est fautive, l'artificialisation s'expliquant seulement en partie par l'étalement urbain. Enfin, la littérature emploie encore de nombreux autres termes tels que la "tache urbaine", le desserrement urbain, la périurbanisation, la rurbanisation, qui tous rendent compte, à quelques nuances près, des phénomènes d'artificialisation des sols et d'étalement urbain. (CEREMA. MAI 2015)

#### **IV. 1 Les effets environnementaux de l'artificialisation**

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

Une des conséquences les plus graves de l'urbanisation est la destruction irréversible des terres dans des zones à fort potentiel agricole ou à forte valeur écologique. C'est le cas notamment en Syrie, en Egypte, et en Algérie, où la perte de potentiel agricole rend ces pays de plus en plus dépendants de l'importation de produits alimentaires. Dans les périphéries des villes, le développement des surfaces artificialisées (zones industrielles, commerciales, réseaux de transports et autres infrastructures, décharges autorisées ou non), étend la destruction des sols bien au-delà des espaces effectivement construits. L'ensemble des impacts négatifs de l'expansion urbaine sur les terres qu'elle s'approprie, est bien décrite pour la ville du Tiarret en Algérie. Cette ville a comme origine une redoute militaire édifiée en 1854, au centre d'une région agricole. Entre 1962 et 1992 la ville est passé de 40 000 habitants sur une surface construite d'environ 240 ha, à 160 000 habitants sur près de 3 000 ha (Cahiers du Plan Bleu. Mai 2003)

#### **IV. 1.1 Les effets de l'artificialisation sur le sol, 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) : l'imperméabilisation des sols, associée à des manques de prévention des risques, qui 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 environnemental 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.

#### **IV. 1.2 Les effets sur la biodiversité**

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 causent des problèmes au niveau 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**)

#### **V. L'artificialisation est-il un facteur de dégradation en Algérie**

L'artificialisation 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. 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 (**MECHERI L. 2014**).

L'Algérie est l'un des plus grands pays du continent africain avec une superficie de 2.381 millions km<sup>2</sup>, ces ressources naturelles y sont limitées et fragiles, du fait de conditions climatiques et de leur distribution inégale à travers le territoire. (**PNAE-DD. 2012**). Le premier reproche fréquemment fait à l'artificialisation est celui du gaspillage d'espace, On a en effet un

*sentiment général de disparition des espaces naturels, donc il a de véritables effets néfastes sur l'agriculture et même et le monde rural.*

*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, des villages et des centres ruraux qui sont fragilisés par l'expansion, peu réfléchie, de l'habitat péri-urbain et qui a lieu d'impulser et de stimuler un développement de la vie rurale, a renforcé les dualités zones rurales- zones urbaines.*  
**(BOUTALEB K)**

*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 Chleff 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.* **(BENACHOUR K.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. »*  
**(HADEF H. 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.*

# PARTIE I

# REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

# Chapitre I

## Politique d'organisation de l'espace rural dans le bassin versant de l'Oued Chélif

## Introduction

L'Algérie a connu des mutations importantes grâce au programme de développement entrepris par l'Etat et ce, dès l'indépendance. Cette dernière devait être comprise comme un triple rupture, politique d'abord, économique ensuite et spatiale enfin. L'Etat, en tant que pouvoir politique centralisé, s'est donné la primauté dans la conduite du projet de développement national en s'engageant dans une politique d'équilibre régional dans un but de redressement des inégalités et de dynamisation des économies affaiblies de certaines régions. Cette politique est considérée beaucoup plus comme une politique d'équilibre régional qu'une véritable politique d'aménagement du territoire. Ce qui explique les insuffisances ou dérapages enregistrés au niveau des politiques sectorielles de développement, notamment le délaissement relatif dont a souffert l'espace rural.

La politique antérieure d'aménagement du territoire, comme elle semble l'être, a été appliquée suivant une démarche limitée et non continue. Les intentions étaient plus ambitieuses mais n'ont pas pu être réalisées sur le terrain. A présent, le désengagement de l'Etat et l'entrée du pays dans une économie de marché aboutira-t-il à un aménagement concurrentiel ?

Ce sont là, les deux périodes distinctes durant lesquelles, les politiques d'aménagement du territoire ont et vont évoluer dans deux économies différentes.

### **I. L'aménagement du territoire dans le but d'une justice sociale et spatiale :**

L'espace algérien tel que l'on voit actuellement est la combinaison et l'enchevêtrement de plusieurs modes d'occupation de l'espace, qui sont succédés au cours de son histoire. A l'organisation spatiale de la période précoloniale, basée sur des solidarités sociales et des complémentarités spatiales, est venue se plaquer une organisation différente qui en a bouleversé les fondements. Après l'indépendance, l'Algérie n'avait pas d'autre choix que de redémarrer son économie sur l'assise territoriale héritée de la période coloniale. La logique économique coloniale s'est servie des zones littorales pour les transformer en « *des zones d'exploitation intensive et de peuplement européen, concentrant l'essentiel des infrastructures et de l'urbanisation au détriment du reste du pays, partagé entre les zones de culture extensive mécanisée et les régions de refoulement du paysannat algérien, marginalisées et sous équipées* » (RAHMANI CH. 1995).

Ainsi, dans le souci de remise rapide de l'économie nationale, l'Etat durant cette époque était contraint de localiser les gros investissements dans les zones littorales mieux équipées et où la main d'œuvre était plus qualifiée.

La colonisation a légué un arrière-pays déshérité et sous-équipé, zones montagneuses et Hautes Plaines surtout, ce qui a poussé les populations de ces zones à occuper les lieux vides délaissés par la population européenne dans les villes de la frange littorale. Ainsi, pour contrecarrer les risques

d'exacerbation des distorsions héritées, l'Etat, dans le cadre de la politique dite d'équilibre régional, a lancé des programmes spéciaux au profit des régions les plus déshéritées.

### **I. 1. La première phase entre 1962 et 1978 : une politique d'équilibre régional plus qu'une politique d'aménagement du territoire**

Durant cette période, et dans un souci de rééquilibrage régional, l'Etat a lancé une série de programmes consécutifs, avec les deux plans quadriennaux (1970-1973 et 1974-1977), continuation des projets industriels, programmes spéciaux de *wilaya* (**P.S.W.**), ainsi que d'autres actions au niveau local : plans de *wilaya*, plans communaux de développement (**P.C.D.**), plans de modernisation urbaine. Les résultats de ces actions étaient certes positifs : une réduction relative des disparités en matière d'emploi et donc de revenus, en matière d'éducation (élévation du taux de scolarisation), de développement d'infrastructures et équipements, d'électrification, de promotions de petites villes et villes moyennes par le biais d'une politique d'industrialisation. Cependant, ces actions restent trop ponctuelles et ne touchent pas entièrement l'espace communal ou wilaya. En fait, ces actions n'ont fait que creuser plus au moins les disparités entre la frange littorale et le reste du pays, entraînant ainsi, l'urbanisation « anarchique » des principales villes telliennes, en assistant au gaspillage important des meilleures terres agricoles et à la prolifération de l'habitat précaire...

Ainsi, malgré les déclarations d'intention, la planification économique a pris le pas sur une prise en charge effective de l'organisation spatiale du territoire. La logique du modèle de développement adopté, basé sur l'industrie industrialisante et sur les activités industrielles dérivées des hydrocarbures, va tout naturellement dans le sens de renforcement des zones littorales où sont localisés les plus grands pôles industriels et urbains au détriment des régions de l'intérieur (**HADEID M. 2006**).

Face à ce constat négatif, de nouvelles méthodes et une autre approche de la politique d'aménagement du territoire sont mises en place dans la période suivante.

### **I. 2. La deuxième phase entre 1978 et 1986 : une politique d'aménagement du territoire sans autorité et sans moyens.**

La politique d'aménagement du territoire va être concrétisée et affirmée à partir des années quatre-vingt par le biais d'une série de mesures. La création du Ministère de la Planification et de l'Aménagement du Territoire en est témoin. En 1981, il a été créé également l'Agence nationale de l'aménagement du territoire chargée de l'élaboration du Schéma national d'aménagement du territoire. Aussi, deux lois portant modification et complément aux codes de wilaya et de commune, ont été promulguées par la suite ; elles prévoient les attributions des collectivités locales et les dotent d'instruments spécifiques d'aménagement tels que le PAW (Plan d'Aménagement de *Wilaya*) et un autre plan qui s'occupe de l'espace communal (**HADEID M. 2006**).

La première loi sur l'aménagement du territoire, qui ne fut promulguée qu'en 1987, précise seulement les instruments tant au niveau national que régional mais sans que les textes essentiels d'application n'aient cependant suivi. En fait, l'application des dispositions arrêtées dans le cadre de la loi portant sur l'aménagement du territoire, a été fortement limitée pour de multiples raisons :

- L'aménagement du territoire ne représentait pas une priorité dans la mesure où le contexte institutionnel et les procédures de planification étaient fortement marqués par la décision centrale
- La mission de l'aménagement du territoire se rattachait successivement à plusieurs autorités (Ministère de la planification, Ministère de l'habitat,)
- La vision sectorielle dominait largement sans grand souci de cohérence par rapport aux réalités locales et au détriment du volet spatial
- L'absence d'un débat public et de concertation a été derrière la marginalisation des expressions et des spécificités locales

### **I. 3. La troisième phase entre 1986 et 1998 : abandon des actions territoriales**

A partir de 1986, l'Etat est entraîné dans une crise qui amènera l'abandon de toute stratégie et politique de l'Etat (économique, financière, diplomatique,) et de même la politique d'aménagement du territoire. La crise financière générée par la chute du prix du pétrole et tous les événements qui ont suivi, ont été à l'origine de ce retrait et de cet abandon de toutes les actions de l'aménagement du territoire.

Les journées d'octobre 1988 ont révélé cette grave dislocation des territoires : chômage, marginalisation, crise de logement et l'insécurité par la suite. Les zones rurales en général, confrontées toujours à une économie de subsistance et à l'exode n'ont pas tiré profit du modèle sectoriel initié jusque-là. Ces échecs ont impliqué l'étendue des déchirures territoriales et leur amplification suite au désengagement de l'Etat et au recul de l'économie nationale (**HADEID M. 2006**).

## **II. La nouvelle politique d'aménagement du territoire :**

### **II. 1. la nouvelle prise de conscience**

L'Etat garant de la pérennité des institutions et de l'intégrité territoriale est conscient qu'il doit engager une politique audacieuse d'aménagement du territoire, mais suffisamment souple pour permettre la transition vers l'économie de marché. Il est vrai que le monde change et se transforme et les rapports entre l'Etat et les institutions et les citoyens ne sont plus les mêmes. Dans ce contexte, l'Etat doit changer sa politique et sa stratégie en s'adaptant aux nouvelles données nationales et internationales. En résumé, l'Etat doit ajuster son intervention en fonction des problématiques spatiales spécifiques et en prenant en considération les réalités locales de chaque région.

L'aménagement du territoire se trouve confronté aujourd'hui à deux types de problématiques appelant des politiques différenciées :

- Une politique de développement pour les régions marginalisées et sous-équipées et qui nécessite une intervention immédiate
- Une politique de gestion pour les espaces fortement sollicités par les activités et les équipements

L'importance des enjeux sur le plan organisation du territoire et sur celui du développement économique dans un nouveau contexte national et international, exige que le rôle de l'Etat soit important. L'Etat moderne est un grand pourvoyeur de services publics et maître d'ouvrage des grandes infrastructures et équipements, il est aussi le régulateur des grands équilibres économiques et financiers et celui du libre jeu de la concurrence entre les structures et les agents économiques. Il définit la stratégie en tant que garant de la souveraineté nationale et de l'unité nationale (**HADEID M.2006**).

## **II. 2. Des instruments à actualiser et à réviser**

La mise en place d'un ensemble d'instruments de concertation s'annonce indispensable pour gérer la multiplicité des facteurs intervenant dans les décisions d'aménagement du territoire et afin de concilier les objectifs nationaux, régionaux et les intérêts locaux.

Les instruments relatifs à l'urbanisme et à l'aménagement du territoire sont nombreux :

- SNAT : Schémas National d'Aménagement du Territoire.
- SRAT : Schémas Régional d'Aménagement du Territoire.
- PAW : Plan d'Aménagement de Wilaya.
- PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme.

Seuls, les deux premiers instruments étaient évoqués dans la loi relative à l'aménagement du territoire. Le SNAT élaboré pour l'horizon 2000, et sans concertation avec les différents acteurs impliqués, se trouve à la fois dépassé et inadapté face à la nouvelle conjoncture économique. De même, le SRAT a besoin d'être revu du point de vue de son contenu comme d'ailleurs celui du SNAT. Ils sont appelés à un débat approfondi auquel il faut associer toutes les parties concernées par ce dossier : élus, administrateurs, universitaires, chercheurs, partenaires sociaux, entreprises, associations, citoyens, ...

Le PAW est un instrument non institué par la loi évoquée. En fait, il a été établi par la loi relative au code de la *wilaya*. Il s'agit d'un instrument intéressant, qui doit être aussi revu et mettre ces directives et orientations avec l'instrument de niveau plus local puisqu'il se charge de la

commune : il s'agit du PDAU institué par la nouvelle loi de l'Aménagement et de l'Urbanisme de 1990. Mais ce dernier est appelé à être bien révisé avant d'être approuvé, car jusqu'à présent, rares sont les PDAU qui prennent en considération les réalités locales dans l'élaboration du plan et dans la planification de la croissance et le développement d'une commune. Ainsi, l'ensemble de ces instruments doivent être révisés et actualisés, en prenant en compte les nouvelles données démographiques, économiques et politiques. Ils doivent être aussi remaniés, au plan des prérogatives légales attribuées à chacun d'eux et de la valeur juridique des prescriptions qui en découlent. Le SNAT constitue le cadre prospectif et réglementaire que l'Etat et ses structures politico-administratives sont obligés de respecter dans le but de la mise en valeur cohérente du territoire et à la rationalité de son occupation. Les autres instruments doivent s'inspirer des grandes tendances et orientations du SNAT, chacun à son niveau, tout en le prolongeant, le détaillant et le complétant. Dès leur approbation, ces instruments ont une valeur réglementaire et s'impose obligatoirement aux différents acteurs auxquels s'appliquent ses règlements (HADEID M. 2006).

La loi de 1987 sur l'aménagement du territoire n'établit pas clairement cette hiérarchie globale des instruments d'aménagement du territoire. Cette remise en ordre donc est fondamentale par la mise en œuvre effective de la stratégie d'aménagement du territoire. Actuellement, la nouvelle loi l'aménagement du territoire sur promulguée en 2001, prend en considération les insuffisances et les incohérences de la loi précédente, en adoptant la stratégie de l'aménagement du territoire qui vise le long terme, tout en envisageant une période de préparation liée aux régulations et reconversions qu'exigent aussi bien, l'élimination des freins et contraintes du passé, que les adaptations indispensables au futur. Toutefois, depuis sa promulgation en 2001 jusqu'à présent, cette nouvelle loi sur l'espace n'a pas encore fait ses preuves sur le terrain.

Les différentes régions d'un pays aussi vaste que l'Algérie, ont connu des nuances quant aux différentes politiques entreprises par l'Etat depuis l'indépendance. La vision sectorielle plutôt que spatiale du développement, dans l'absence d'une véritable politique d'aménagement du territoire, est sans doute derrière ces nuances (HADEID M. 2006).

### **III. Mode d'organisation spatiotemporelle de l'espace urbain :**

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./km<sup>2</sup>**) 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 (**HADEID M. 2006**).

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. /km<sup>2</sup>**). 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. (**KATEB K. 2003**).

### **III. 1. 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. 2009**).

#### **III. 1.1. L'époque coloniale**

Au départ, c'était un urbanisme de style militaire comme l'indique **Aleth Picard** : les villes algériennes, 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 à 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 (**HADEID M. 2006**).

#### **III. 1.2. 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. Cet 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 dû être atteint qu'en **1986** selon la tendance antérieure (**CNES Algérie**).

La population rurale fuyant la pauvreté et aspirant à une vie meilleure s'est livrée à 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. (**BERRAHAIL G.2013**)

### **III. 2. 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**. 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 (**CHADLI et HADJIEDJ.2003**).

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 dégrade. (**FEKKOUS N .2015**).

### **III. 3. 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 C. 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).

#### **III. 3.1. 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 R .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 km<sup>2</sup>.
- 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 km<sup>2</sup>.
- 9,62% de la population est répartie sur 87,4% du territoire dans le sud du pays avec 1,35 habitant au km<sup>2</sup>.

#### **III. 3.2. Le transport**

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.

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 (HADEID 2006)

### **III. 3.3. 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 N. 2005).

### **III. 3.4. 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.

### **III. 3.5. 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 nœud 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 (HADEID M. 2006).

## **IV. Mode d'organisation spatiotemporelle de l'espace rural**

Le développement au niveau de l'agriculture est le produit d'une double lutte : lutte contre des conditions naturelles bien souvent hostiles, mais aussi, et encore davantage, lutte pour dépasser les formes contradictoires d'une société rurale qui a pris racines dans un milieu colonial et capitaliste et leur substituer de nouveaux modes d'exploitation des terres basés sur de nouveaux rapports de production. (BAOUCHE F.2006)

### **IV. 1. Schéma directeur de développement agricole**

Selon ce schéma élaboré par le BNEDER en 2007 le "déterminisme écologique et environnemental" qui rythme la trame du SNAT 2030 ne doit pas faire oublier les fonctions économiques incontournables de l'agriculture d'améliorer l'offre des produits agricoles et l'efficacité des techniques des exploitations et de sécuriser les revenus des agriculteurs. L'orientation principale

à retenir devait être à la fois la protection contre l'érosion, la restauration des terres et leur valorisation par l'aménagements antiérosifs du type CES (conservation des eaux et des sols) au niveau de la céréaliculture sur bas piémonts dans un but de préservation du sol et d'amélioration de la productivité et l'augmentation du taux de couverture végétale permanent dans un but de protection des terres par :

- Des reboisements associés à des traitements antiérosifs (correction torrentielle dans les endroits érodés ou sensibles à l'érosion)
- La reconversion de la céréaliculture marginale sur pentes fortes et exposées à l'érosion par des plantations forestières, fourragères ou fruitière rustiques
- L'extension de l'arboriculture fruitière rustique spécifique à ces régions

Concernant les zones qui recèlent un potentiel et un patrimoine forestier, il y a lieu de préconiser et d'envisager des actions de présentation, de reconstitution et de valorisation de leur potentiel de production dominant qui sont les forêts et parcours par :

- Elaboration et mise en application de plans d'aménagement forestiers pour les massifs forestiers à potentiel de production important
- Elaboration de plans d'aménagement pastoral hors forêt et en forêt à intégrer aux plans d'aménagement forestiers ce qui devraient permettre l'amélioration de l'offre fourragère, l'utilisation organisée et durable des ressources fourragères et diminuer ainsi la pression pastorale sur les forêts et ses effets destructifs
- Reconstitution de quelques forêts existantes dans les monts de Beni Chougrane et de l'Ouarsenis

Il y a lieu de tenir compte de certaines particularités de ces régions qui ont des vocations spécifiques à faire émerger et à développer telle que la viticulture dans la région oranaise par l'extension de la vigne sur les piémonts dans les sites favorables. Tout en assurant la protection des terres, la vigne présente un intérêt économique (spéculation très rentable) et social (création d'emplois). Il faudrait encourager la tendance actuelle à la spécialisation pour une production viticole de terroir (vigne de table et vigne de cuve) notamment dans les piémonts de la chaîne littorale du tell oranais

En zone de plaine, les orientations émises porteront essentiellement sur :

- L'intensification des cultures irriguées par le choix d'assolements intensifs
- Le développement de l'arboriculture fruitière rustique
- La reconstitution et/ou amélioration de l'agrumiculture et de l'oléiculture

- L'aménagement des périmètres irrigués existants visant à atténuer les problèmes d'excès de sel et de défaut de drainage (réfection du réseau de drainage)
- L'intensification des assolements dans les aires d'agriculture extensive en sec (pluviométrie < 450 mm)
- L'extension du vignoble dans le but de spécialisation de la production viticole
- Le développement de l'élevage bovin laitier

Les orientations de ce dernier visent la valorisation de tout l'espace agricole en plaçant l'exploitation agricole au centre du dispositif institutionnel :(voir tableau N°1)

- Développement des filières (céréales, lait, pomme de terre, arboriculture)
- Mise en valeur des terres et encouragement de l'investissement agricole
- Programme de reboisement concernant 1,2 millions d'ha
- Reconversion des sols et adaptation des cultures aux conditions agro-climatiques
- Programme d'intensification céréalière dans les zones favorables
- Programmes spécifiques en direction des zones de montagne

**Tableau N°1 : Les principales orientations et axes stratégiques du schéma sectoriel de développement agricole et rural dans la perspective du SNAT 2030**

Orientations générales	Axes stratégiques	Mise en œuvre
Stratégie alimentaire dans des conditions reconnaissant le statut multifonctionnel de l'agriculture (économique, social, environnemental)	Privilégier la valorisation des ressources Naturelles	Actualisation du zonage agroclimatique
	Déclarer la SAU "aire protégée" dans les zones littorales	Incitation aux cultures pluviales et assurances Récoltes
Intensification par la ressource en eau disponible localement	Développement des agricultures et productions pluviales	Développement de techniques de production pluviale
	Techniques de production économisant les ressources : - sécuriser les périmètres irrigués - développement de La petite hydraulique	Gestion intersectorielle des ressources  Rationaliser les cultures irriguées de plein champ Dispositif de soutien en accord avec les axes Stratégiques
	Développement des cultures fourragères et politique laitière	Adaptation des conditions d'accès

	Mise en culture des Jachères	au soutien
Développement des soutiens à l'agriculture à hauteur de 10% de sa contribution au PIB	Développement de la Recherche  Développement des organismes de service : vulgarisation, centres de gestion, insémination artificielle, contrôle laitier, coopératives, ingénierie, ...  Eviter les fortes spécialisations locales et régionales	Intégration de la profession dans les dispositifs institutionnels  Partenariat public/privé  Chambres d'agriculture  Instituts techniques
Politique de développement rural à forte composante agricole	Produits de terroirs, conserveries, transformations, Emballages  Pluriactivités  Soutiens aux exploitations par zone agroclimatique selon l'intérêt de la collectivité	PPDR  Soutien par zone Agroclimatique  Incitations aux Organisations professionnelles et au mouvement Associatif
Gestion participative et promotion d'un dispositif de gestion des risques agricoles	Suivi des dispositifs de Soutien  Régulation commerciale (production, consommation, conservation, transformation)	Schéma développement Agricole  Schéma de wilaya  Contrat d'exploitation  Loi d'orientation agricole - Conseil national de l'agriculture Ecole supérieure de l'agriculture et de la foresterie

### L'espace agricole et structures des agrosystèmes dans le bassin versant de l'Oued Chélif

L'Algérie est un des rares pays où la terre a été l'objet de tant de convoitise. Son histoire depuis 1830, est tracée de textes : lois, expropriations, réformes, restructuration, restitutions, etc...) qui ont entraîné à chaque fois une déstructuration et restructuration des structures foncières et de l'espace des composants. La terre a été le support fondamental de la colonisation et lui a permis de réaliser ses ambitions hégémoniques. Le développement du pays n'a été appréhendé que sur le plan agricole, ne profitant qu'aux européens et à quelques privilégiés autochtones. **(BAUCHE F.2006)**

Au lendemain de l'Indépendance, c'est la réforme agraire qui a inspiré les politiques et est devenue un véritable mythe mobilisateur. Il s'agissait de limiter la propriété foncière agricole pour

liquider les latifundia, avec un double objectif de justice sociale et d'intensification agricole. Mais il est important de signaler que les préoccupations des politiques se sont inversées. Les réformes de redistribution de terres ont été abandonnées pour des politiques de structures qui, au contraire, avaient pour but de rassembler les terres pour constituer des exploitations permettant notamment une utilisation rationnelle de la mécanisation (exemple : les domaines autogérés en Algérie). La place que tient l'agriculture dans un pays comme l'Algérie et le problème de sa transformation, sont des questions de toute première importance dans le développement socialiste de notre pays. **(BAOUCHE F.2006).**

Malgré la très vaste surface du pays, ne possède pas de terres agricoles très importantes (par rapport à sa superficie) et pour mieux étudier la structure de son espace et ces différentes mutations de l'indépendance jusqu'à nos jours, nous avons décidé d'étudier de façon générale les espaces qui ont été touchés profondément par ces réformes, restructurations et mutations susdites et qui peut être représentative (communes pilotes) puisqu'elles emboîtent les caractéristiques et la vocation agricole de toute les régions du bassin versant .

Après l'indépendance, de nouvelles structures agraires et formes d'exploitation ont été introduites dans l'agriculture Algérienne dans le cadre de transformations économique intervenues dans le pays, comme le reste du pays, les espaces agricoles dans le bassin versant de l'Oued Chélif ont subi des mutations marquées par des changements dans la structure foncière et dans les systèmes et formes d'exploitation.

Pour approcher ce phénomène nous avons suivi les mutations depuis l'indépendance jusqu'à nos jours et vu leurs impacts sur l'espace agricole en mettant l'accent sur l'état actuel de cet espace et ses problématiques, afin de pouvoir y proposer des solutions. Ces mutations s'expliquent par l'évolution de la population causée par un accroissement urbain important.

En effet dès leur arrivée, les colons se sont installés sur les meilleures terres de la commune, et y ont occupé presque la totalité des plaines, vu la bonne qualité des sols (l'espace agricole se caractérise par un nombre important de fermes constituant des vastes étendues céréalières et arboricoles). Par ailleurs le colon a réalisé une infrastructure routière bien développée entre toute les communes y existait, ce qui a permis à la région de devenir un carrefour routier communal et intercommunal, en effet l'espace rural à cette époque répondait bien aux besoins de l'agriculture, ce qui a permis à cette dernière de se développer et d'avoir des rendements agricoles conséquents.

Au lendemain de l'indépendance et devant le départ massif et précipité des colons, les exploitations agricoles étaient livrées à elles même, aussi devant les défailances de l'été **1962** les ouvriers prirent les choses en main et s'organisèrent en comité de gestion.

## V. 1 L'autogestion

Le décret de **22/10/1962** constitue les comités de gestion dans les entreprises agricoles vacantes et donne une forme légale à ces nouvelles infrastructures appelées domaines d'autogestion. Les textes prévoient que l'activité de chaque entreprise autogérée est placée sous la responsabilité du personnel. Ce conseil en tant que gardien de la légalité et contrôleur de la conformité à la ligne générale de l'économie, dispose d'un veto sur les principales décisions de l'assemblée, du conseil et du comité.

Les domaines autogérés de l'ensemble des communes sont régis par le conseil communal d'animation d'autogestion. Lequel rassemble, en même temps que les présidents des comités, les autorités administratives des communes ainsi que les représentants de l'office National de la Réforme Agraire (**ORNA**), les conseils communaux sont soumis à la tutelle du Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire (**MARA**).

## V. 2 La révolution agraire de 1971

Si les terres abandonnées ont été dès **1962**, l'objet de soins attentifs continus des pouvoirs publics, il fallut attendre près de dix années pour que fût définie une véritable politique pour les autres terres restées en statut de possession privée. C'est en effet la charte de la révolution agraire proclamée le **08 novembre 1971** qui entraîna des modifications profondes des structures agraires, la révolution avait pour objet :

- Le Plafonnement de la propriété privée et création d'un fonds national de la révolution agraire
- La Création et la distribution de lots viables à des familles de fellah
- L'Organisation collectiviste des unités de production nouvelles en coopératives (**CAPRA**)

Le bouleversement fût réalisé sur la base des normes agraires suivantes :

Pour le secteur de la Révolution agraire ainsi crée le lot doit être d'une superficie telle qu'elle procure un revenu minimal égal à celui d'un travailleur de l'autogestion soit l'équivalent de **250** journées de travail à **10 dinars** la journée donc **2500 dinars**, ou bien l'équivalent de **10 ha** en se dégageant un revenu de **50 q/ha** de blé tendre, commercialisé sur la base de **50 DA** le quintal.

Pour le secteur privé (distribution de lots à des familles), la limitation de superficie se fait au triple de la norme ci – dessus définie, soit en culture non irriguée, l'équivalent de **30ha**. Sur ces bases furent définies des fourchettes en fonction de la géographie locale encadrant les superficies réelles de nouvelles unités, les superficies moyennes étaient de **10 ha** à **20ha**.

La révolution agraire se déroule en trois phases déterminées en fonction du statut juridique ou de la vocation agronomique des terres :

- **La première phase**, au cours de l'année **1973**, concernait les terres appartenant à des collectivités : Commune, Wilaya, et l'Etat, terres Arches et Habous ainsi que les terres qui firent

l'objet de dons de la part des particuliers.

- **La deuxième phase** au cours des années **1973**, concernait les terres appartenant à des personnes privées, propriétaires non exploitants, d'une part et d'autre part détenteurs de superficies dépassant les limites fixées par la loi.

- **La troisième phase**, lancée en Été **1974**, porta sur les secteurs pastoraux (elle intéresse un milieu bien particulier celui des parcours). Ainsi, en quelques années l'assiette agraire qui a connu un profond bouleversement de la campagne a laissé apparaître de nouvelles formes d'exploitation, les coopératives agricoles de production de la révolution agraire (**CAPRA**), ces Coopératives agricoles ont pour but la mise en valeur, l'exploitation des terres et la fixation des travailleurs à la terre. La révolution agraire n'était pas seulement une distribution des terres, elle visait l'amélioration du sort de fellah, à l'aménagement, et à la restructuration du monde rural.

### V. 3. Le découpage administratif de 1984

Après le nouveau découpage administratif en **1984** la superficie des communes a été rétréci à moins de la moitié, cela a engendré une diminution de la **SAT** et la **SAU**.

Dans ces années la politique de privatisation des terres agricoles (décret **19/1987** de privatisation des terres) a soustrait une grande portion à l'urbanisation, encore à cause des problèmes d'insécurité qui a obligé les habitants à laisser leurs terres et à se diriger vers la ville.

### V. 4. La nature juridique des terres agricoles en 1987

En **1987** une réorganisation du secteur agricole était faite, cette réorganisation s'inscrit dans un rythme de réforme globale du secteur économique, décidé par les pouvoirs publics, elle fut lancée sur la base d'un simple circulaire interministériel, et prendra la forme d'un projet de loi votée en **décembre 1987**. Cette opération était due à l'injustice des répartitions de terres et à la mauvaise organisation de sa structure interne réorganisée en nouvelles exploitations (**EAC, EAI**), Cette opération avait pour but de :

- Renforcer les droits des collectifs et producteurs
- Redimensionner les exploitations et les collectivités des travailleurs afin de faciliter la gestion
- Réorganiser l'environnement en vue d'éliminer certaines entraves et d'améliorer les performances des terres agricoles.

Les formes d'organisation du travail et de gestion préconisée par la réorganisation reposent sur le système d'exploitations collectives, avec la création d'entreprises agricoles collectives (**EAC**) de **4** à **11** membres et d'entreprises agricoles individuelles (**EAI**), lorsque les conditions ne permettent pas la création d'**EAC**. La réorganisation de **1987**, était la transformation la plus importante dans la propriété et dans les formes d'exploitation des terres agricoles, caractérisée par la liberté accordée aux membres des exploitations créées (**EAC, EAI**).

## V. 5. L'état des agrosystèmes de 1990 à 2012

La nouvelle forme réalisée, a engendré de nombreux problèmes, notamment le transfert du patrimoine, Les **EAC** ne bénéficie pas des subventions de l'Etat et de programmes de développement (**PNDA, FNDRA**) du fait des conflits des membres de l'**EAC** qui exploitent individuellement sa superficie.

Les terres des secteurs restructurés (**EAC, EAI**), donc il était indispensable d'avoir une solution à ces problèmes qui perturbe le développement de ce secteur et la situation générale des terres.

### V. 5.1. Les terres privées

Le nombre de propriétaires privés occupe une superficie importante de la surface agricole totale, dans ce cas le secteur privé reste majoritaire, mais le problème qui se pose est la difficulté de leur imposer un plan de développement à suivre, surtout lorsqu'on confronte des agriculteurs inconscients, réfractaires à tout changement de méthodes culturales conseillées, et aux types de cultures proposées qui ont pour objets d'améliorer le rendement.

### V. 5.2. Les fermes pilotes

La totalité des terres des deux fermes agricoles étaient exploitées par des colons, après l'indépendance elles sont devenues des propriétés des domaines autogérés sous le nom du Moudjahidine, les domaines furent réorganisés en devenant des domaines agricoles socialistes, portant le nom **des** Moudjahidine. Les fermes cultivent en sec, la production végétale est liée directement aux quantités de pluies annuelles, cela explique la fluctuation des rendements selon la pluviométrie de l'année.

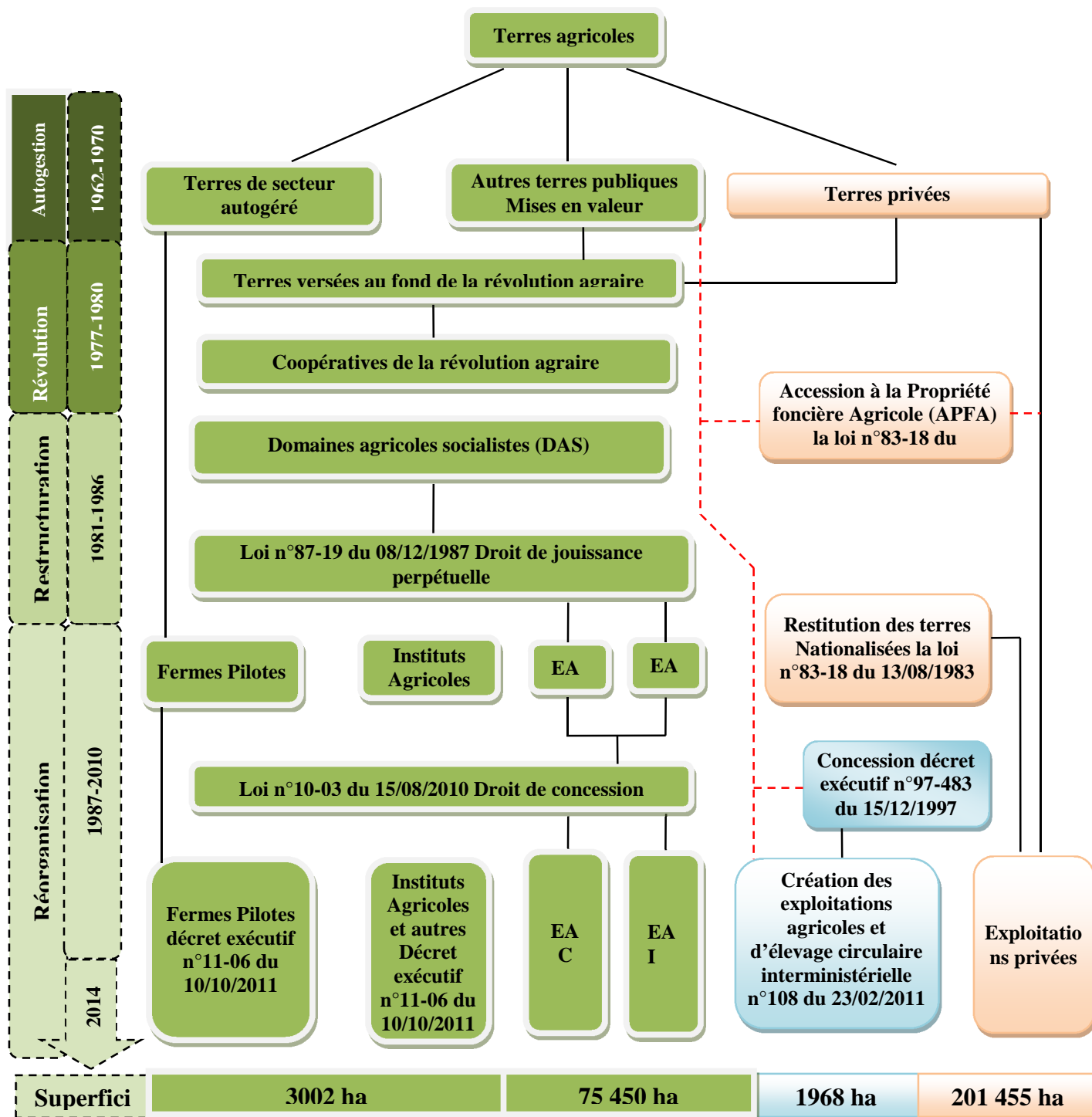
Les principaux sources d'approvisionnement en intrants des fermes pilotes sont la **CASSAP** et la **CCLS** (pour les fermes qui se base sur les grandes cultures en sec), la première coopérative fournit les engrais et les produits phytosanitaires, la deuxième les semences (céréalières et de légumes sec), les prix des fournitures sont fixés par le ministre de l'agriculture. La commercialisation, est assurée sous contrat avec la **CCLS** qui recueille la production des céréales et des légumes secs des différentes exploitations, dont le paiement se fait par chèque en fin de chaque campagne agricole. Les prix sont fixés par l'Etat.

Ces fermes pilotes occupent la troisième place après le secteur privé et celui de l'Etat, Dans ces fermes on enregistre :

- Une augmentation des superficies des cultures de multiplication tel que le blé tendre, blé dur, et l'orge, remarquée chez les fermes pilotes, afin de garder et justifier ses spécialisations.

- Une diminution de l'avoine graine à cause de ses faibles rendements, et la diminution des cultures fourragères car les deux fermes à l'heure actuelle n'exercent uniquement que l'élevage ovin.
- Le maraîchage, est perspectif d'avenir, les responsables des fermes pensent commencer avec quelques hectares de cultures sous serre (régions des grandes cultures).
- La jachère : avec l'évolution des productions végétales les fermes essayent de diminuer la jachère.
- En production animale il est prévu la création à côté de l'élevage de l'élevage bovin, et l'apiculture pour l'élevage des abeilles, les conditions de son introduction est réunie, l'arboriculture a fait son apparition à la faveur (**PNDA**).
- Quant à l'aviculture les structures accueillant l'élevage des poulets de chair ont été réalisées, il ne manque plus que l'approvisionnement en poussins (**SDA Relizane**).

Superficie (ha)	Nombre Exploitations agricoles	Population (hab) 2008
Sup totale Wilaya : <b>487.232</b>	Nbre total d'exploitation : <b>27055</b>	Population totale : <b>732.294</b>
Sup Agricole totale (SAT) : <b>348.951</b>	Nbre EAC et EAI : <b>1795</b>	Population rurale : <b>314.634</b>
Sup Agricole Utile (SAU) : <b>281.875</b>	Privées : <b>24549</b>	Population active totale : <b>217.878</b>
Terres de Pacages : <b>6062</b>	APFA : <b>650</b>	Population active agricole : <b>69.266</b>
Sup Forêts : <b>51564</b>	Concessions : <b>56</b>	Densité : <b>150 hab. /km<sup>2</sup></b>
Terres improductives : <b>9450</b>	Fermes Pilotes : <b>05</b>	Densité rural : <b>90 hab. /km<sup>2</sup></b>
Sup irriguée année 2014 : <b>27 052</b>	Instituts : <b>02</b>	



**HISTORIQUE DU FONCIER AGRICOLE DANS LES COMMUNES DE RELIZANE 1962-2014**

## **Conclusion**

Dès l'indépendance, notre pays a vu des évolutions pertinentes grâce au plan de développement utilisé par l'état ce qui a conduit les autorités de s'engager dans des politiques (1962 à 2010) considérées beaucoup plus comme des politiques d'équilibre régional avec des lois limités, que des véritables politiques d'aménagement du territoire. Ce qui explique le manque enregistré au niveau des politiques de développement, particulièrement l'abandon relatif dont a subi l'espace rural.

Face à ce fait négatif, un changement des méthodes politiques d'aménagement du territoire sont mises en place dans la période suivante. Mais ces changements n'ont pas été fait sans ruptures et sans nuances. « En effet, la politique de développement de l'Etat présente des distorsions et des exclusions multiples car elle n'a pas été soutenue par une politique territoriale adéquate »

Malgré la très vaste surface du pays, ne possède pas de terres agricoles très importantes (par rapport à sa superficie) et pour mieux étudier la structure de son espace et ces différentes mutations de l'indépendance jusqu'à nos jours, nous avons décidé d'étudier de façon générale les espaces qui ont été touchés profondément par ces réformes, restructurations et mutations qui peuvent être représentative (communes pilotes) puisqu'elles emboitent les caractéristiques et la vocation agricole de toute les régions du bassin versant de l'Oued Chélif.

# Chapitre II

## Contexte géographique

## Introduction

Durant les trois dernières décennies, les plaines du bassin versant de l'Oued Chélif ( la Mina et le Bas Chélif) ont été touchées par les décisions de l'Etat qui a tenté de modifier sa politique de développement, ceci a mis ces plaines en état de transformation, dont le taux de la population a augmenté en provoquant des soucis plus importants tel que les besoins de consommation, d'emploi, et de logement, ce dernier a bien touché cette espace environnemental et ses agrosystèmes en diminuant la superficie de ses terres les plus fertiles ainsi que la pollution des endroits qui utilisent ses ressources naturelles.

À ce fait on a choisi pour faire nos études la plaine de la Mina qui s'intègre dans un espace qui est en pleine mutation vis à vis de son milieu physique, son aspect démographique et économique tout en agissant sur ses agrosystèmes.

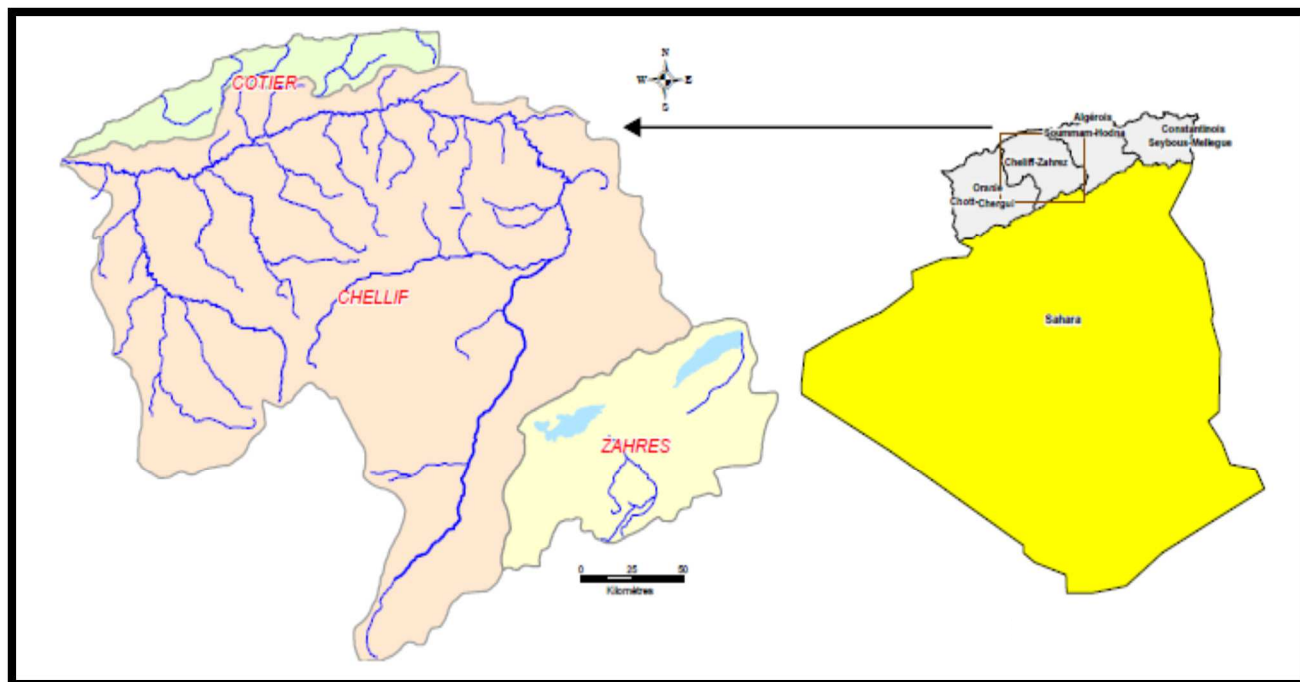
Dans cette étude on va développer une méthodologie, basée sur l'intégration des images satellitaires et de données cartographiques dans un système d'information géographique (SIG) pour l'identification et la cartographie des extensions urbaines sur les terres agricoles dans la plaine de la Mina.

## Contexte géographique

L'Oued Chélif qui s'étend sur une distance de 800Km traverse le bassin versant le plus important du pays avec une superficie de 43 750Km<sup>2</sup>. Il est le seul cours d'eau algérien, qui prend sa source dans l'Atlas saharien, près d'Aflou dans les monts du djebel Amour. Deux barrages sont installés le long de cet Oued, Bougezoul qui décrète les crues en provenance du haut bassin de l'Oued Cheliff et Ghrib dont le comblement de la retenue et ralenti par la décantation des eaux du premier barrage.

Plusieurs autres ouvrages de déviation des eaux pour l'irrigation sont construits tout au long de son périple (Djendel, Oum Drou, Boukader, Sidi-bel attar). L'Oued Cheliff est alimenté par plusieurs affluents et nappes souterraines. En période d'étiage, il n'est alimenté que par les lâcheurs du barrage Ghrib situé à l'amont ou par les affluents (exemple : Oued Mina). Le régime d'écoulement mensuel et annuel de l'Oued Cheliff est extrêmement irrégulier, en général l'apport de l'Oued est important de septembre à mai et particulièrement déficitaire, sinon sec en période d'été.

L'Oued Cheliff traverse successivement neuf (09) Wilayets : Laghouat, Djelfa, (oued Touil), Tiaret, Tissemsilt côté ouest, (Nahr Ouassel, oued Mina-haut) Medea, Ain-Defla, (oued Cheliff), Chlef (oued Fodda - oued Sly), Relizane (oued Rhiou, oued Mina-bas), Mostaganem ou le déversement (**Atlas du Cheliff .2016**). (Voir figure N°1)



**Figure N° 1 : Situation du bassin versant de l'Oued Chélif (Atlas du Cheliff, 2016)**

Découpage classique et par sous-région du bassin versant de l'Oued Chélif

Vu l'étendue de la région, il est apparu nécessaire de définir, des sous régions pour mieux cerner l'adéquation ressources - besoin. Cependant, le bassin du Cheliff dont l'étendue est assez importante maintiendra son découpage classique (Haut, Moyen et Bas Cheliff). (voir tableau N°2)

**Tableau N°2: Les Sous-régions du Bassin versant de l'Oued Chélif**

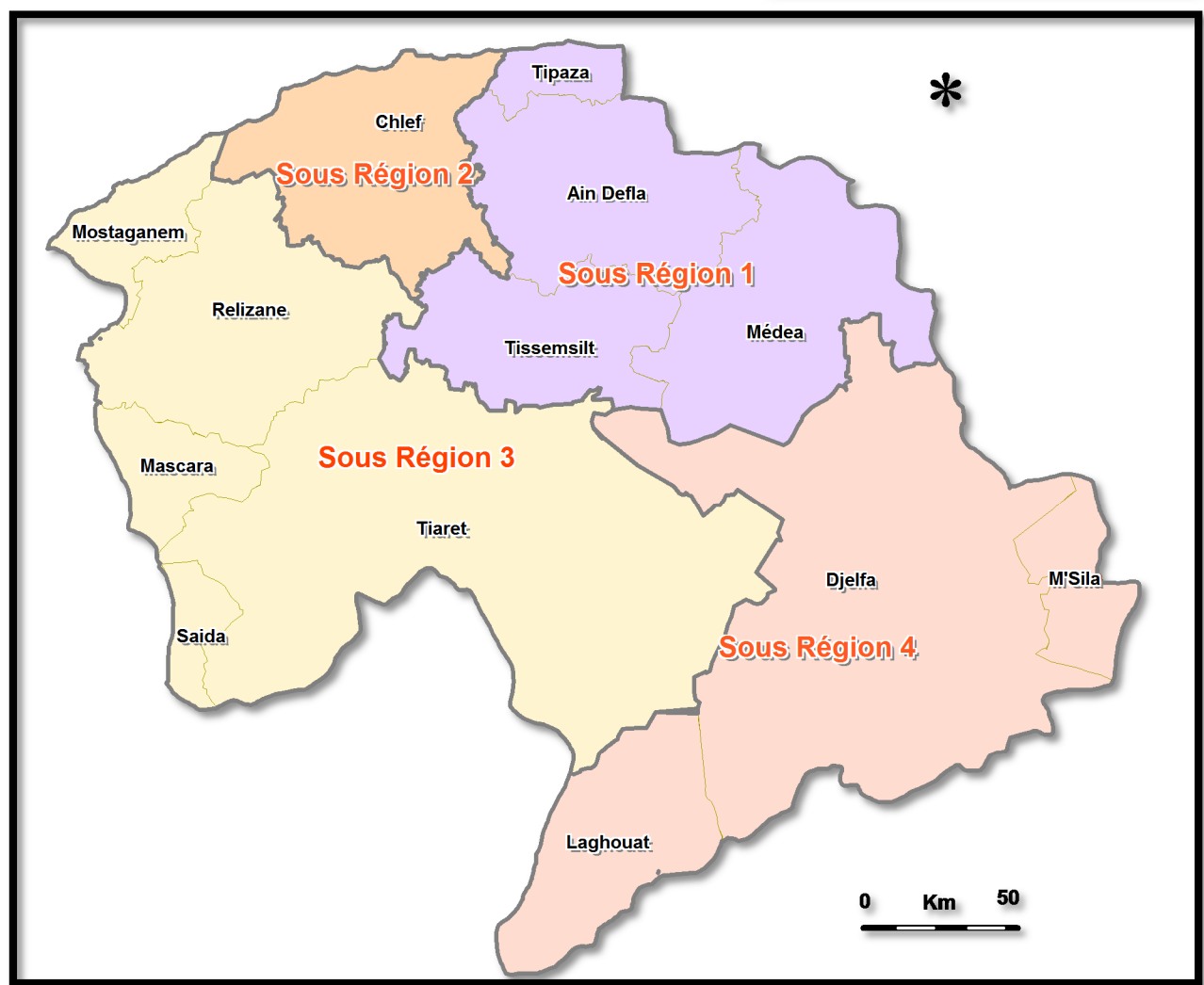
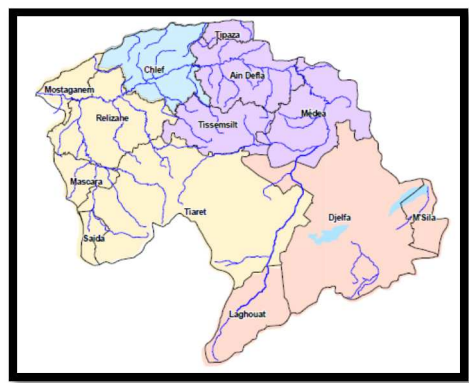
Sous-région	Bassin hydrographique	Wilaya
Sous-région 1	Haut Cheliff	Ain Defla, Média, Tissemsilt et Tipaza
Sous-région 2	Moyen Cheliff	Cheliff
Sous-région 3	Mina, Bas Cheliff	Relizane, Tiaret, Mostaganem et Mascara
Sous-région 4	Haut plateaux	Djelfa, Laghouat et M'sila

(Atlas du Cheliff, 2016)

La région étudiée s'intègre sur le glacis septentrional du massif montagneux du Chélif. Elle est située dans le Nord Algérien entre 0° 20' et 1°10' de longitude Nord et entre 35° 40' et 34°40' de latitude et elle comprend l'oued Mina et ses affluents. Cette zone s'étend sur 102 km du Nord au Sud et de 65 km d'Ouest en Est. Elle couvre ainsi une aire d'environ 6648 km<sup>2</sup>. Tandis-que le bassin du Chélif (figure N°2) dont dépend le bassin versant de l'Oued Mina occupe une superficie totale de 44630km<sup>2</sup>. Il est situé entre 34°et 36°30' de latitude Nord et 0° et 3°30' de longitude Est avec une forme de fer de hache d'axe Nord-Sud. Ce bassin a des caractéristiques morphologiques très différentes de ceux

des bassins versants des autres affluents du Chélif; c'est d'une part qu'il s'est établi à l'extrémité occidentale du massif de l'Ouarsenis et en partie dans une zone de plaines d'effondrement et d'autre part sa partie haute est constituée par le haut pays oranais ou la meseta oranaise constituée par des formations tabulaires jurassiques. A l'aval se situe la plaine de la Mina qui est bordée par les monts du Dahra au Nord et le massif de l'Ouarsenis au Sud

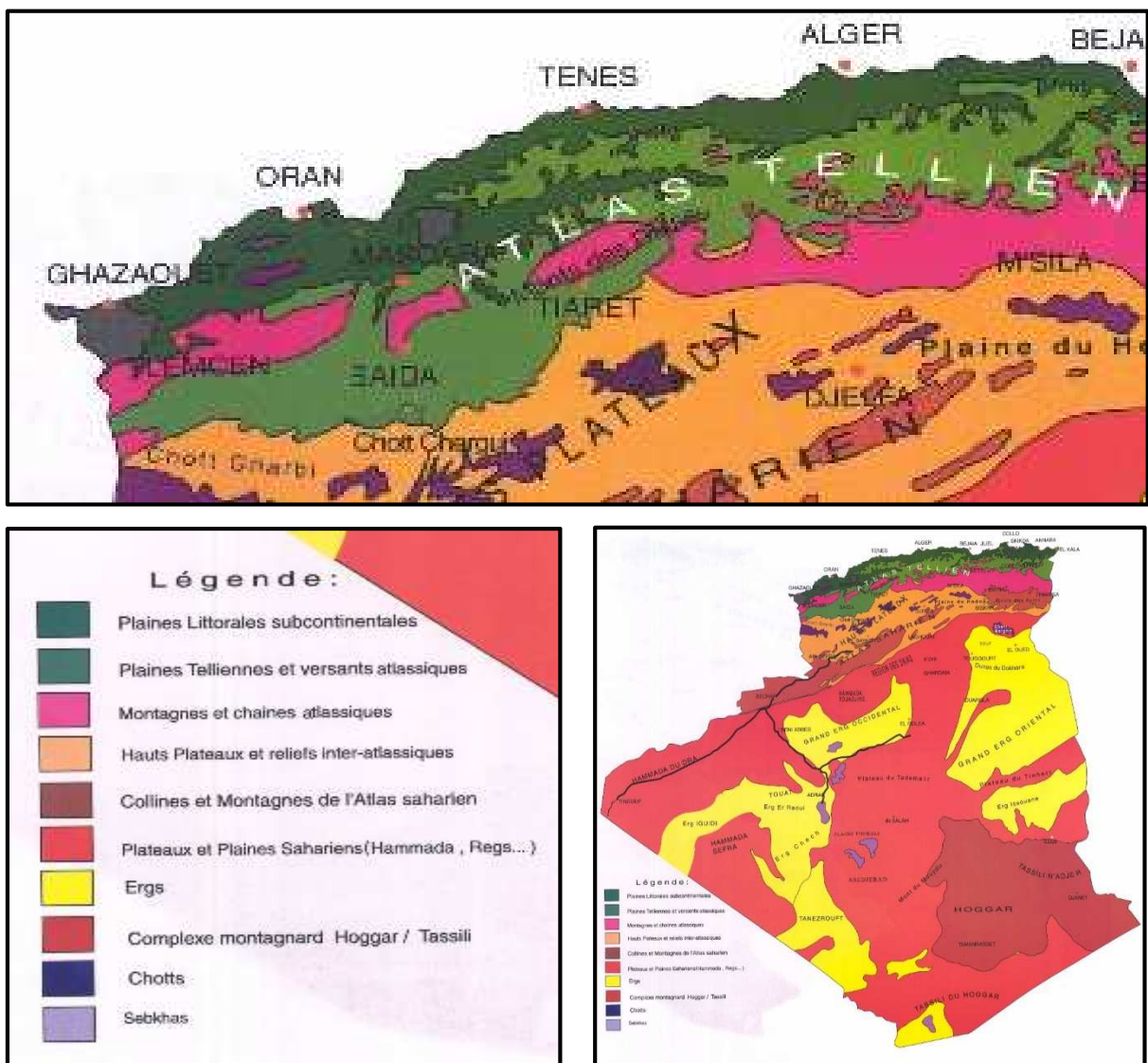
**Figure N° 3 : Carte des régions naturelles d'Algérie  
(Secrétariat d'état à l'environnement – Direction  
générale de l'environnement)**



**Choix de l'entité spatiale d'intégration** : notre espace d'étude a une grande vocation céréalière et arboricole qui s'étend sur les hautes et moyennes plaines (figure N°3), on sites parmi elles la plaine du bas Chélif et celle de la Mina qui présentent les terres les plus fertiles et les périmètres irrigués les plus importants dans cette région. La plaine de la Mina rentre dans l'aire administrative de la Wilaya de Relizane ce qui nous a menés à présenter cette Wilaya pour la description des caractéristiques du milieu physique dans cette région

Plaine du Bas Cheliff : la plaine du Bas Cheliff s'étend sur près de 1180 km<sup>2</sup>. Elle est limitée : au Nord par les monts de Dahra constitués de marno - calcaires, argiles et grès, à l'Est par la plaine du Moyen Cheliff, à l'Ouest par le plateau de Mostaganem gréseux, au Sud par les calcaires à lithothamnée.

Plaine de la Mina : La plaine de l'Oued Mina est limitée au Nord par la plaine du Bas Cheliff, à l'Ouest par la plaine de Ghriss, à l'Est par les calcaires de Zemmoura et le plateau de Saida au Sud.



**Figure N° 3 : Carte des régions naturelles d'Algérie (Secrétariat d'état à l'environnement – Direction générale de l'environnement)**

## I. Présentation de la plaine de la Mina

### I. 1. situation géographique

La **plaine de la Mina** est une plaine agricole située dans la wilaya de Relizane au Nord-Ouest du pays. Le nom de la plaine vient de l'oued Mina une rivière qui descend du massif de l'Ouarsenis dans la région de Tiaret pour se jeter dans la vallée de l'Oued Cheliff. Elle est située dans la continuité du bassin de l'Oued Chélif à son extrême ouest comme une poche contiguë de la plaine du Bas-Chélif. Elle en est séparée au nord-est par la saline et le plateau de la Sebkhha de Benziane d'une dimension de 1600 hectares. Elle est séparée à l'ouest de la plaine de la Macta-Habra par le bombement de Yellel et circonscrite au nord par le djebel Belassel, au sud et au sud-ouest par les contreforts, de l'Ouarsenis et des monts des Beni-Chougrane.

La plaine de la Mina couvre 6 communes de la wilaya de Relizane pour une superficie approximative de 340 km<sup>2</sup> soit près de 7 % de la superficie de la wilaya. Les communes concernées sont : Yellel, El Matmar, Relizane, Belassel, Zemmora, Oued El Djemaa

### I. 2. Altitude et pente

L'altitude varié de 75 mètre pour la plaine de Relizane à 135 mètres pour Yellel, les zones élevée ont une altitude qui dépasse les 600 mètres dans les montagnes de Béni Chougranne et dépasse les 800 mètres dans les montagnes de Dahra. (Figure N°4)

La pente variée 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.

## .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 d'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 m<sup>3</sup>** et le volume mobilisable est de **155 000 m<sup>3</sup>**.

**-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 Hm<sup>3</sup> /an .Toutefois en raison des dérèglements climatiques, le volume stocké actuellement est de 295 Hm<sup>3</sup> ce qui représente 52,6% des capacités de remplissage.

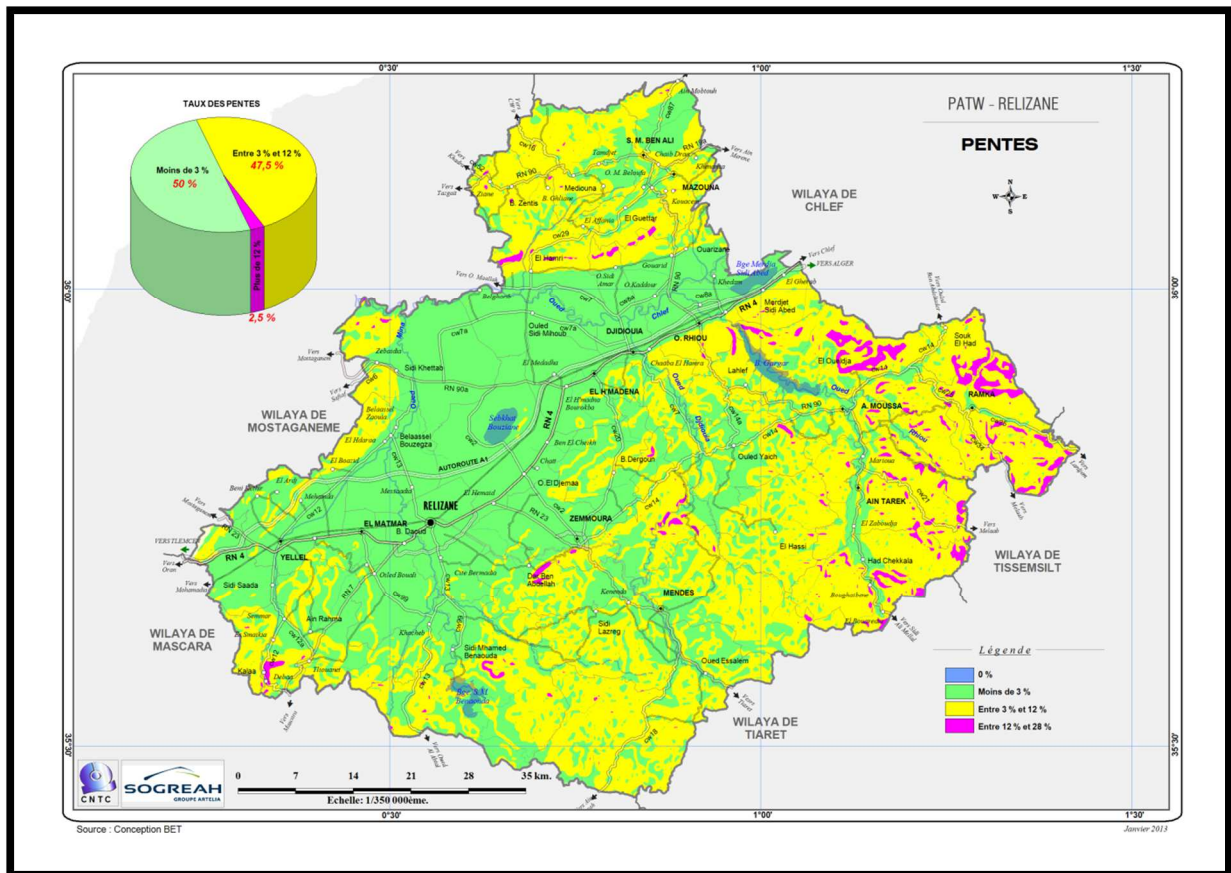


Figure N° 4 : Les pentes de la plaine de la Mina (PATW Relizane, 2013)

### I.3.2 Ressources en eau souterraines

Les ressources en eau souterraines captées dans la wilaya de Relizane 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 Relizane est constituée d'apports alluviaux caractérisés par des terres à structure fine (limono-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 (**BENCHERGUI 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<sup>ème</sup> 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 Chélif au pied du Dahra touchant les meilleures terres de la wilaya, Cette région concerne une grande partie des communes situées dans la plaine du bas Chélif 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

**I.4.3 Occupation des sols**

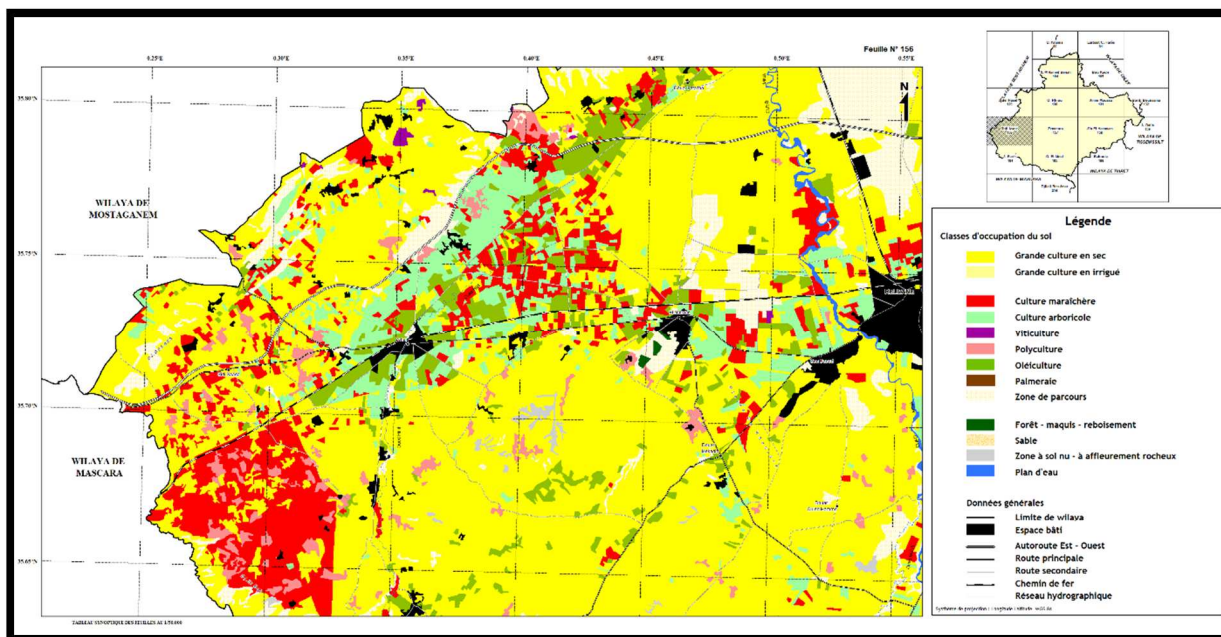
Les terres de notre zone d'étude sont pour la plupart à vocation agropastorale dont l'agriculture et l'élevage occupent une surface très importante avec la prédominance de la céréaliculture et l'arboriculture avec la présence de culture maraîchère à petit échelle. La couverture forestière n'est pas importante 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. (figure N°5)

**I.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,



**Figure N°5 : Carte d'occupation du sol de la plaine de la Mina**

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. La figure N°5 nous représente la carte de l'occupation des sols dans la partie du bassin versant qui nous intéresse (la plaine de la Mina)

### 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 Chélif, 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 ou l'on remarque la présence de certaines aquifères (nappe des calcaires à lithothamniées de Oued Rhiou qui recèle de fortes potentialités en eau), nappe des sables du plateau de Zemmora (dont les ressources en eau emmagasinés demeurent faible).

- 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 m<sup>3</sup>. 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) (DSA 2010).

### **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 1119751ha (DSA 2010)

## **II. Climat**

Le climat est un des composants du milieu physique. C'est un facteur essentiel du développement des plantes, de la formation et de l'évolution des sols. (GRECO J.1966)

Le bassin versant de l'Oued Mina est soumis à une sécheresse estivale prononcée et souffre d'un déficit pluviométrique qui confère à l'irrigation un caractère obligatoire. Cette zone jouit d'un climat continental du fait de sa position en cuvette entourée de massifs montagneux.

### **III. 1 Les facteurs du climat**

Les composantes majeures du climat sont essentiellement les facteurs hydriques et thermiques.

### III. 1.1 Les facteurs hydriques

La pluviométrie est un facteur primordial du climat, car d'une part elle est à la base du maintien et de l'épanouissement du tapis végétal d'autre part, elle joue un rôle important dans la dégradation des sols par l'érosion lors des averses torrentielles et par la remontée des sels en cas d'insuffisance pluviométrique.

#### a. Précipitation

Le climat algérien est particulièrement agressif. Les pluies peuvent être considérées comme dangereuses dans leurs conséquences du point de vue qui nous préoccupe (pluie torrentielles), quand elles atteignent ou dépassent les 20 mm en 24 heures (**GRECO.1966**)

Les précipitations, par l'importance de leur fréquence, intensité et répartition contribuent dans la désagrégation du sol et interviennent dans son évolution progressive ou régressive.

Nous disposons des relevés pluviométriques de la station de Relizane pour les précipitations. (Tableau N° 3).

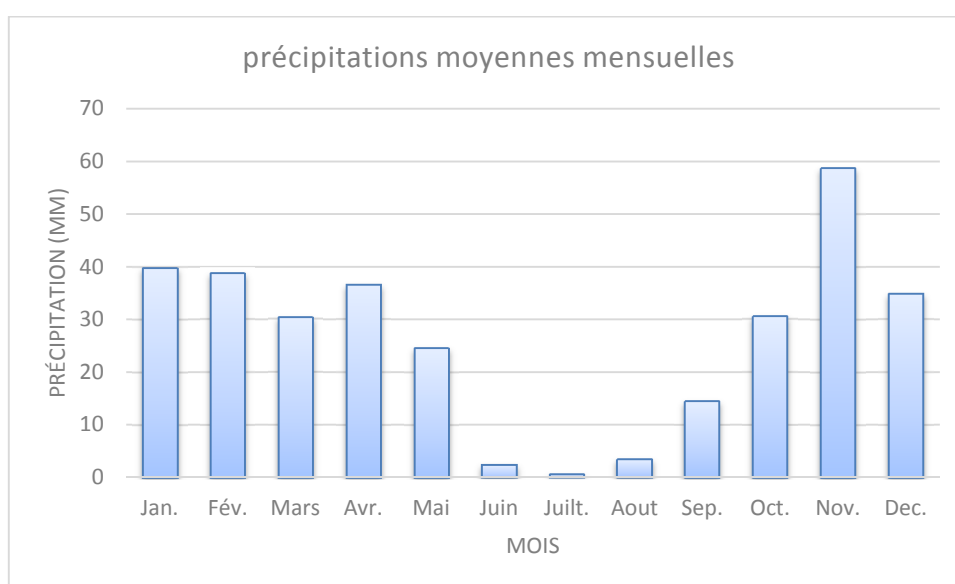
Les relevés portent sur des périodes d'observation allant entre les années 2000 et 2016.

**Tableau N° 3 : Répartition des pluies moyennes mensuelles de la station météorologique de Relizane (2000-2016)**

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	année
P moyenne	39.72	38.63	30.28	36.54	24.53	2.35	0.57	3.37	14.46	30.49	58.71	34.79	314.44

(Source : ANRH Relizane)

La pluviosité moyenne annuelle varie entre 191.30 et 400.2 mm/an. Cette quantité est irrégulièrement répartie sur l'année. La moyenne mensuelle la plus élevée est celle du mois de novembre ensuite vient les mois de janvier, février et décembre (Figure N°6).



(Source : ANRH Relizane)

**Figure N° 6: Précipitations moyennes mensuelles de la station de Relizane (2000-2016)****III.1.2 Les facteurs thermiques****III.1.2.1 Température**

C'est le second facteur constitutif du climat. Les températures moyennes mensuelles et annuelles agissent directement sur le climat en interaction avec les autres facteurs météorologiques.

La température est l'un des agents de la dégradation des sols. Elle a une action directe sur les roches et le sol. Pendant le jour, les roches se chauffent par l'effet des rayonnements solaires, elles se dilatent durant la nuit ce qui provoque sa désagrégation au cours du temps. D'autre part, les différences de températures entre les saisons chaude et froide, provoque le phénomène de dégradation des roches et du sol.

La température influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (GRECO.1966). L'optimum de la température pour la majorité des plantes durant leurs phases actives de végétation est autour de 25°C. Les valeurs prises en considération sont celles ayant une signification biologique.

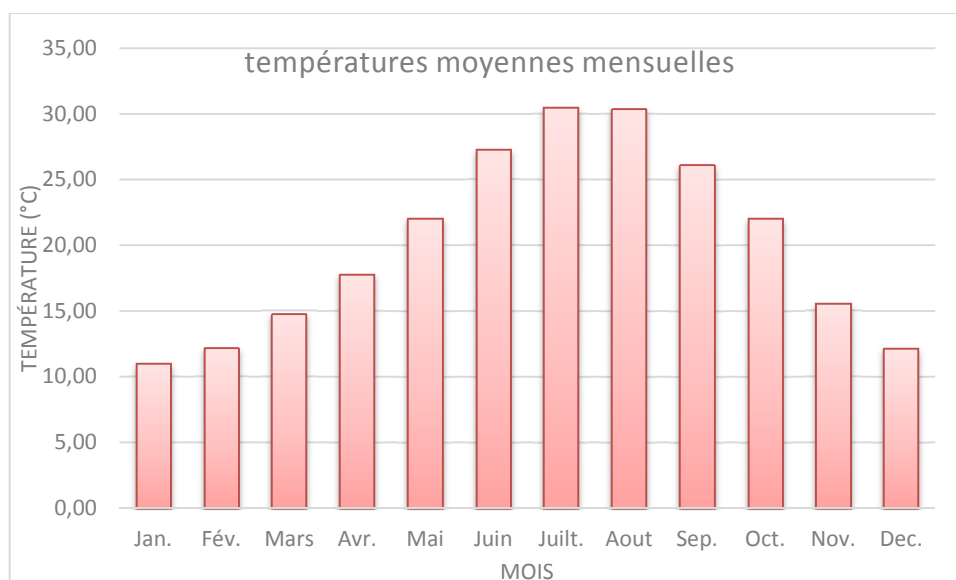
Le tableau suivant donne les températures moyennes mensuelles relevées à la station météorologique de Relizane. (voir tableau N°4)

**Tableau N°4 : Températures moyennes mensuelles de la station de Relizane (2000-2016)**

mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	année
T° moyenne	10.97	12.11	14.70	17.74	22.03	27.24	30.47	30.34	26.11	22.03	15.52	12.14	20.12

(Source : ANRH Relizane)

L'examen des résultats montre qu'il existe un écart de température de 19°C entre le mois de janvier et le mois de juillet. Les températures estivales sont les plus élevées, notamment celles des mois de Juillet et Août. Par contre, les températures hivernales sont les plus basses, en particulier durant le mois de décembre et janvier (Figure N°7). La température moyenne mensuelle la plus basse est celle du mois de Janvier, elle est de 10.97°C. Les mois les plus chauds sont Juillet et Août ; la température moyenne est de 30.47°C en Juillet.



(Source : ANRH Relizane)

**Figure N° 7 : Températures moyennes mensuelles de la station de Relizane (2000-2016)**

### III.1.3 Les autres facteurs

#### III.1.3.1 Les vents

Le vent est un élément du climat caractérisé par une vitesse et une direction donnée étroitement liée aux reliefs. Il conditionne un certain nombre de faits climatiques tel que la température et l'évapotranspiration. Il favorise la dégradation du sol et de la végétation. Il exerce une force mécanique responsable du transport des particules arrachées au sol (érosion éolienne). Le vent accentue aussi le dessèchement du sol et expose la végétation à un déficit hydrique considérable (accélération de l'ETP).

Mais on peut dire que le bassin versant de l'Oued Mina a une atmosphère peu agitée, tout au moins pas plus agitée que celle du reste de l'Algérie.

Il existe évidemment des jours de vent assez violent, au printemps surtout. Mais ils restent exceptionnels. (Tableau N°5)

**Tableau N°5 : Vitesses moyennes des Vents mensuelles en Km / h de la station de Relizane (2010-2016)**

mois	Jan.	Fév.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juilt.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Année
V(Km/h)	9.25	11.90	10.47	9.63	9.87	9.86	9.00	8.50	7.71	7.17	11.37	7.43	7.71

(Source : ANRH Relizane)

#### III.1.3.2 Les humidités relatives

Elle est définie comme étant la valeur maximale possible de l'évaporation dans des conditions climatiques données, elle résulte de deux phénomènes ; l'un physique (l'évaporation), l'autre

biologique (la transpiration), l'évapotranspiration potentielle estimée selon la formule de PENMAN est de 1700 mm/an (**INSID.1988**).

Le tableau suivant donne les humidités moyennes relatives relevées à la station climatique de Relizane (2010-2016)

**Tableau N° 6 : Humidités relatives moyennes mensuelles en % de la station de Relizane (2010-2016)**

mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	année
H%	78.68	75.26	70.46	61.34	50.20	44.55	41.58	36.77	49.58	58.19	70.85	77.38	60.23

(Source : ANRH Relizane)

Les humidités relatives moyennes mensuelles sont généralement supérieures à 50% entre le mois d'octobre et mars. Généralement elles ne diminuent pas au-dessous de 35%.

### III.1.3.3 Gelée et Sirocco

Du fait de la continentalité du climat de la région, le risque de gelée existe pendant une bonne période de l'année. Les gelées qui sévissent chaque année engendrant des dégâts considérables aux cultures. Le nombre moyen annuel de jours de gelées blanchâtre est environ 40.

Le Sirocco, comme les gelées, est particulièrement important. Il se manifeste en été surtout les mois de juillet et Août ; le nombre moyen de jours de sirocco par an est environ 20.

## III.2 Synthèse climatique

Après avoir étudié et analysé les différents éléments du climat, il nous est indispensable de procéder à une synthèse afin de mieux caractériser et connaître le type de climat de la zone d'étude.

### III.2.1 Le diagramme Ombro-thermique de GAUSSEN

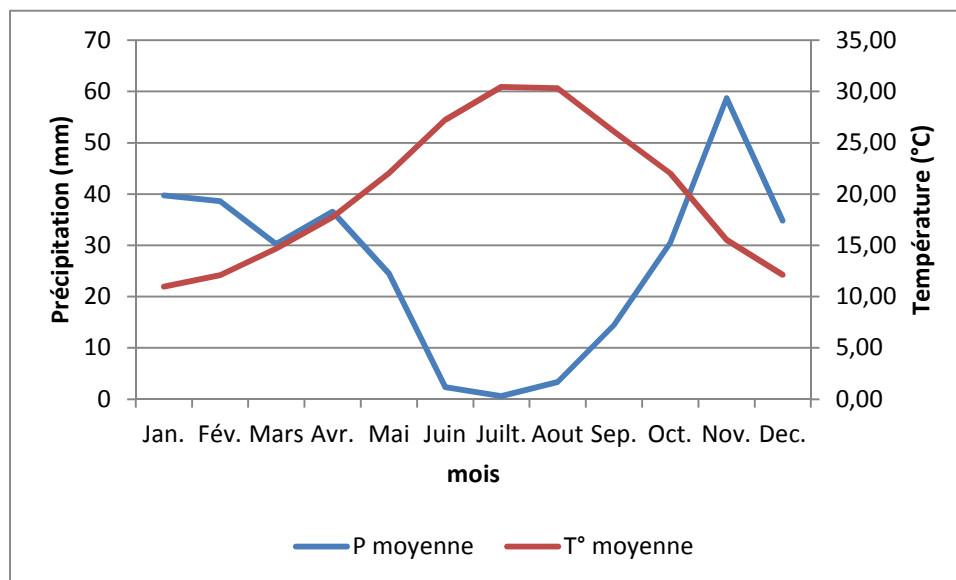
Ce diagramme Ombro-thermique permet de donner les mois secs, les mois humides et de la croissance de l'année, Selon (**BANGNOULS et GAUSSEN .1954**), un mois est sec lorsque la moyenne des précipitations est inférieure ou égale au double de la moyenne des températures.

La formule s'écrit :  $P \leq 2T$

Avec :

P : précipitation moyenne mensuelle (mm),

T : températures moyenne mensuelle (°C).



**Figure N° 8 : Diagramme Ombro-thermique de la station de Relizane (2000– 2016)**

L'étude graphique de notre zone nous montre l'existence des périodes suivantes :

- une période sèche s'étalant sur 7 mois : d'Avril à octobre,
- une Période humide s'étalant sur 5 mois : de novembre à mars.

L'examen de diagramme Ombro-thermique de la station de Relizane (Figure N°8) montre que la courbe de température s'élève jusqu'au mois de juillet août pour s'abaisser ensuite, au cours de cette progression et régression de la température on peut noter les particularités suivantes :

- Un écart considérable entre les températures de juillet août et celles de janvier ou la différence atteint en moyenne 19 °C et même les dépasse largement certaines années ce qui traduit un climat continental marqué malgré la proximité de la mer méditerranéenne ;
- La courbe peut être divisée en quatre parties : d'abord deux paliers situés à l'opposé l'un de l'autre le premier chaud et c'est celui de juillet août avec des températures moyennes de 30.47°C et 30.34°C, Le second froid et c'est celui de décembre, janvier, février avec des températures moyennes de 12.14°C, 10,97°C, 12.11°C. Entre ces deux paliers deux courbes l'une ascendante et l'autre descendante avec une inclinaison bien marquée qui témoigne d'une évolution rapide de la température et par conséquent des saisons intermédiaires sensiblement écourtées. A première vue malgré que ces deux courbes paraissent symétriques il en faut cinq mois pour passer des 12.11°C de février aux 30.47°C en juillet avec un écart de 17,71°C alors qu'il en faut quatre mois pour passer des 29,33°C d'août au 11,53°C de décembre avec un écart de 18.36 °C et donc la chute est plus rapide que la montée ce qui veut dire que l'automne est plus réduit que le printemps.

Avec une température moyenne de 25,25°C au mois de septembre c'est encore l'été alors qu'avec une moyenne 14°C au mois de novembre c'est déjà l'hiver ce qui fait que l'automne se limite à presque un mois.

Concernant la courbe ascendante on remarque que la Température moyenne de mars est aux alentours de 14 °C ce qui veut dire que c'est encore l'hiver en contrepartie celle de juin est de 25°C c'est déjà l'été et donc le printemps n'a duré que deux mois avril mai.

En conclusion avec des températures moyennes annuelles de 19°C ; un été très chaud, un hiver tiède un automne très bref et un printemps de deux mois c'est purement un climat à caractère continental.

### III.2.2 Quotient pluviométrique et le climat-gramme d'EMBERGER

Pour classer le climat méditerranéen, (EMBERGER. 1955) a établi le quotient pluviométrique (Q) exprimé par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 \cdot P}{M - m}$$

Avec :

P : pluviométrie annuelle (mm),

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud .

m : moyenne des minima du mois le plus froid .

La station se situe à l'étage bioclimatique aride doux. (voir tableau N°7)

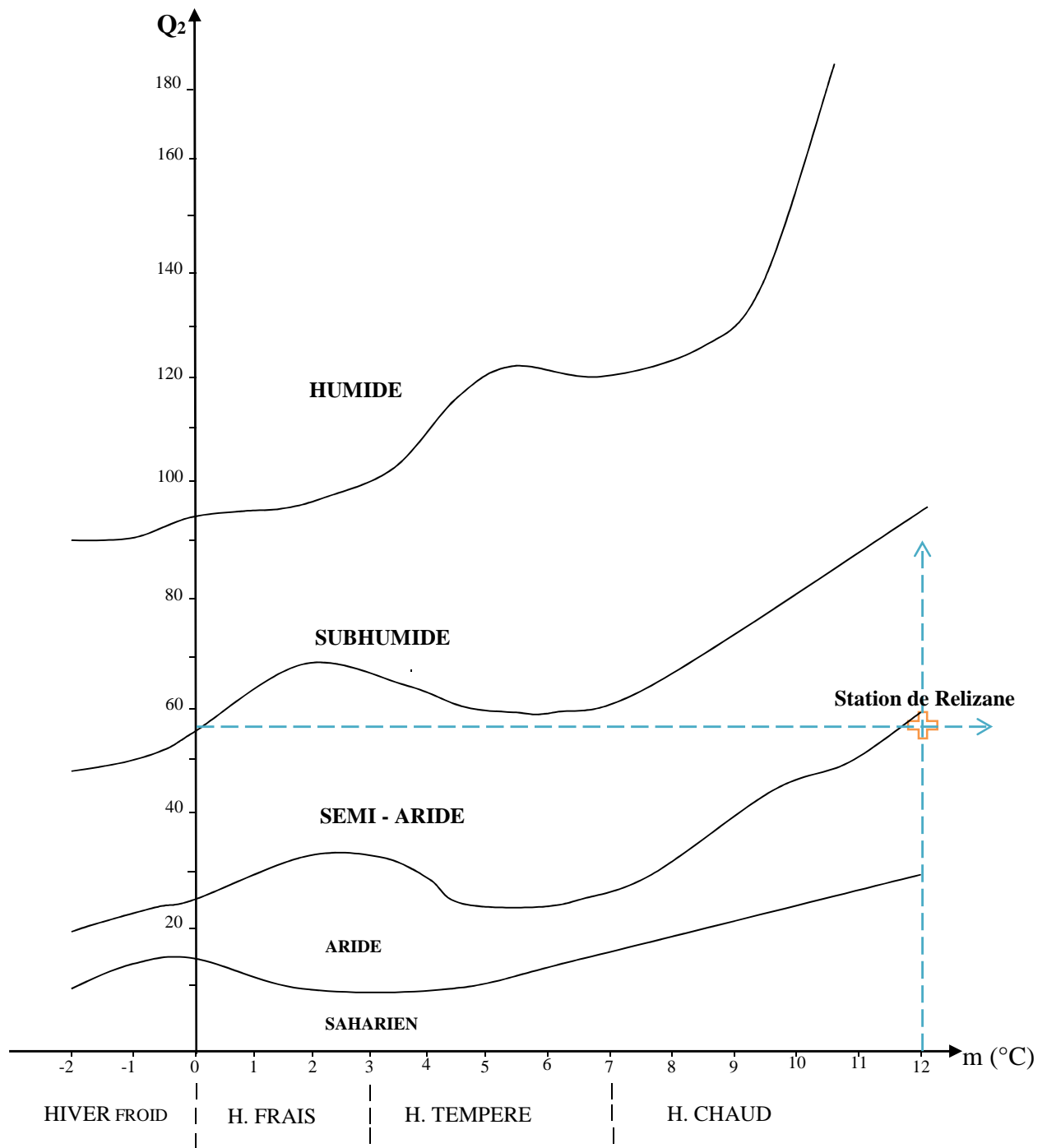
**Tableau N° 7 : Indice bioclimatique d'Emberger de la station de Relizane (2000-2016)**

P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q <sub>2</sub>	Étage bioclimatique
314.44	32.75	12.11	52.25	Semi-aride à Aride

(Source : DSA RELIZANE)

Le climat-gramme proposé par EMBERGER ,(Figure N°9), est constitué par la combinaison des valeurs de m, en abscisses et celle du Q<sub>2</sub> en ordonnées permet de situer les stations étudiées en fonction des étages climatiques établis sur le climat-gramme par l'auteur cependant il faut signaler que les limites de séparation entre les différents étages climatiques restent encore imprécises il ne s'agit pas de lignes au sens géométrique du mot ce sont des bandes de transition mixte établies par EMBERGER la ou des changement de végétation ont été observés . (EMBERGER. 1955)

**CLIMAGRAMME D'EMBERGER**



**Figure N°09: Climagramme d'Emberger**

### III.2.3 Indice d'aridité de De Martonne (1927)

L'indice d'aridité de De Martonne est donné par l'expression suivante :

$$B = \frac{P + J}{(T + 10)J_m} = 0.152$$

Où :

- $B$  : est l'indice d'aridité,
- $P$  : est précipitation annuelle en mm,
- $J$  : le nombre de jours de pluies,
- $J_m$  : le nombre de jours pluvieux dans la région ou la station est située,
- $T$  : est la température moyenne en °C.

L'abaque des indices d'aridité de De Martonne fait correspondre aux valeurs de la pluviométrie et de la température de la station, un climat aride et sec.

### III.2.4 Indice d'intensité de sécheresse.

L'humidité atmosphérique peut compenser, en un certain degré, l'absence ou la rareté des précipitations. L'intensité de la sécheresse du mois sec est définie comme le nombre de jours du mois que l'on peut considérer comme sec du point de vue biologique. Cet indice est donné par la formule de (BAGNOULS et GAUSSEN. 1955)

$$X_m = J_m - (J_p - J_{br}) + J_h$$

- $X_m$  : Indice d'intensité de sécheresse du mois considéré,
- $J_m$  : Nombre total des jours du mois,
- $J_p$  : Nombre de jours de pluie du mois considéré,
- $J_{br}$  : Nombre de jours de brouillard ou de rosée du mois,
- $J_h$  : L'état hygrométrique moyen de ce mois.

Au total, 320 jours par année moyenne sont biologiquement secs pour l'ensemble de l'année alors que les périodes les plus xériques sont les mois de juin, juillet, août et septembre. (voir tableau N°8)

**Tableau N°8 : moyennes mensuelles d'indice de sécheresse station de Relizane (1971-2012)**

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Nbre de jours	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Pluie	8.1	11.0	9.8	8.5	9.2	2.3	0.9	1.8	2.6	7.1	8.6	10.3	80.2
Brouillard	1.8	1.6	0.8	0.6	0.3	00	00	00	00	0.4	0.9	1.2	7.6
Gelée	2.4	0.6	0.1	00	00	00	00	00	00	00	1.2	1.3	5.6
Rosée	8.7	9.8	10.1	5.2	2.0	0.4	0.1	00	1.2	5.9	12.0	9.5	64.8
Orage	0.6	0.7	0.8	0.9	1.7	0.9	0.6	1.0	0.6	0.5	1.9	1.0	11.3
Neige	00	0.2	00	00	0.2	00	00	00	00	00	00	00	0.4
$X_m$	24.3	21.6	25.1	26.7	28.9	29.4	30.9	30.5	29.1	27.6	22.0	24.5	320

(Source : ONM Oran)

Le bassin versant de l'Oued Mina est soumis à une sécheresse estivale prononcée et souffre d'un déficit pluviométrique qui confère à l'irrigation un caractère obligatoire. Cette zone jouit d'un climat continental du fait de sa position en cuvette entourée de massifs montagneux. La zone d'étude est caractérisée par un climat aride avec une période sèche prolongée (six à sept mois) dans laquelle le siroco se fait sentir. Elle se caractérise aussi par la vitesse du vent qui malgré faible peut présenter une menace, vu le faible recouvrement végétal et qui expose le plateau au risque de l'évapotranspiration, ce qui nous obligera d'en faire part et d'en tenir compte pour ce qui est du type d'aménagement et du choix des cultures en exigences climatiques.

## IV. Etude socioéconomique

Les éléments de caractérisation développés ci-dessous illustrent bien une nette évolution de la population au niveau de la wilaya et la plaine de la Mina en particulier au cours des différentes périodes intercensitaires. Des changements sont enregistrés en termes :

- D'effectifs et de rythme d'accroissement ;
- De structure ;
- De répartition spatiale entre communes, entre population agglomérée et population éparse et entre agglomérations chefs-lieux et agglomérations secondaires.

### IV.1 Evolution de la population au cours des périodes intercensitaires

#### IV.1.1 Évolution de la population au cours de la période 1987/1998

Durant la période 1987 – 1998, le peuplement de la zone de Mina s'est accru à un rythme supérieur en se comparant à la moyenne wilaya pour la même période. Sa population est passée de 178525 habitants en 1987 à 233 139 habitants en 1998 soit un taux d'accroissement de 2,39%.

Dans la même période, la wilaya de Relizane a connu un accroissement inférieur à la moyenne nationale. La population 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%.

Ce rythme d'accroissement de la wilaya (inférieur à la moyenne nationale et de la zone d'étude) est lié probablement aux caractéristiques démographiques de la région Nord- Ouest (mode de vie influant sur le comportement démographique), conditionnées par les mutations socio-économiques et peut être lié également à la situation sécuritaire dans les zones montagneuses obligeant les populations à fuir pour gagner les zones les plus sécurisées (les plaines) (PATW. 2013).

#### IV.1.2 Évolution de la population au cours de la période 1998/2008

Au cours de cette décennie, l'évolution de la population a connu un ralentissement de l'augmentation du volume. L'apport n'a été que de 38 470 personnes soit un apport annuel de 3847 personnes par an contre un apport de 54614 personnes (soit un apport annuel 5416 personnes) pour la période précédente.

Le même rythme d'évolution a été enregistré au niveau de la wilaya et national.

Le taux d'accroissement moyen enregistré dans la plaine de la Mina à cette époque était de 1,58 % contre 1,24% pour la wilaya (inférieur toujours au taux national) ainsi qu'au taux précédent de la wilaya. A noter toutefois que l'écart en terme de rythme d'accroissement commence à se rétrécir entre la wilaya et le niveau national (PATW. 2013).

L'évolution constatée vers la baisse enregistrée au cours de la dernière décennie, montre qu'il y'a eu bien un changement dans le comportement démographique, à travers le recul de la natalité, de

l'indice de fécondité ainsi que le recul de la nuptialité (tableau N°9). D'autre part, les événements douloureux qu'ont connus les zones montagneuses au cours de la décennie noire incitant une partie de ces populations à émigrer vers d'autres régions ce qui a contribué à la baisse du taux d'accroissement.

La tendance à la baisse du taux d'accroissement au cours de la dernière décennie (1998 et 2008) est observée également sur presque toutes les communes de la zone d'étude et la wilaya.

**Tableau N°9 : Évolution de la population 1987/2008**

Périodes	RGPH 1987	RGPH 1998	RGPH 2008	Taux d'accroissement moyen annuel 1987/1998	Taux d'accroissement moyen annuel 1998/2008
Algérie	22 714 320	29 100 867	34 080 030	2,28 %	1,59 %
Wilaya de Relizane	545 061	642 204	726 180	1,50 %	1,24 %
Plaine de la Mina	<b>178 525</b>	<b>233 139</b>	<b>271 609</b>	<b>2,39 %</b>	<b>1,58 %</b>

Source : ONS 2013

## IV.2 Évolution de la population par commune

### IV.2.1 Évolution au cours de la période 87/98

L'évolution de la population par commune au cours de cette période a connu des taux d'accroissements différenciés avec un taux élevé de 4,9% au niveau de la commune d'El Matmar et un taux faible de 1,0 % au niveau de la commune Bendaoud.

Les taux d'accroissement enregistrés dans les différentes communes de la zone de plaine ne sont pas homogènes et reflètent dans beaucoup des cas une tendance à la récursivité dans certaines communes principalement rurales (tableau N°10).

La répartition des communes selon le critère « taux d'accroissement » fait apparaître trois groupes :

- Taux d'accroissement relativement moyens (entre 1 et 1,99%) : Ces taux sont proches du taux moyen de la wilaya. Ces taux sont enregistrés dans uniquement 2 communes de la wilaya. La commune de Bendaoud étant à la périphérie de Relizane alors que l'autre commune (Sidi Khatteb) est située au Nord de la wilaya.
- Taux d'accroissement relativement très élevés (2 et 2,99%) : ces taux ont été enregistrés dans 05 communes de la wilaya soit 42% des circonscriptions territoriales de la wilaya. Le chef-lieu de la wilaya est compris dans cette catégorie de communes. Ce sont généralement les communes situées sur les plaines et la partie Nord considérée comme pôle de développement.
- Taux d'accroissement relativement très élevé (3 et 5%) : ce taux a été enregistré dans la commune d'El Matmar.

Les fortes migrations rurales dues aux événements douloureux qu'a connus la wilaya surtout dans les zones Sud et Sud Est (montagnes d'Ouarsenis et de Beni Chougrane) ont provoqué des départs massifs vers les zones les plus sécurisées (les plaines). Ces dernières qui pouvaient offrir des conditions favorables de fixation de ces populations.

**Tableau N° 10: Taux d'accroissement de la population par commune 1987/1998**

Taux d'accroissement supérieur ou égal à 1% et inférieur à 2%	Taux d'accroissement supérieur ou égal à 2% et inférieur à 3%	Taux d'accroissement supérieur ou égal 3% et inférieur à 5%
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bendaoud</li> <li>• Sidi Khettab</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bellassel Bouzagza</li> <li>• Yellel</li> <li>• Oued El Djemaa</li> <li>• Sidi Saada</li> <li>• <b>Relizane</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Matmar</li> </ul>
02 Communes	05 Communes	01 Commune

#### IV.2.2 Évolution de la période 1998/2008

L'analyse du taux d'accroissement moyen par commune de cette période, met en évidence des tendances à la baisse sinon en diminution des taux d'accroissement de la population de la majorité des communes de la plaine de la Mina.

Cinq communes de la zone d'étude ont connu au cours de la période 1998/2008, un accroissement annuel situé entre 1,24% et 2,12% et qui ont enregistré les meilleurs taux d'accroissement de population de la wilaya (tableau N°11).

Les taux d'accroissement relativement moyen de population ont été enregistrés dans 03 communes de la plaine de la Mina (les taux varient entre 1,12 et 1,24%). Les communes ayant connu ces taux à l'instar de Sidi KHETTAB, Yellel et Oued El Djemaa, qu'ils sont situés au Nord et Ouest de la zone (PATW. 2013).

**Tableau N°11 : Taux d'accroissement de la population de la plaine de la Mina par commune 1998/2008**

Taux d'accroissement relativement élevés Supérieur à 1,24% et inférieur à 2,12%	Taux d'accroissement relativement moyen Supérieur à 1% et inférieur à 1,24%
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bendaoud</li> <li>• <b>Relizane</b></li> <li>• Bellassel Bouzagza</li> <li>• Sidi Saada</li> <li>• El Matmar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sidi Khettab</li> <li>• Yellel</li> <li>• Oued El Djemaa</li> </ul>
<b>05 communes</b>	<b>03 communes</b>

Les taux négatifs enregistrés durant cette période dans la wilaya ont touché sept (07) communes (un taux moyen de - 0,25) (tableau N°12).

Ces communes font partie de la chaîne montagneuse du Sud Est (massif de Ouarsenis) et qui ont connu durant la décennie noire, des situations difficiles obligeant les populations locales à fuir les lieux non sécurisés.

La tendance enregistrée durant cette dernière période intercensitaire (1998/2008) confirme une régression de la population dans la majorité des communes ainsi qu'une faible augmentation du volume de la population où le taux d'accroissement moyen de la plaine a connu une régression de 2,39 à 1,58 à l'exception de la commune de Bendaoud, ce qui confirme, une fois de plus, de nouveaux comportements démographiques et une probable émigration de la population vers d'autres lieux.

**Tableau N°12 : Evolution de la population par commune entre 1987 et 2008**

	Communes	Superficie Km <sup>2</sup>	Pop 1987	Pop 1998	Pop 2008	taux d'accroissement 1998/87	taux d'accroissement 2008/98
Plaine de la Mina	Relizane	110,47	83 864	111 186	130 094	2,60%	1,58%
	Bendaoued	115,53	13 029	14 560	17 953	1,00%	2,12%
	Oued El Djemaa	181,18	15 939	20 844	23 481	2,50%	1,20%
	El-Matmar	52,97	8 570	14 533	17 442	4,90%	1,84%
	Yellel	115,92	26 211	34 010	38 102	2,40%	1,14%
	Sidi Saada	73,24	11 082	14 479	17 558	2,50%	1,95%
	Belaassel Bouzagza	137,55	8 797	10 933	12 905	2,00%	1,67%
	Sidi Khatteb	181,85	11 033	12 594	14 074	1,20%	1,12%
	<b>Plaine de la Mina</b>	<b>968,71</b>	<b>178525</b>	<b>233139</b>	<b>271609</b>	<b>2,39%</b>	<b>1,58%</b>

Source : ONS 2013

#### IV.3 Analyse des résultats du RGPH 2008

Les résultats du recensement de 2008, mettent en évidence, la tendance à la baisse des taux d'accroissement de la population enregistrée au cours de la période précédente, sinon une décroissance de la population enregistrée dans la plupart des communes de la plaine et la wilaya en générale.

D'après les données du (**RGPH .2008**), le taux d'accroissement moyen au cours des deux périodes intercensitaire (**1987/1998- 1998/2008**), il est passé :

- Pour la zone de la Mina, de **2,39% à 1,58%**, soit un taux d'accroissement égal au taux national e et supérieur au taux de la wilaya enregistrée à cette période.
- Pour la wilaya, de **1,50 à 1,24%** ce taux reste inférieur au taux national enregistré à cette période, Cette situation peut s'expliquer par des exodes importants de la population vers d'autres wilayat ou ailleurs ainsi que par les nouveaux comportements démographiques (**PATW. 2013**).

#### IV.4. Répartition de la population par commune

##### IV.4.1 Répartition des densités de la population

L'évolution de la répartition spatiale de la population de la zone d'étude à travers les périodes intercensitaires (1987,1998 et 2008) révèle une augmentation moyenne de la densité de population qui est dépassée de 184 habitants/km<sup>2</sup> en 1987 à 280 habitants/km<sup>2</sup> en 2008, cette densité est supérieure par rapport à celles enregistrées dans la même période pour la wilaya (113 habitants/km<sup>2</sup> en 1987 à 150 habitants/km<sup>2</sup> en 2008). Soit un accroissement moyen annuel de 1,38%. Concernant la densité totale de populations de la zone d'étude, elle est très forte avec 280 habitants au km<sup>2</sup> (tableau N°13).

La répartition de la densité par commune est assez nuancée :

- Elle devient assez faible au niveau de la partie Nord de la Mina (Belacel et Sidi Khattab) avec 77 et 94 habitant au km<sup>2</sup> ;
- La moyenne est enregistrée au niveau des communes d'Oued Djemaa et Bendaoud avec une densité comprise entre 130 et 155 habitants au km<sup>2</sup>.
- Elles sont très fortes dans la partie Ouest de la zone au niveau des communes Matmar, Yellel et Sidi Saada avec 240 et 329 habitants au km<sup>2</sup>
- La densité la plus forte est enregistrée au niveau de la commune de Relizane (chef-lieu de la wilaya) avec 1178 habitants au km<sup>2</sup>.

**Tableau N°13 : Répartition des densités de population**

	Communes	Superficie Km <sup>2</sup>	Pop. 1987	Pop. 1998	Pop. 2008	Densité 1987	Densité 1998	Densité 2008
Plaine de la Mina	Relizane	110,47	83 864	111 186	130092	759	1006	1178
	Bendaoued	115,53	13 029	14 560	17953	113	126	155
	Oued El Djemaa	181,18	15 939	20 844	23480	88	115	130
	El-Matmar	52,97	8 570	14 533	17442	162	274	329
	Yellel	115,92	26 211	34 010	38101	226	293	329
	Sidi Saada	73,24	11 082	14 479	17558	151	198	240
	Belaassel Bouzagza	137,55	8 797	10 933	12905	64	79	94
	Sidi Khatteb	181,85	11 033	12 594	14074	61	69	77
	<b>Plaine de la Mina</b>	<b>968,71</b>	<b>178525</b>	<b>233139</b>	<b>271605</b>	<b>184</b>	<b>241</b>	<b>280</b>

Source : ONS 2013

##### IV.4.2 Répartition de la population par type de dispersion

La répartition spatiale de la population dans la wilaya selon la dispersion (ACL, AS et population éparsé) traitée à travers les RGPH (1987,1998 et 2008) fait ressortir ce qui suit (tableau N°14 et tableau N°15) :

**Tableau N° 14 : Évolution de la population selon la dispersion**

	Pop.1987	Pop. 1998	Pop. 2008
<b>Pop totale de la wilaya</b>	544877	642206	726183
<b>Pop ACL</b>	223923	367409	432387
<b>% Pop ACL</b>	41,1%	57,2%	59,5%
<b>Pop AS</b>	32087	56793	99916
<b>% Pop AS</b>	5,9%	8,8%	13,8%
<b>Pop totale agglomérée</b>	256010	424202	532303
<b>% pop agglo</b>	47,0%	66,1%	73,3%
<b>Pop éparsé</b>	288867	218004	193880
<b>% pop éparsé</b>	53,0%	33,9%	26,7%

**ACL** : Agglomération Chef-Lieu

**AS** : Agglomération Secondaire

**ZE** : Zone Eparsé

Source : ONS 2013

**Tableau N° 15 : Répartition de la population par dispersion (RGPH .2008)**

	Communes	Sup. (Km <sup>2</sup> )	Pop. RGPH 2008	Dispersion		
				ACL	AS	ZE
<b>Plaine de la Mina</b>	Relizane	110,47	130 094	109 689	17 582	2 823
	Bendaoued	115,53	17 953	13 565	1 628	2 760
	Oued El Djemaa	181,18	23 481	10 555	2 837	10 089
	El-Matmar	52,97	17 442	13 468	1 679	2 295
	Yellel	115,92	38 102	12 471	6 517	19 114
	Sidi Saada	73,24	17 558	1 701	0	15 857
	Belaassel Bouzagza	137,55	12 905	3 725	3 520	5 660
	Sidi Khatteb	181,85	14 074	2 551	1 668	9 855
	<b>Plaine de la Mina</b>	<b>968,71</b>	<b>271 609</b>	<b>167 725</b>	<b>35 431</b>	<b>68 453</b>

Source : ONS 2013

La wilaya de Relizane a vu sa population agglomérée s'accroître au cours de ces 3 dernières périodes intercensitaires pour devenir majoritaire à partir du **(RGPH .2008)**.

La part de la population des zones agglomérées qui ne cesse d'augmenter à chaque période intercensitaire était de 47 % en 1987, puis à 66,1%, et au dernier recensement de 2008 elle a atteint 73,3%. Ce taux est révélateur d'un regroupement de la population autour des centres urbains grâce aux différents plans et investissements réalisés en matière d'habitat.

La configuration de l'espace en particulier celui des plaines contribue largement à la diffusion de l'habitat regroupé à l'inverse de celui montagnoux et où il est difficile de construire plusieurs habitations regroupées sur de espaces difficilement urbanisables.

La tendance observée est au regroupement de la population dans des zones agglomérées situées sur les plaines et des couloirs et pôles d'importance économique.

La population éparsé qui était majoritaire lors du **(RGPH .2008)** avec un effectif de 288 867 habitants soit 53% de la population totale, a connu un déclin au cours de ces vingt dernières années

pour atteindre 193 880 personnes soit 26,7% de la population totale. Le déclin de la population éparsée peut s'expliquer selon diverses raisons dont les plus importantes :

- Tendances au regroupement des populations en zones urbaines
- La situation sécuritaire lors de la décennie noire a accentué l'exode des populations vivant dans les zones rurales et éparsées.

Dans l'ensemble de la Wilaya, l'évolution de la population agglomérée qui n'a cessé de s'accroître au cours des trois dernières périodes intercensitaires, a connu une évolution vers l'accroissement avec l'apparition quoique timide des Agglomérations secondaires (AS) et qui ont vu leur taux passer de près de 6% en 1987 à près de 14% en 2008.

#### IV.5 La population rurale

La population rurale est définie par rapport au statut de l'agglomération ainsi que la proportion d'actifs agricoles au niveau de chaque commune.

Ainsi plus de 36 % de la population de la plaine de la Mina ont été classés comme étant ruraux par le recensement général de la population et de l'habitat de 2008. Cette population rurale est représentée par commune comme suit : 100 % pour les communes de Sidi Khatteb, Belaassel Bouzagza et Sidi Saada, 73 % pour Yellel, 56% pour Oued El Djemaa, moins de 25% pour Bendaoud et El-Matmar et 02 % pour la commune de Relizane (tableau N°16).

Cette situation montre à première vue la priorité à accorder aux programmes de développement qui seront inscrits en termes de développement rural par zone.

**Tableau N°16 : Répartition de la population rurale**

	Commune / Régions agricoles	Totale	Rurale	% rurale	Totale Active	Active agricole	% act.agr par rapport au total
Plaine de la Mina	Relizane	130092	2857	2%	40322	3134	8%
	Bendaoued	17953	4520	25%	5622	1285	23%
	Oued El Djemaa	23480	13116	56%	7492	5532	74%
	El-Matmar	17442	4075	23%	5362	2704	50%
	Yellel	38101	27821	73%	11165	6830	61%
	Sidi Saada	17558	17558	100%	5420	1963	36%
	Belaassel Bouzagza	12905	12905	100%	4210	2129	51%
	Sidi Khatteb	14074	14074	100%	4362	2208	51%
	<b>Plaine de la Mina</b>	<b>271605</b>	<b>96926</b>	<b>36%</b>	<b>83955</b>	<b>25785</b>	<b>31%</b>

Source : ONS 2013

#### IV.6 Structure de la population par catégorie d'âge

La structure de la population selon l'âge et le sexe de la wilaya de Relizane et la zone d'étude présente presque les mêmes similitudes que celles observées au niveau national (tableau N°17).

La structure de la population selon l'âge, dans la zone d'étude et même la wilaya met en évidence des indicateurs significatifs d'une population relativement jeune et où la tranche des moins de 20 ans touche près de 40% de la population totale.

La tranche comprise entre 15 et 59 ans concerne 65% de la population de la plaine et la wilaya qui représente la population active théorique, ce qui explique l'importance de la forte demande d'emploi. Cette situation observée durant cette dernière décennie dans la wilaya de Relizane présente des similitudes de comportement démographiques enregistrées au niveau national, marquées, par des changements au niveau des indices démographiques comme le recul de la natalité, l'indice de fécondité qui est de 2,3% (PATW.2013).

**Tableau N°17 : Répartition de la population par grands groupes d'âge (RGPH 2008)**

Groupe d'âge	plaine Mina		Wilaya de Relizane		Algérie	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
moins de 5 ans	26 475	9,75%	70 784	10%	3 404 918	10%
moins de 25 ans	75 489	27,79%	201 829	28%	9 552 068	28%
moins de 20 ans	106 045	39,04%	283 523	39%	13 187 238	39%
de 15 - 59 ans	177 552	65,37%	474 708	65%	21 961 862	64%
plus de 60 ans	18 568	6,84%	49 277	7%	2 531 129	7%
TOT POP	271 609		726 180		34 080 030	

Source : ONS 2013

#### IV.7 Caractéristiques économiques

La wilaya de Relizane qui connaît actuellement une phase de transition en matière de démographie se traduisant par une jeunesse de sa population, dont la tranche d'âge représentant la population active âgée de 15 – 60 ans a atteint 65 %, soit légèrement supérieure à la moyenne nationale, ce qui implique des besoins sans cesse croissant en terme d'emplois. Ceci nous renseigne sur l'importance de l'enjeu économique, non seulement pour la création de l'emploi, mais également pour repositionner la wilaya dans la carte économique de la région dans un objectif de préparer ce territoire à l'attractivité.

##### IV.7.1 La vie économique

L'économie principale de la wilaya de Relizane est générée, en grande partie, par les activités agricoles et le secteur agro-alimentaire. La wilaya de Relizane dispose de deux zones industrielles. La première à Relizane et la seconde à Oued Rhiou. Pour ce qui concerne les zones d'activités, on enregistre une dizaine à travers les différentes communes de la wilaya. Les principales activités industrielles sont : le complexe de production de robinetterie sanitaire d'Oued Rhiou, le complexe laitier de Sidi Saada, la manufacture d'articles de bonneterie et l'usine de production de conserves

alimentaires à Relizane, l'extraction, traitement et conditionnement du sel à Oued Djemaa, les moulins de Relizane (semoulerie) à Relizane, la fabrication des canaux en béton à Oued Rhiou.

Dans la wilaya de Relizane, l'économie hors agriculture se présente comme suit :

- Nombre de PME 518
- Nombre de TPE 3 699
- Nombre unités artisanales 1 643
- Nombre de marchés réglementés 16
- Nombre d'activités manufacturières 1 107

#### IV.7.2 L'activité agricole

La superficie agricole totale (SAT) de la wilaya est de 297 387 ha dont 281 875 Ha de SAU, soit 57,8% de la superficie totale de la wilaya. Ces indicateurs nous renseignent sur la vocation agricole par excellence. Elle occupe la 12<sup>ème</sup> place au niveau national avec 3,36% de la SAU nationale et 1,80% de la superficie irriguée.

Pour la zone d'étude, la SAT est de 71 298 ha dont 68 022 ha de SAU (soit 95% de SAT et 70% de la superficie de la zone), elle représente 22% de la superficie utile agricole de la wilaya et près de 50% (12 776 ha) de la superficie irriguée, Les principales productions agricoles sont illustrées dans le tableau suivant :

**Tableau N°18 : Classement national de la wilaya**

Spécifications	Rang au niveau national
Artichaut	1
Petits Pois	4
Agrumes	6
Olives	6

Source : MADR 2013

Comme le montre le tableau ci-dessus, pour les cultures de plein champ, ce sont les artichauts et les petits pois qui constituent la production de référence de cette wilaya. La culture d'artichaut est conduite en irriguée alors que les petits pois sont travaillés en sec. La production de melons est également importante dans cette région.

Pour l'arboriculture, Relizane est connue pour sa production d'olives et d'agrumes. Ces deux cultures occupent la majeure partie des terres sur les Grands Périmètres d'Irrigation (GPI).

La superficie irriguée globale au titre de la campagne 2012/2013 est de l'ordre de 25 930 ha dont 12 000 ha dans les 02 GPI (la Mina et le Bas Cheliff) et 13 930 ha dans la Petite et Moyenne Hydraulique (PMH), plus de 12 900 ha sont irrigués dans la plaine de Mina.

L'emploi agricole est de l'ordre de 70 000 emplois permanents pour la campagne 2012/2013. En 2005, il représentait 61 000 emplois permanents, soit une augmentation de 15% sur 5 campagnes.

#### IV.7.2.1 Les grandes zones agricoles

La wilaya de Relizane se divise en quatre régions agricoles à savoir : (tableau N°19).

- **Le massif de l'Ouarsenis** couvrant 47% du territoire de la wilaya avec 22% de la population (156 136 hbts) et une SAU de 120 600 ha soit un ratio de 0,77ha/hbt

Cependant avec la pratique d'un assolement biennal, chaque année, près de 50% de la SAU est laissée en jachère,

- **Le massif des Béni Chougrane** occupe 10% de l'espace où vivent 4% de la population (30 254 hbts) et une SAU de 28 568 ha soit un ratio de 0.94ha/hbts. Une région, où on pratique un assolement céréale – Jachère

- **Les monts du Dahra** occupent 9% du territoire et 14% de la population (103528 hbts) et une SAU de 21 731 ha soit un ratio de 0.21ha/hbts. Cette région développe une agriculture plus intensive que les deux massifs du sud avec une polyculture céréales – fourrages – arboriculture – viticulture.

- **La zone de plaine du Cheliff (La plaine de la Mina et du bas Chélif)** couvre 34% du territoire avec cependant 60% de la population (436 264 hbts) et une SAU de 110996 ha soit un ratio de 0.25 ha/hbt. Une grande part de la SAU de cette zone (80 000 ha) est réservée aux cultures herbacées alors que seulement 12 000 ha sont affectés pour les cultures pérennes. La pratique de la jachère représente moins de 17% de la SAU.

La SAU de plaine de Mina est 68 022 ha soit 60% de la zone de plaine du Cheliff, avec une population de (271605 hbts) soit un ratio de 0.25 ha/hbt. Seulement une superficie de 12 905 ha est irriguée au titre de la campagne d'irrigation 2012/2013 soit un ratio de 0,18 ha/hbt.

Compte tenu des paysages cités précédemment nous pouvons distinguer deux types d'agriculture :

- Une agriculture intensive au niveau de la plaine et du Dahra de basses montagnes
- Une agriculture extensive au reste du territoire.

**Tableau N°19 : Répartition générale des terres**

	Commune / Régions agricoles	Superficie totale wilaya (ha)	Surfaces Agricoles Utiles (S.A.U)		Pacages et Parcours	Terres Improductives	Surfaces Agricoles Totales (SAT)
			Total	Dont irriguée			
Plaine de la Mina	Relizane	11047	8537	2148	400	144	9 081
	Bendaoued	11553	7211	1128	59	200	7 470
	Oued El Djemaa	18118	14450	1891	335	300	15 085
	El-Matmar	5297	4977	1484	100	100	5 177
	Yellel	11592	9824	3954	222	100	10 146
	Sidi Saada	7324	6593	551	26	140	6 759
	Belaassel Bouzagza	13755	6722	1050	60	250	7 032
	Sidi Khatteb	18185	9708	700	140	700	10 548
	<b>Plaine de la Mina</b>	<b>96871</b>	<b>68022</b>	<b>12 905</b>	<b>1342</b>	<b>1934</b>	<b>71 298</b>

#### IV.7.2.2 Exploitations agricoles

Le Recensement Général de l'Agriculture (**RG.A .2001**), nous renseigne sur la structure foncière du secteur agricole. Avec près de 27 000 exploitations pour les 281 550 ha de SAU, la taille moyenne des exploitations agricoles est d'une dizaine hectares.

Dans la zone d'étude, les terres du secteur privé représentent 82% des exploitations et elles occupent plus de **62%** de la SAU, en deuxième position, les terres dites "EAI/EAC (Exploitation Agricole Individuelle et Collective) représentent 09 % des exploitations et près de **34%** des terres. Ainsi à eux deux, ces deux statuts fonciers représentent 91% des exploitations et 96% des terres ((tableau N°20 et figure N°10).

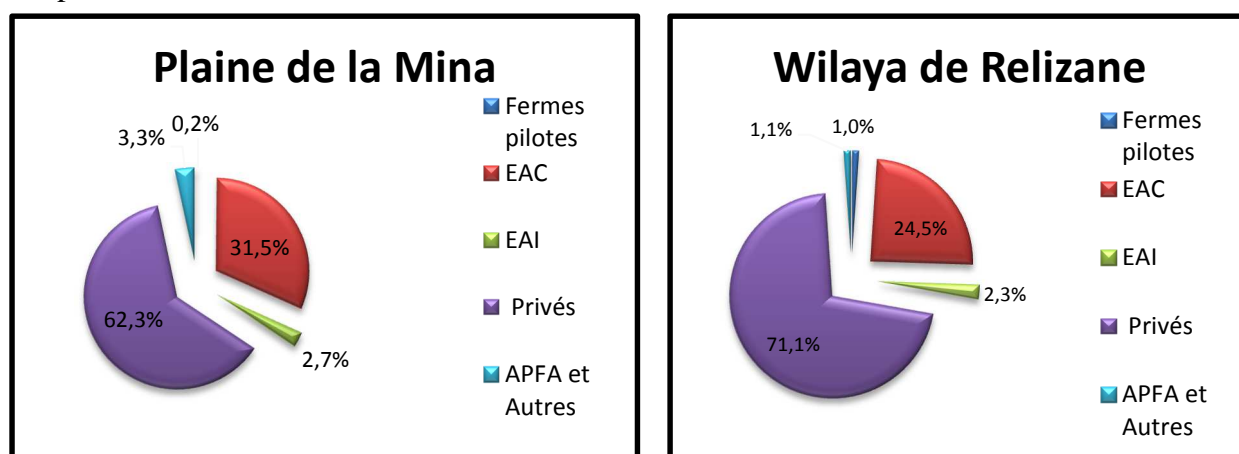
La concession et l'accession propriété foncière agricole (APFA) sont relatives aux extensions de mise en valeur, réalisées depuis les années quatre-vingt suite aux directives des autorités publiques. Pour la concession, deux périmètres de mise en valeur par la concession à savoir Beni Kethir (commune de Yellel) et Ouled Yala (commune de Sidi Saada) ont été créés dans le cadre du programme de la Générale de la Concession Agricole (GCA) pour une superficie attribuée de 588 ha pour 37 bénéficiaires. Les terres attribuées dans le cadre de l'APFA pour une superficie de 1675 ha et propriétaires sont réparties comme suit : périmètres de Messaadia et Ndjlil dans la commune de Belhacel, périmètre de GAA de Sidi Khattab et périmètre de Ndjlil de la commune d'El Matmar.

**Tableau N°20 : Répartition des exploitations agricoles**

	Commune / Régions agricoles	Exploitations collectives		Exploitations individuelles		Exploitations Privées		APFA et Autres		Fermes pilotes		Total	
		Nbre	Sup. (Ha)	Nbre	Sup. (Ha)	Nbre	Sup. (Ha)	Nbre	Sup. (Ha)	Nbre	Sup. (Ha)	Nbre	Sup. (Ha)
Plaine de la Mina	Relizane	113	3772	51	353	645	4412	6	0	0	0	815	8537
	Bendaoued	31	1018	3	32	786	6161	4	0	0	0	824	7211
	Oued El Djemaa	105	3283	32	238	1517	10929	90	0	0	0	1744	14450
	El-Matmar	40	2006	28	174	356	1363	314	1316	1	118	739	4977
	Yellel	58	2799	20	95	1442	6794	35	136	0	0	1555	9824
	Sidi Saada	19	1015	17	109	1104	5419	20	50	0	0	1160	6593
	Belaassel Bouzagza	75	3689	75	657	466	1650	187	726	0	0	803	6722
	Sidi Khatteb	55	3866	23	168	540	5639	63	35	0	0	681	9708
	<b>Plaine de la Mina</b>	<b>496</b>	<b>21448</b>	<b>249</b>	<b>1826</b>	<b>6856</b>	<b>42367</b>	<b>719</b>	<b>2263</b>	<b>1</b>	<b>118</b>	<b>8321</b>	<b>68022</b>

Source : DSA – Relizane

La plaine de la Mina qui regroupe 08 communes, dénombre 8321 exploitations agricoles avec une superficie de 68 022 ha.

**Figure N°10 : Répartition des terres agricoles par nature juridique**

#### IV.7.3 Les moyens techniques - Mécanisation

La surface moyenne des exploitations et la production intensive et semi intensive, exigent les besoins en machines agricoles. L'entretien des cultures est basé sur l'utilisation d'outils mécaniques.

Cependant, il existe à la plaine plus de 800 tracteurs de différents types (à roue, à chenille et mini), une moyenne de 01 tracteur pour 80 ha (tableau N°21). Ces derniers ne suffisent pas à couvrir les exploitations agricoles pour réaliser le labour et la préparation du sol.

D'autre contrainte de la mécanisation c'est le nombre faible de moissonneuse batteuse (59 unités) et qui ne couvrent pas la moisson battage d'une superficie emblavée de 32 702 hectares en céréales toute espèces confondues.

L'autre tâche mécanisée est le pompage de l'eau à travers les forages. On utilise généralement, des pompes immergées, grâce à la disponibilité de l'énergie électrique.

**Tableau N°21: Répartition du matériel agricole**

Communes	Répartition du matériel agricole							
	Tracteur à roues	Tracteur à chenilles	Mini tracteurs	Charrues	Remorques	Moissonneuses batteuses	Machines faucheuses	Pompes immergées
Relizane	91	15	2	85	72	13	23	39
Bendaoued	63	5	0	69	45	3	19	21
Oued El Djemaa	174	7	2	63	98	17	45	53
El-Matmar	48	12	2	31	25	0	7	126
Yellel	129	8	5	306	73	0	18	836
Sidi Saada	58	1	1	75	26	4	6	47
Belaassel Bouzagza	79	5	0	58	47	10	29	138
Sidi Khatteb	121	6	0	86	67	12	34	125
<b>Plaine de la Mina</b>	<b>763</b>	<b>59</b>	<b>12</b>	<b>773</b>	<b>453</b>	<b>59</b>	<b>181</b>	<b>1385</b>

Source : DSA – Relizane

#### IV.8 Les cultures pratiquées

Les cultures pratiquées dans la plaine de Mina sont diverses, souvent associées à l'élevage. Les principales spéculations sont l'arboriculture fruitière, le maraîchage, les céréales et les cultures fourragères ; l'élevage concerne les ovins, les caprins, les bovins et petits élevages comme l'aviculture et l'apiculture et cuniculture.

##### IV.8.1 Les cultures herbacées

###### IV.8.1.1 Les céréales

Avec 32 702 hectares emblavés au titre de la campagne (2012-2013), les céréales représentent 50 % de la SAU, en l'an 2000 la superficie n'a guère dépassé les 20 milles ha (tableau N°22). Ces dernières ont tendance à progresser en remplaçant les superficies arboricoles (vergers d'agrumes) dans le grand périmètre irrigué (GPI) de la Mina à cause de la sécheresse qui persiste dans l'Ouest Algérien à partir de l'année 2012 influe sur le remplissage du barrage de Saada qui irrigue le GPI et l'augmentation de la salinité des points d'eau obligeant les agriculteurs à pratiquer céréaliculture pluviale.

Les spéculations les plus pratiquées sont le blé pour la consommation locale et l'orge pour l'alimentation du bétail. Les rendements enregistrés demeurent encore faibles et ne dépassent que rarement les 15 quintaux à l'hectare à l'exception quelques exploitations céréalières disposant des ressources hydriques (GPI) et qui pratiquant l'irrigation d'appoint dans la période critique pour

améliorer la productivité de la culture et que les rendements peuvent atteindre les 50 qx/ha comme les communes de Sidi Saada, Oued Djemaa et Sidi Khatteb.

#### **IV.8.1.2 Les légumes secs**

Ce groupe de spéculations intéresse peu les exploitants. Les superficies qui lui sont consacrées ne dépassent rarement les 100 ha. Ce sont surtout les pois secs, les fèves et à un degré moindre les haricots.

D'une manière générale la production des légumes secs reste très faible. Ceci est dû d'une part à la faible surface cultivée et aux rendements peu élevés en raison de mauvaises conduites des techniques culturales d'autre part. (tableau N°22)

De par leur intérêt agronomique (fertilisation azotée des sols) et leur valeur nutritive, les légumineuses méritent de conquérir de nouvelles superficies à l'intercalaire des vergers arboricoles pour augmenter les productions.

#### **IV.8.1.3 Les cultures fourragères**

Elles sont généralement cultivées en sec. Le déficit en eau exclue toute possibilité ou tentative d'intensification de ces cultures en irrigué. Elles représentent actuellement près de 20 % de l'occupation de la SAU. Ce sont surtout l'avoine, la luzerne et l'association vesce – avoine qui sont les plus pratiquées. (tableau N°22)

#### **IV.8.1.4 Les cultures maraîchères**

Les cultures maraîchères de plein champ sont conduites en totalité en irrigué et qui occupent à peine 12 % de la SAU actuelle. Elles sont concentrées dans la totalité de la zone de plaine surtout à l'intérieur du grand périmètre irrigué.

Le maraîchage de plein champ est caractérisé par la prédominance de la culture de pomme de terre de saison et arrière-saison (35 %) de la superficie consacrée aux cultures maraîchères. D'autres cultures à savoir l'artichaut (blanc d'Oran et Violet d'Alger) où les sols sont convenables à cette culture, les cultures de l'oignon, l'ail, la carotte et la tomate de plein champ sont aussi cultivées.

Les cultures de melon et de pastèque ont une grande importance dans la zone.

Les cultures protégées sont concentrées essentiellement au niveau de la partie Nord et Nord-Ouest de la plaine (Yellel, Sidi Saada et Sidi Khattab) où ces communes sont favorables pour l'implantation des serres. Elles occupent actuellement plus de 20 hectares. Les spéculations les plus pratiquées sont les tomates, les poivrons, les piments et les concombres. (tableau N°22)

**Tableau N°22 : Répartition des productions des cultures herbacées**

	Commune / Régions agricoles	Céréales		Légumes Secs		Maraîchages		Fourrages	
		Sup Emblavées (ha)	Prod. (qx)	Sup. (ha)	Prod. (qx)	Sup. (ha)	Prod. (qx)	Sup. (ha)	Prod. (qx)
Plaine de la Mina	Relizane	4 899	96 470	0	0	526	97 300	904	33 000
	Bendaoud	2 749	54 100	0	0	451	83 550	1 650	60 200
	El Matmar	2 399	38 500	0	0	483	89 400	1 047	38 200
	Oued El Djemaa	7 748	148 130	0	0	1302	241 050	1 578	57 600
	Sidi Khettab	4 299	71 400	0	0	512	94 795	1 608	58 700
	Bellassel Bouzagza	3 939	68 330	0	0	304	56 330	1 322	48 250
	Yellel	3 899	60 150	0	0	2013	372 570	2 735	99 804
	Sidi Saada	2 770	42 975	30	192	1573	291 235	2 657	96 951
	<b>Plaine de la Mina</b>	<b>32 702</b>	<b>580 055</b>	<b>30</b>	<b>192</b>	<b>7164</b>	<b>1326 230</b>	<b>13 501</b>	<b>49 2705</b>

Source : DSA – Relizane

#### IV.8.1.5 Les cultures pérennes

Les cultures pérennes par leur rôle fixateur des sols. Elles représentent près de 13 % de la SAU, alors que plus de 30 % des terres s'y prêtent à abriter de telles spéculations.

L'arboriculture pratiquée conduite en irrigué constitue surtout d'agrumes et d'olivier et de noyau et pèpin. Cependant, elle connaît ces dernières années une augmentation spectaculaire grâce aux différents programmes d'appui et aux progrès de l'irrigation.

L'occupation du sol n'est pas homogène et diffère d'une commune à une autre. C'est ainsi qu'au niveau de la zone trois communes détiennent plus de 65% des plantations arboricoles de la zone. Il s'agit des communes de Relizane, Oued Djemaa et Yellel où près de 30 % de la superficie est planté.

L'agrumes et l'olivier, arbres caractéristiques de la Mina représente plus de 84 % de la superficie des plantations arboricole (tableau N°23). Les rendements sont satisfaisants en raison de pratiques culturales et l'irrigation surtout ces dernières années où les quotas d'eau alloués pour le GPI sont augmentés. Les rendements oscillent autour de 180 à 230 qx par hectare pour les agrumes et 40 à 50 qx pour l'olivier.

Les noyaux et pèpins avec une superficie de plus de 1000 ha dominés par l'abricotier, le pommier et le grenadier. Elle est concentrée dans la majorité des communes, Relizane, Oued Djemaa et Yellel en particulier.

Pour sa part la vigne occupe près de 68 hectares et concerne essentiellement les communes de Sidi Khattab et Yellel. La préférence est beaucoup plus accordée au raisin de table.

**Tableau N°23 : Répartition des cultures et des productions des cultures pérennes**

	Commune / Régions agricoles	Agrumes		Oliviers		Figuiers		Viticulture		Arbres Fruitiers Divers	
		Sup. (ha)	Prod. (qx)	Sup. (ha)	Prod. (qx)	Sup. (ha)	Prod. (qx)	Sup. (ha)	Prod. (qx)	Sup. (ha)	Prod. (qx)
Plaine de la Mina	Relizane	1 276	314 500	500	33558	8	700	0	0	244	26 880
	Bendaoued	106	28 200	240	9588	26	1 300	0	0	47	5 127
	El-Matmar	202	41 290	254	11617	5	150	0	0	84	9 218
	Oued El Djemaa	1 051	232 526	277	16226	3	200	0	0	171	20 809
	Yellel	502	120 200	1 180	32238	11	1 200	24	1 720	404	62 978
	Sidi Saada	63	16 500	70	19054	11	60	5	72	115	12 056
	Belaassel Bouzagza	212	52 868	434	29724	17	2 000	3	0	101	6 861
	Sidi Khatteb	127	4 760	141	9558	36	4 300	36	2 867	40	1 868
	<b>Plaine de la Mina</b>	<b>3 539</b>	<b>810 844</b>	<b>3 096</b>	<b>161563</b>	<b>117</b>	<b>9 910</b>	<b>68</b>	<b>4 659</b>	<b>1 206</b>	<b>145 797</b>

Source : DSA – Relizane

**IV.8.2 Les productions animales**

La wilaya de Relizane enregistre près de 2% du cheptel bovin national estimé à 1.6 million de têtes et elle se classe à la 18<sup>ème</sup> place par rapport aux 48 wilayas du pays. Le cheptel est concentré dans la plaine avec 56% des effectifs, 24 % (7510 têtes) seulement dans la plaine de la Mina (tableau N°24).

**Tableau N°24 : Effectif de grands élevages et petits élevages**

Communes	Cheptel (têtes)							Petits élevages		
	Bovins	Dont vaches laitières	Ovins	Dont brebis	Caprins	Dont chèvres	Equin	Poulets de chaires	Poules pondeuses	Apiculture (Ruches)
Relizane	1 374	997	17 858	7 610	205	94	275	106 875	11 815	1 472
Bendaoued	613	380	13 416	4 247	256	139	450	662 625	254 769	221
Oued El Djemaa	876	319	20 780	7 698	418	228	360	35 625	0	1 631
El-Matmar	741	436	6 249	3 761	353	250	107	71 250	11 815	54
Yellel	790	210	9 588	5 203	395	249	510	111 488	17 723	82
Sidi Saada	784	245	8 486	4 618	318	195	421	344 375	0	57
Belaassel Bouzagza	1 182	887	14 244	13 272	596	488	205	95 000	66 462	224
Sidi Khatteb	1 150	873	15 583	11 857	708	610	196	106 875	34 462	354
<b>Plaine de la Mina</b>	<b>7 510</b>	<b>4 347</b>	<b>106 204</b>	<b>58 266</b>	<b>3 249</b>	<b>2 253</b>	<b>2 524</b>	<b>1534 113</b>	<b>397 046</b>	<b>4 095</b>

Pour l'ovin, également, la wilaya se classe à la 20<sup>ème</sup> place avec près de 2% avec également 60% des effectifs dans la plaine.

L'élevage est devenu au fil des années une activité qui structure le monde rural de la plaine grâce au programme de développement rural et de réhabilitation des infrastructures de l'élevage d'une

part et l'accompagnement financier et technique de l'élevage mais son importance n'a pas atteint le niveau de celui de la région agro-pastorale.

- L'élevage ovin reste dominant. Enregistre cependant une augmentation significative par rapport aux années précédentes 106.204 têtes (tableau N°25)
- L'élevage bovin suit apparemment le même essor, en comptant 7510 têtes.
- L'aviculture et l'apiculture restent des activités à développer, compte tenu des conditions du milieu (les vergers arboricoles...etc.), l'accompagnement technique et financier et de leur rôle dans le développement rural.

Les bases économiques de la plaine de la Mina se cristallisent actuellement autour de l'activité agricole et de l'élevage (agropastoralisme) comme leviers principaux de développement rural local créateur d'emplois.

**Tableau N°25 : les productions animales**

	Communes	Viandes Rouges (qx)	Viandes Blanches (qx)	Lait (unité:1000 L)	Œufs	Miel (qx)	Laine (qx)
Plaine de la Mina	Relizane	1 420	4 200	2 248	4 845	24	174
	Bendaoued	1 435	15 910	1 387	24 855	12	151
	Oued El Djemaa	2 309	1 920	1 416	0	27	200
	El-Matmar	1 720	695	1 638	4 305	10	211
	Yellel	1 700	2 595	1 107	8 630	11	130
	Sidi Saada	1 720	5 440	1 726	6 700	16	134
	Belaassel Bouzagza	3 470	2 630	3 966	16 480	11	183
	Sidi Khatteb	3 610	5 455	3 219	7 250	14	178
	<b>Plaine de la Mina</b>	<b>17 384</b>	<b>38 845</b>	<b>16 707</b>	<b>73 065</b>	<b>125</b>	<b>1 361</b>

Source : DSA – Relizane

#### IV.8.3 Les activités hydro-agricoles

L'activité hydro-agricole est une vocation naturellement dévolue à la wilaya de Relizane en générale et en grands périmètres irrigués en particulier compte tenu des caractéristiques naturelles (sol et eau) et les spécificités suivantes :

- L'existence d'un barrage en exploitation dont la capacité totale est de 250 Hm<sup>3</sup>.
- L'existence d'un périmètre d'irrigation équipé dont la superficie avoisine 17.235 ha.
- La disponibilité de la sole irrigable de 25.000 ha y compris la petite et moyenne hydraulique (PMH) représente plus de 36% de la SAU (68 022 ha).

#### IV.8.4 Périmètre d'irrigation de la Mina

Le grand périmètre d'irrigation de la Mina est considéré comme un des plus anciens périmètres en Algérie. Il a été créé par arrêté du 1er Avril 1943 son aménagement a été effectué entre la période 1936-1944 et d'une superficie classée de 13.647 ha. Une phase d'aménagement et extension du périmètre a été entamée de 1985 à 1989 avec la réalisation des canaux d'adduction et l'extension d'une superficie de 1.025 ha. Entre 2003 et 2007 le périmètre a été réaménagé jusqu'à atteindre ainsi une superficie équipée de 17.235 ha

Ce périmètre est localisé dans sa totalité dans la wilaya de Relizane traversant ainsi les communes de Sidi M'hamed. Benaouda, Relizane, Oued Djemaa, Ben Daoud, Relizane, Yellel et Belhacel.

Le périmètre est alimenté à partir du barrage de Sidi M'hamed Benaouda d'une capacité théorique de 250 Hm<sup>3</sup> avec un volume utile de 153 Hm<sup>3</sup> et de douze forages d'irrigation réalisés dans le cadre du programme d'urgence 2005 à 2006 d'un débit varie entre 7 à 18 L/S. La superficie équipée et irrigables est de l'ordre de 17.235 ha

Le périmètre est composé de canaux principaux appelés adducteurs répartis comme suit :

- Canal tronc commun : 5,500 Km avec canal, tunnel, aqueduc Mina.
- Canal principal rive droite (CPRD) : 35,00 Km composé de siphon Mina, Khelloug.
- Canal principal rive gauche (CPRG) : 29,00 Km composé de siphon Mellah.

Il est équipé aussi de divers ouvrages de régulations à savoir :

- Partiteur principal
- Bassin canal de 1,5 km de longueur
- Quinze (15) ouvrages dissipateurs d'énergie
- Une station de pompage et 12 forages d'irrigation

Le périmètre est partagé en 10 secteurs équipés de canaux et conduites d'irrigation de différents diamètres avec des équipements hydromécaniques (prises, vannes, modules) d'un linéaire total de 182 km de périmètre réaménagé et 257 km de périmètre extension.

La superficie irriguée en GPI au titre de la campagne agricole 2012/2013 est de l'ordre de 5.110 ha sur une superficie équipée et irrigable de 17.235 ha. Durant cette campagne d'irrigation, un volume d'eau de 35 Hm<sup>3</sup> a été mobilisé à partir du barrage existant. Plus de 60 % de la sole irriguée se localise dans la commune de Relizane et d'Oued Djemaa.

Vu l'insuffisance de la ressource en eau et les quotas d'eau alloués annuels pour le périmètre, la superficie irriguée reste faible par rapport au potentiel irrigable.

**Petite et moyenne hydraulique** : la superficie irrigable à partir des puits, forages, sources et fil de l'eau dans la plaine de la Mina est de l'ordre de 9.000 ha. Au titre de la campagne d'irrigation

2012/2013, la PMH représente 60 % de la superficie irriguée développée globale de la wilaya (12.905 ha) avec une superficie de 7.795 ha irrigués à partir des ouvrages de mobilisation existants (tableau N°26).

**Tableau N°26 : Ouvrages de mobilisation des ressources hydriques pour la PMH**

	Forage		Puits		Sources		Fil de l'eau		Sup (ha)
	Nbre	Sup (ha)	Nbre	Sup (ha)	Nbre	Sup (ha)	Nbre	Sup (ha)	
Relizane	67	210	524	310	0	0	0	0	<b>520</b>
Bendaoud	13	45	200	118	0	0	0	0	<b>163</b>
O.Djemaa	13	110	48	190	0	0	0	0	<b>300</b>
El Matmar	5	230	22	440	0	0	0	0	<b>670</b>
Yellel	12	500	41	3 372	0	0	0	0	<b>3 872</b>
S.Saada	16	62	232	491	1	12	1	10	<b>575</b>
Belhacel	15	195	170	780	1	10	1	10	<b>995</b>
S.Khettab	18	162	138	538	0	0	0	0	<b>700</b>
<b>total Mina</b>	<b>159</b>	<b>1 514</b>	<b>1 375</b>	<b>6 239</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>7 795</b>

Source : DSA – Relizane

#### IV.8.5 Cultures irriguées – modes d'irrigation

La répartition des cultures irriguées présentée dans le tableau ci-dessous (tableau N°27) montre que les cultures pérennes qui occupent la part la plus importante des terres irriguées de la plaine avec 8558 ha, soit 66 % de la sole irriguée dominée par les agrumes et les oliviers ; arrive en seconde position le maraîchage près de 33 % soit 4233 ha dominé par l'artichaut et la pomme de terre. Les autres spéculations (céréales et fourrages) ne représentent que 114 ha.

En sus de la contrainte liée à l'eau, la pratique du système d'irrigation traditionnelle non contrôlée (gravitaire) dans le plaine reste dominante avec 9876 ha soit 76% contre 2522 ha en aspersion et 507 ha en système localisée malgré les efforts consentis dans le cadre de FNRDA, les agriculteurs restent réticents à toute innovation, ce qui entraîne une perte en eau considérable, mais aussi un manque à gagner pour l'extension de la superficie irriguée.

**Tableau N° 27: répartition des superficies irriguées par spéculation et mode d'irrigation**

	Spéculation (ha)				Mode d'irrigation (ha)			SUP. totale
	maraîchage	Arboriculture	céréales	Fourrages	Gravitaire	Aspersion	Localisée	
Relizane	384	1 740	0	24	1 799	303	46	<b>2 148</b>
Bendaoud	262	848	0	18	1 066	36	26	<b>1 128</b>
O.Djemaa	202	1 655	0	34	1 636	202	53	<b>1 891</b>
El Matmar	294	1 190	0	0	1 300	145	39	<b>1 484</b>
Yellel	1 868	2 085	0	0	2 767	1 128	58	<b>3 953</b>
S.Saada	336	185	30	0	291	232	28	<b>551</b>
Belhacel	505	545	0	0	937	86	27	<b>1 050</b>
S.Khettab	382	310	8	0	80	390	230	<b>700</b>
<b>Total Mina</b>	<b>4 233</b>	<b>8 558</b>	<b>38</b>	<b>76</b>	<b>9 876</b>	<b>2 522</b>	<b>507</b>	<b>12 905</b>

Source : DSA – Relizane

## Conclusion de la première partie

Durant les trois dernières décennies, les plaines du bassin versant de l'Oued Chélif ( la Mina et le Bas Chélif) ont été touchées par les décisions de l'Etat qui a tenté de modifier sa politique de développement, ceci a mis ces plaines en état de transformation, dont le taux de la population a augmenté en provoquant des soucis plus importants tel que les besoins de consommation, d'emploi, et de logement, ce dernier a bien touché cette espace environnemental et ses agrosystèmes en diminuant la superficie de ses terres les plus fertiles ainsi que la pollution des endroits qui utilisent ses ressources naturelles.

À ce fait on a choisi pour faire nos études la plaine de la Mina qui s'intègre dans un espace qui est en pleine mutation vis à vis de son milieu physique, son aspect démographique et économique tout en agissant sur ses agrosystèmes.

Notre espace d'étude a une grande vocation céréalière et arboricole qui s'étend sur les hautes et moyennes plaines, on sites parmi elles la plaine du bas Chélif et celle de la Mine qui présentent les terres les plus fertiles et les périmètres irrigués les plus importants dans cette région. La plaine de la Mina rentre dans l'aire administrative de la Wilaya de Relizane ce qui nous a menés à présenter cette Wilaya pour la description des caractéristiques du milieu physique dans cette région. Les terres de notre zone d'étude sont pour la plupart à vocation agropastoral et l'agriculture 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 1119751ha.

Le climat est un des composants du milieu physique. C'est un facteur essentiel du développement des plantes, de la formation et de l'évolution des sols. Le bassin versant de l'Oued Mina est soumis à une sécheresse estivale prononcée et souffre d'un déficit pluviométrique qui confère à l'irrigation un caractère obligatoire. Cette zone jouit d'un climat continental du fait de sa position en cuvette entourée de massifs montagneux. La zone d'étude est caractérisée par un climat aride avec une période sèche prolongée (six à sept mois) dans laquelle le siroco se fait sentir. Elle se caractérise aussi par la vitesse du vent qui malgré faible peut présenter une menace, vu le faible recouvrement végétal et qui expose le plateau au risque de l'évapotranspiration, ce qui obligera d'en faire part et d'en tenir compte pour ce qui est du choix des cultures en exigences climatiques.

La croissance urbaine en Algérie se développe d'une manière brutale, elle se poursuit à l'heure actuelle à un rythme élevé. Cette évolution complexe des sites à l'étalement de la ville réagit sur le paysage urbain, à la fois sur le plan architectural, les types d'habitat, et sur l'organisation du tissu.

L'urbanisation a fait un saut étonnant au cours de ces dernières années, non seulement en fonction de l'accroissement de la population urbaine, mais aussi en raison de délaissement des habitations rurales, cette dernière a touché toutes les villes algérienne, ainsi que leurs communes, ces dernières ont connu une évolution accélérée du tissu urbain,

Dans cette étude on va développer une méthodologie, basée sur l'intégration des images satellitaires et de données cartographiques dans un système d'information géographique (SIG) pour l'identification et la cartographie des extensions urbaines sur les terres agricoles dans la plaine de la Mina.

## **PARTIE II**

# **INTÉGRATION DES DONNES ET TRAITEMENTS, MÉTHODOLOGIE ET APPLICATIONS, RÉSULTATS ET DISCUSSIONS**

**CHAPITRE I**  
**SIG ET TÉLÉDÉTECTION,**  
**OUTILS D'ÉTUDE DES AGROSYSTEMES**  
**(OUTILS ET MOYENS DE TRAITEMENT)**

## **Introduction**

Depuis les trente dernières années, une puissante technologie a rapidement changé la vie des gens et la façon de voir les quartiers, les villages et les villes. Cette technologie se nomme Système d'Information Géographique (SIG), l'outil de base utilisé pour cartographier et analyser plusieurs phénomènes et événements.

Les systèmes d'informations géographiques sont présents dans la majorité des organismes gérant des données localisées (localités locales, administrations, etc.). Ils sont devenus des outils de gestion, de planification et d'aide à la décision indispensables auxquels on dédie de plus en plus de traitements. **(PANTAZIS D. 1996)**

Les SIG permettent plusieurs opérations communes avec des bases de données, tel que questionner, faire un rapport et analyser les données avec une visualisation unique et une approche géographique à l'aide de cartes. Les SIG changent la façon dont les organismes dirigent l'information, d'une analyse de base vers une solution corporative et à travers l'Internet. **(LBATH A. 1997)**

### **I. Les systèmes d'informations géographiques (SIG)**

#### **I. 1. Définitions**

De nombreuses définitions apparaissent dans la littérature pour les SIG, mais souvent incomplètes, car ne présentant qu'un des aspects des SIG. Selon les définitions du petit Larousse : « *Un système est une combinaison d'éléments réunis de manière à former un ensemble* ».

Une information est un « élément de connaissance susceptible d'être codé pour être conservé, traité ou communiqué ».

Plusieurs aspects sont donc sous-jacents à la notion de SIG :

L'information qui est la donnée; le géographique, qui qualifie cette information, en la supposant localisée dans l'espace; Le système qui sous-entend que cette information est organisée au sein d'un système informatique. Toutefois cette description purement structurelle ne permet pas de cerner clairement la notion de SIG en particulier par rapport aux systèmes de cartographie automatique, en effet :

La carte est la représentation conventionnelle de la répartition dans l'espace de phénomènes concrets ou abstrait.

La cartographie est l'ensemble des opérations d'élaboration, de dessin et d'édition des cartes. La cartographie automatique est la cartographie assistée par ordinateur, faisant appel aux techniques informatiques. Alors, après les différentes définitions présentées, un SIG peut être défini comme :

Un ensemble de données numériques, localisées géographiquement et structurées à l'intérieur d'un système de traitement informatique comprenant des modules fonctionnels permettant de

construire, de modifier, d'interroger, de représenter sous forme de carte, la base de données, selon des critères sémantiques et spatiaux. (4)

## I. 2. L'information géographique

Une adresse, un lieu, un plan, une carte : sont les exemples les plus significatifs. Mais l'information géographique n'est pas limitée à des lieux et à des cartes, des informations portant sur la population, les cultures, l'environnement, sont de nature géographique aussi.

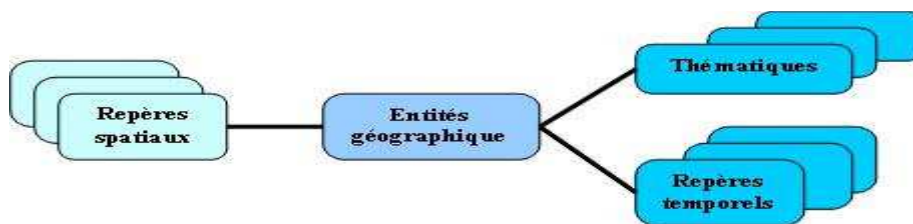
L'information géographique est définie comme un processus cognitif (acquisition interprétation/raisonnement, expression) guidé par des contextes et des usages s'appliquant à des observations portées sur des entités localisées dans un espace géographique, afin d'en restreindre les interprétations possibles (donner un sens).

Cette définition générale, met en avant les notions d'observation, d'entité localisée et d'espace géographique qu'il est nécessaire de préciser pour définir avec précision l'information géographique.

**(LAURINI R. 1993)**

L'espace géographique est un espace « physique ou géométrique » dans lequel il est possible de réaliser des observations. Ces observations sont liées à l'espace géographique et caractérisent les différents composants de cet espace : les entités géographiques. **(BERNARD L. 1995)**

Les entités géographiques peuvent être de nature très différentes : des objets tangibles (une habitation, un village, une route,...) ou immatériels (la ligne aérienne, la limite administrative, une zone d'influence économique,...). L'association de l'entité géographique et de l'espace géographique qui la contient est essentielle. En effet, hors de son contexte d'utilisation, il est difficile, voire impossible, de définir le rôle d'une entité géographique. **(BOUCH G. 1998)** (Tableau N°28)



**Figure N°11 : Une donnée géographique est constituée d'une entité géographique et d'un ensemble d'observations relatives à certains repères**

Le concept d'information géographique se rapporte ainsi aux propriétés géométriques topologiques des entités manipulées. Les propriétés géométriques concernent les références à la position, à la forme et à la taille de ces entités, tandis que les propriétés topologiques concernent les relations de voisinage, les composantes structurales, les jonctions et les connexions entre les entités. (Figure N°11)

Dans la plupart des contextes, l'information géographique est représentée en tant qu'outil supportant une activité.

Tableau N°28 : La définition d'une entité géographique

Une entité géographique=	- <b>Une forme ou représentation localisée.</b> Elle conservera la position ainsi que la liste des objets géométriques qui représentent l'entité. Cela comporte un type (ex : polygone) plus une localisation.
	<b>De la sémantique :</b> un nom des propriétés et attributs modélisant les caractéristiques de l'entité du monde réel qui est représenté.
	<b>Des relations spatiales :</b> avec les autres entités et notamment des relations topologiques.

### I. 3. Les composants de l'information géographique :

a) **La représentation graphique :** Toute information géographique doit être sous l'une des formes suivantes :

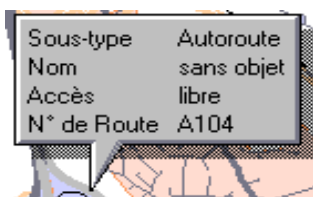
- **Ponctuelle :** c'est la représentation la plus simple.
- **Linéaire :** c'est une jointure de deux point au minimum.
- **Surfacique :** c'est la représentation la plus complexe, elle est définie par une ou plusieurs lignes en joignant trois point au minimum.

Ces trois formes sont décrites généralement par des **coordonnées géographiques** (elles sont mesurées sur un ellipsoïde de référence), et des **coordonnées cartésiennes** (la localisation est rapportée à un plan de référence qui représente un ellipsoïde au moyen d'une correspondance mathématique).

b) **La représentation non graphique :** c'est toutes les données alphabétiques, alphanumériques et numériques qui offrent une description sémantique à un objet localisé (*exemple* : adresse et numéro de section cadastrale ou nom d'un propriétaire).

c) **La représentation topologique :** elle peut être définie comme étant une modélisation de l'information graphique d'une carte, c'est-à-dire le mode de stockage des entités graphiques, plus les relations existant entre ces entités. Cette topologie est stockée sous forme de fichiers dans la base de données topologiques. (**BENDIAF B. 2005**)

### I. 4. Questions de base auxquelles un SIG doit pouvoir répondre



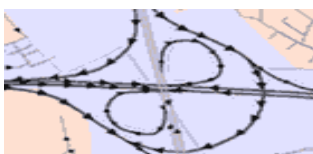
**Où ?** Où cet objet, ce phénomène se trouve-t-il ?

Plus généralement, où se trouvent tous les objets d'un même type ? Cette interrogation permet de mettre en évidence la répartition spatiale d'un objet.



**Quoi ?** Que trouve-t-on à cet endroit ?

Il s'agit de mettre en évidence tous les objets ou phénomènes présents sur un territoire donné.



**Comment ?** Quelles relations existent ou non entre les objets et les phénomènes ?

C'est la problématique de l'analyse spatiale.



**Quand ?** A quel moment des changements sont intervenus ?

Quels sont l'âge et l'évolution de tel objet ou phénomène ?

C'est la problématique de l'analyse temporelle.

Depuis quand cette bretelle est-elle en service ?



Si l'autoroute s'élargi, quelles sont les populations qui risquent d'être le plus touchées (population à moins de 300 mètres de l'autoroute) ?

**Et si ?** Que se passerait-il si tel scénario d'évolution se produisait ?

Quelles conséquences affecteraient les objets ou phénomènes concernés du fait de leur localisation ?

### I. 5. Types de données :

Les couches d'information peuvent être présentées sous la forme de données géographiques qui vont représenter la forme d'éléments se situant dans l'espace. (Figure N°12) Les données représentent plus de 60% coût du SIG (MATHERON P. 1994). On différencie ainsi les données vectorielles et les données raster.

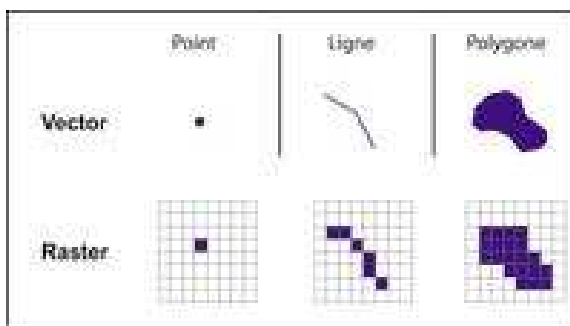


Figure N° 12: Les types de données géographiques dans un SIG

**a. Les données vectorielles:**

Dans ce type de données, le point avec ses coordonnées est le porteur de l'information géométrique. Les lignes et les surfaces se comprennent comme une suite définie de points caractéristiques. Les données vectorielles sont la plupart du temps le résultat de la numérisation manuelle ou semi-automatique. De façon générale, dans les données vectorielles on distingue les points, les lignes et les surfaces qui sont toujours représentés en couches différentes. (Figure N°13)

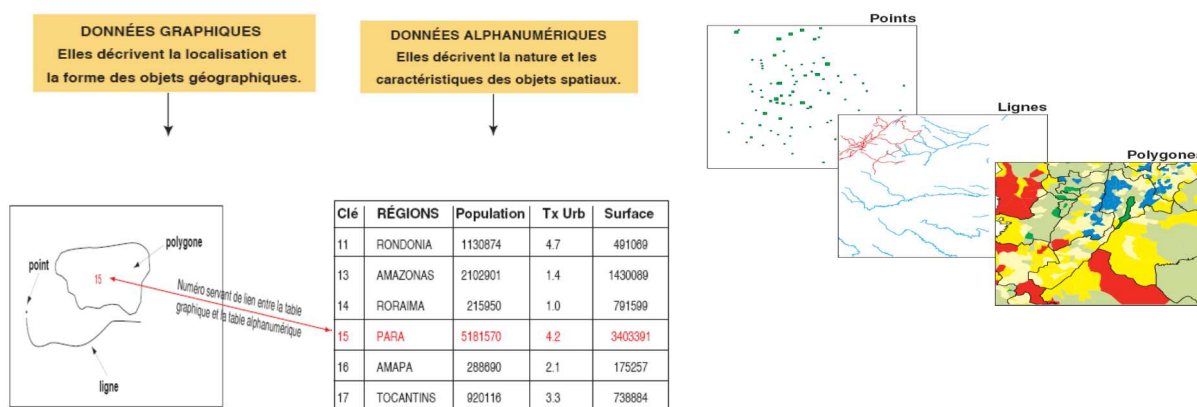


Figure N° 13 : Les données Vecteurs

**b. Les données raster :**

Les données raster ont comme élément essentiel le pixel (picture element). La réalité est décomposée en une grille régulière et rectangulaire, organisée en lignes et en colonnes, chaque maille de cette grille ayant une intensité de gris ou une couleur. Les données raster proviennent soit d'une scénarisation (d'une carte), soit d'une image numérique telle que les images satellites. Les pixels sont répartis dans un raster de façon régulière. (Figure N°14)

La juxtaposition des points recrée l'apparence visuelle du plan et de chaque information. Une forêt sera "représentée" par un ensemble de points d'intensité identique. (BORDES G. 1997)

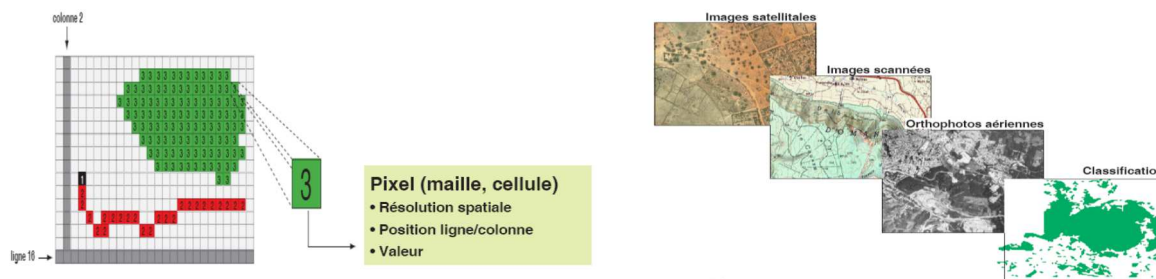


Figure N° 14 : Les données Raster

Avantages et inconvénients de chaque mode :

Tableau N°29: Avantages et inconvénients des deux modes Raster et Vecteur

	Mode Raster	Mode Vecteur
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure de données très simple</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonne représentation de la structure</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superposition et combinaison des données très aisée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacité de données</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse spatiale aisée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologie complètement décrite par la liste des relations</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie relativement bon marché et en plein développement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Représentation graphique précise, extraction, mise à jour, et génération des graphiques et des attributs.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il est plus facile d'écrire des programmes pour traiter des données</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beaucoup moins de mémoire requise</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèle assurant une meilleure compatibilité avec les données maillées telles que images satellitaires numériques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité de représenter la carte dans sa résolution initiale.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilleure compatibilité avec certaines sorties du type traceurs à jet d'encre ou terminaux graphiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité de représentation d'attributs multiples</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gros volume de données</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure de données complexe</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taille des mailles dépendants du phénomènes à étudier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combinaison, superposition, très difficile à réaliser car chaque cellule est différente.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspect visuel médiocre des documents</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie chère car elle est de haute précision graphique</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requier beaucoup de mémoire pour des bases de données contenant beaucoup d'attributs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse spatiale coûteuse en temps de calcul</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficultés à représenter exactement les lignes (lignes topographiques, route chemins de fer, etc) à moins que la taille de la cellule soit petite.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les fonctions spatiales d'analyses sont beaucoup plus complexes</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessité de disposer d'un dispositif de conversion vecteur raster pour intégrer des données vecteurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certaines données de variables continues (ex :altitude, images satellitaires) ne peuvent être représentées sans traitement ou discrétisation.</li> </ul>

### I. 7. Fonctionnalités des SIG

Un SIG répond à 5 fonctionnalités (les 5 A) : (Figure N°15)

**Abstraire** revient à concevoir un modèle qui organise les données par composants géométriques et par attributs descriptifs ainsi qu'à établir des relations entre les objets.

**Acquérir** revient à alimenter le SIG en données. Les fonctions d'acquisition consistent à entrer d'une part la forme des objets géographiques et d'autre part leurs attributs et relations.

**Archiver** consiste à transférer les données de l'espace de travail vers l'espace d'archivage

**Analyser** permet de répondre aux questions que l'on se pose.

**Afficher** pour produire des cartes de façon automatique, pour percevoir les relations spatiales entre les objets, pour visualiser les données sur les écrans des ordinateurs.

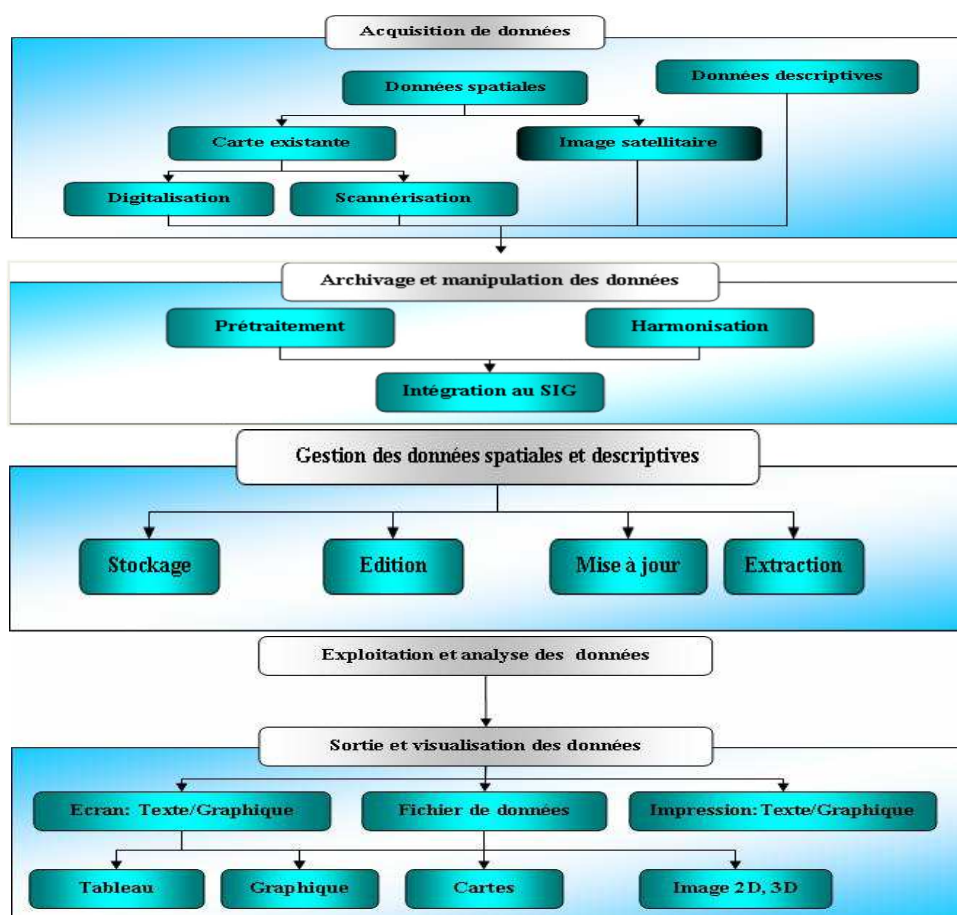


Figure N° 15 : Schématisation des fonctionnalités d'un SIG

### I. 8. Les domaines d'application des SIG

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés. Citons cependant :

- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)
- Marketing (localisation des clients, analyse du site)
- Planification urbaine (cadastre, voirie, réseaux assainissement)
- Protection civile (gestion et prévention des catastrophes)

- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)
- Agronomie
- Hydrologie
- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture)
- Géologie (prospection minière)
- Biologie (études du déplacement des populations animales)

## II. La Télédétection

"...Les hommes ont depuis toujours recherchés des points d'observation situés au-dessus du paysage pour avoir une vue sur les terrains alentour. Ces points panoramiques permettaient d'avoir une "vision d'oiseau" des alentours, et les gens pouvaient examiner et interpréter ce qu'ils observaient ..." (ARONOFF, 1989). Une modalité similaire de collecte d'informations est utilisée dans la technique appelée "télédétection". Ces techniques sont largement utilisées pour interpréter les traits de paysages aptes à changer avec le temps et comprenant souvent des zones inaccessibles, la technique s'étant avérée, dans ces conditions, être un moyen très rentable d'acquisition d'information.

### II. 1. Qu'est-ce que la télédétection ?

La télédétection se rapporte à la détection d'objets par l'intermédiaire d'ondes électromagnétiques. La télédétection englobe : le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information. L'observation de la surface terrestre par télédétection a débuté historiquement avec les premières photographies aériennes. Mais ce sont les instruments satellitaires qui ont réellement permis son étude systématique. Il existe deux types de télédétection : la télédétection passive et la télédétection active. Dans le cas de la télédétection active, un émetteur irradie la surface observée, le récepteur enregistre la luminance rétrodiffusée. Cette luminance est le résultat de multiples interactions avec les éléments de la surface observée et de l'atmosphère. Le cas qui nous intéresse est celui de la télédétection passive, les sources de radiation sont naturelles. Il s'agit donc du soleil, de la terre et de l'atmosphère. La source première est le rayonnement solaire, le récepteur mesure la lumière émise ou réfléchi par la surface terrestre (Figure n°16)

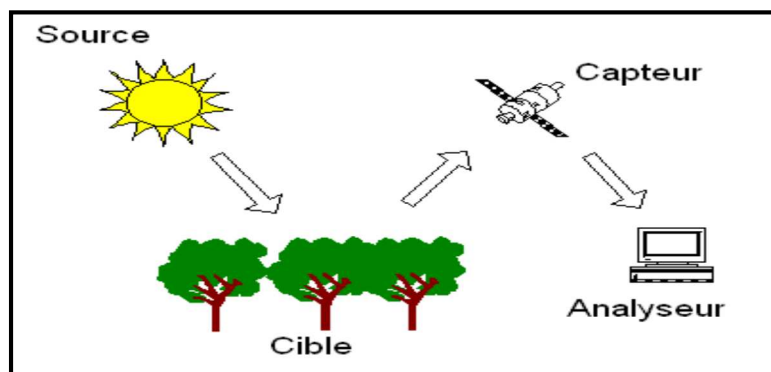


Figure N°16 : Procédure de la télédétection

## II. 2. Bibliographie

Les données de télédétection sont fréquemment utilisées pour étudier des thèmes dans de divers domaines tel que l'environnement (écosystème et biodiversité), l'agronomie (suivi des agrosystèmes, observation de l'irrigation...), les paysages et la géographie de la population, plus particulièrement des espaces urbains et périurbains hétérogènes et fragmentés. Plusieurs études ont été faites dont on peut citer :

**(RODES I. 2016) Thèse** : Estimation de l'occupation des sols à grande échelle pour l'exploitation d'images d'observation de la Terre à hautes résolutions spatiale, spectrale et temporelle. **(GORRAB A. 2016) Thèse** : Développement et validation de méthodologies pour le suivi des états de surface des sols agricoles nus par télédétection radar. **(FERLICOQ M. 2016) Thèse** : Comparaison pour les agroécosystèmes des contributions biogéochimiques et biophysiques au forçage radiatif net : Identification de leviers d'atténuation aux changements climatiques. **(CHAHBI A. 2015) Thèse** : Prévission du rendement des céréales à partir des mesures de télédétection spatiale. **(MERGUILLIL Y. 2015) Thèse** : Modélisation 3D du transfert radiatif pour simuler les images et données de spectroradiomètres et Lidars satellites et aéroportés de couverts végétaux et urbains. **(CESCHIA E. 2013) HDR** : Effets des conditions environnementales et des pratiques culturelles sur les flux et bilans d'eau, de carbone et de gaz à effet de serre des agroécosystèmes. **(DELOGU E. 2013) Thèse** : Modélisation de la respiration du sol dans les agroécosystèmes. **(IDBRAIM S. 2009) Thèse** : Méthode d'extraction de l'information spatiale et de classification en imagerie de télédétection, application à la cartographie thématique de la région d'Agadir (Maroc). **(GONZALEZ S. 2008) Thèse** : Suivi de la végétation par télédétection optique et suivi radar. Application aux régions agricoles. **(BENHADJ I. 2008) Thèse** : Observation spatiale de l'irrigation d'agrosystèmes semi-arides et Gestion durable de la ressource en eau en plaine de Marrakech.

Nous citerons des travaux dans le domaine de l'urbanisme, **(EMMA Georgina Zoro)** : analyse comparative de deux milieux urbains à partir de la télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG). **(CHALABI K et al, 1999)** la cartographie de la densité urbaine par la morphologie mathématique. Dans les régions africaines nous citerons le travail de recherche fait par **(COURET D et al, 1999)** sur la dynamique du bâti dans le périmètre du grand Abidjan. **(DONNAY J et al, 1999)** : l'apport de la haute résolution dans l'étude des phénomènes urbains. Ainsi que le travail de recherche qui a été fait par **(COLLET C et al, 1999)** : les démarches de délimitation de l'enveloppe urbaine. Tous ces travaux ont utilisé les données de la télédétection pour la caractérisation de l'espace urbain.

## II. 3. Apport de la télédétection

Pour notre travail, le phénomène d'artificialisation connaît un essor considérable. La ville, considérée comme « l'avenir de l'homme » (**WEBER. 1995**) suscite l'attention et pousse à la réflexion. De nombreuses disciplines se sont proposées d'analyser ce phénomène. La connaissance de l'espace urbanisé et son impact sur l'agriculture prétend l'identification des relations existantes entre les différentes composantes : socio-spatiales et ou spatio-temporelles. Pour se fait nous nous sommes basé sur la télédétection qui s'avère le meilleur outil d'étude des causes et des conséquences de l'artificialisation tout en déterminant les interactions entre les composantes des deux espaces rural et urbain.

Dans ce contexte l'image satellitaire est une donnée qui permet la représentation de l'espace étudié comme elle représente un nouveau mode d'investigation tout à fait intéressant. En effet, les images satellitaires sont de plus en plus utilisées, plus particulièrement dans le domaine de la recherche malgré le coût élevé des scènes, et de la complexité des traitements nécessaires pour l'extraction d'information. Néanmoins, l'imagerie satellitaire offre de nombreux avantages, les uns les plus significatifs est la reproduction, l'exhaustivité et la répétitivité, de ce qui est visible sur la surface de la terre.

L'utilisation des images satellite en milieu urbain est relativement récent et coïncide avec l'apparition de la haute résolution spatiale des satellites d'observation de la terre. En effet les performances techniques des capteurs (LandSat7 ETM+, le sentinel1, 2 et 3 et SPOT4, 5) a permis l'acquisition de données à des échelles importantes (1/10 000 - 1/20 000) qui est très utile pour la détection et l'étude de la tache urbaine. Notamment en terme d'analyse spatio-temporelle des évolutions diachroniques urbaines.

Les images satellitaires sont donc considérées différemment, selon les besoins et l'échelle d'analyse. Leurs utilisations sont nombreuses en fonction de l'approche mise en place et du sujet à traiter sans négligé l'importance de son intégration aux systèmes d'informations géographiques.

Les systèmes informatiques dédiés à la télédétection permettent de réaliser des mesures sur les images digitales, et à très grande vitesse (presque en temps réel) en vue d'analyser des phénomènes qui ne pourraient pas être suivis d'une autre manière (**ARONOFF. 1989**), Ainsi au processus d'extraction automatique de l'information et à l'introduction directe de cette information dans un Système d'information géographique (SIG).

L'interprétation visuelle des images reste, néanmoins, le mode d'extraction d'informations le plus précieux et qui ne peut être confié à des moyens automatisés dans la mesure où l'œil humain peut

également capter les caractéristiques de l'objet identifié. Dans l'usage de la télédétection, le choix du type d'image est crucial (**BENSAID A. 2006**) dont il dépend :

- De la résolution du pixel (résolution spatiale)
- Du nombre et de l'intervalle des bandes spectrales (résolution spectrale)
- Du cycle d'enregistrement de données (résolution temporelle)
- De la superficie couverte par une seule image
- Du choix des canaux, chaque cible thématique est caractérisée par une signature spectrale, elle ne réagit pas de la même façon dans les différents canaux

## **II. 4. Les Satellites**

### **II. 4. 1. Le satellite LANDSAT**

Le programme américain ERTS (Earth Ressources Technology Satellite) a démarré en 1972. Il a été rebaptisé en 1975 par Landsat (Land Remote Sensing Satellite) et est probablement le programme d'imagerie satellitaire dont la pérennité est la plus grande puisque, malgré l'échec au lancement de Landsat 6, Landsat 7 a été lancé en 15/04/1999. Ce dernier type comprend des modifications du capteur TM remplacé par le nouveau capteur ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) (**TADJROUNI. 2000**).

Les satellites de Landsat sont équipés de différents capteurs : les caméras RVB (Return Beam Vidicon), qui prennent des clichés instantanés de grande taille (186km x 185km). Ces capteurs s'appliquent soit sur trois bandes simultanées d'environ 185 Km de long et 79 Km de large. Cinq bandes spectrales ont été employées. Les capteurs TM de Landsat 6 et ETM+ de Landsat 7 (Enhanced Thematic Mapper) sont des évolutions dans la technologie du Thematic Mapper. ETM+ est la dernière génération de ce type de capteur qui est doté en plus des sept canaux ordinaires d'un canal dans le domaine du panchromatique (**FIGUIGUI.2000**).

**Tableau N°30 : Les caractéristiques de satellite (LANDSAT – ASTER).  
Source (ABRAMS et al, 2002).**

	LANDSAT (TM)	LANDSAT (ETM+)	ASTER		
<b>PAYS</b>	USA	USA	NASA + MITI		
<b>DATE DE LANCEMENT</b>	1984	15 Avril 1999	Décembre 1999		
<b>ALTITUDE</b>	707.18 Km	705 Km	705 Km		
<b>CAPTEUR</b>	TM (thematic Mapper)	ETM + (thematic Mapper Plus)	Trois sous-systèmes (VNIR, SWIR, TIR)		
<b>TYPE</b>	Radiomètre à balayage	Radiomètre à balayage	Radiomètre imageur multispectrale		
<b>BANDES SPECTRALES</b>	1. [0.45-0.52 µm]	1. [0.45-0.52 µm]	VNIR	1	[0.52-0.60 µm]
	2. [0.2-0.60 µm]	2. [0.2-0.60 µm]		2	[0.63-0.69 µm]
	3. [0.63-0.69 µm]	3. [0.63-0.69 µm]		3N	[0.78-0.86 µm]
	4. [0.76-0.90 µm]	4. [0.76-0.90 µm]		3B	[0.78-0.86 µm]
	5. [1.55-1.75 µm]	5. [1.55-1.75 µm]	SWIR	4	[1.60-1.70 µm]
	6. [10.4-12.5 µm]	6. [10.4-12.5 µm]		5	[2.145-2.185 µm]
	7. [2.08-2.35 µm]	7. [2.08-2.35 µm]		6	[2.185-2.225 µm]
				7	[2.235-2.285 µm]
				8	[2.295-2.365µm]
		Panchro[0.52-0.90 µm]		9	[2.360-2.340 µm]
			TIR	10	[8.125-8.475 µm]
				11	[8.475-8.825 µm]
				12	[8.925-9.275 µm]
				13	[10.25-10.95 µm]
		14		[10.95-11.65 µm]	
<b>RESOLUTION SPATIALE (dimension des pixels)</b>	30 x 30 m Bande 6 : 120 x 120 m	30 x 30 m Bande 6 : 60 x 60 m Panchro : 15 x15m	VNIR :15 x15 m SWIR :30 x 30 m TIR: 90 x 90 m		
<b>DIMENSION D'UNE SCENE</b>	185 X 175 Km	185x 175 Km	60 x 60 Km		
<b>STEREOSCOPIE</b>	Non	Oui	Oui		
<b>FREQUENCE DE PASSAGE</b>	16 jours	16 jours	16 jours		
<b>VOCATION</b>	Végétation et occupation du sol	Végétation et occupation du sol et cartographie.	Végétation, occupation du sol et cartographie.		
<b>PARTICULIERE</b>	Grande variété spectrale.	Grande variété spectrale.	Acquisition presque de 650/jour, observation en arrière et au nadir		

## II. 4.2. Le satellite SPOT

Spot est placé sur une orbite polaire, la rotation de la terre est autour de l'axe des pôles, compte tenu de l'inclinaison du plan orbital (98 degrés), permet au satellite de survoler la Terre en tout point au cours d'un cycle de 26 jours, dont les caractéristiques générales sont les suivantes :

- Altitude : 832 km
- Inclinaison : 98 degrés (orbite quasi-polaire)
- Nombre de révolutions :  $14 + 5/26$  par jour
- Période de révolution : 101 minutes
- Décalage à l'équateur entre deux traces au sol consécutives : 2 823 km
- Durée d'un cycle : 26 jours
- Nombre de révolutions par cycle : 369

Pour pouvoir comparer des images prises en des lieux différents, celles-ci doivent être acquises à la même altitude. L'orbite doit donc être circulaire, en d'autres termes l'altitude doit être constante par rapport à la surface de la Terre.

## II. 4.3. Le satellite Sentinel-2

Sentinel-2 est une série de satellites d'observation de la Terre de l'Agence spatiale européenne développée dans le cadre du programme Copernicus dont les deux premiers exemplaires ont été mis en orbite en 2015 et 2017. (Figure N°17)

L'objectif du programme est de fournir aux pays européens des données complètes et actualisées leur permettant d'assurer le contrôle et la surveillance de l'environnement. Les satellites Sentinel-2 constituent une des composantes spatiales de ce programme qui comprend également notamment les Sentinel-1 (observation radar tout temps) et Sentinel-3. Ils doivent fournir l'imagerie optique haute résolution permettant l'observation des sols (utilisation des sols, végétation, zones côtières, fleuves, etc.) ainsi que le traitement des situations d'urgence (catastrophes naturelles...).

Chaque satellite, d'une masse d'environ 1 200 kg, emporte une charge utile constituée par l'imageur multi-spectral MSI qui fournit des vues dans 13 bandes spectrales en lumière visible et proche infrarouge avec une résolution comprise entre 10 et 60 mètres et une fauchée de 290 km. Les satellites circulent sur une orbite héliosynchrone de 10h30. En configuration opérationnelle l'agence spatiale maintiendra deux satellites de manière à repasser au-dessus des mêmes zones tous les cinq jours. La durée de vie minimale est de 7,25 ans. Les Sentinel-2 disposent d'un système de transmission de données par laser permettant de transférer celles-ci vers les satellites géostationnaires EDRS avec un débit très élevé

Objectifs : Les satellites Sentinel-2 doivent fournir des images multi-spectrales à grande résolution qui doivent permettre de poursuivre la collecte des données réalisées par les missions Landsat et Spot tout en améliorant leur qualité. Il s'agit d'alimenter les services opérationnels Copernicus concernant l'observation des terres émergées et les services de sécurité :

- Observation de la couverture des sols et de leurs utilisations, réalisation de cartes mettant en évidence les évolutions de celle-ci ;
- Réalisation de cartes agrégeant les variables géophysiques (chlorophylle, humidité, ...) ;
- Carte des risques ;
- Prises d'images rapides pour les secours sur les lieux de catastrophes

<b>Sentinel-2</b>	
	
vue d'artiste	
<b>Données générales</b>	
<b>Organisation</b>	Agence spatiale européenne
<b>Programme</b>	Copernicus
<b>Domaine</b>	observation optique des sols
<b>Statut</b>	en développement
<b>Lancement</b>	Sentinel-2A : 23 juin 2015 Sentinel-2B : 7 mars 2017
<b>Lanceur</b>	Vega
<b>Durée de vie</b>	7,25 ans
<b>Caractéristiques techniques</b>	
<b>Masse au lancement</b>	1200 kg
<b>Orbite</b>	Orbite héliosynchrone
<b>Périapside</b>	786 km
<b>Inclinaison</b>	98,5

Figure N°17 :Caractéristiques générales du satellite Sentinel-2

## **II. 5. Traitement des données satellitaires**

Avant que les images ne soient prêtes à l'interprétation, il faudrait qu'elles passent par une chaîne de traitement visant l'élimination des défauts contenus dans les données brutes et leur amélioration. Le but des traitements en télédétection est de classer les objets en ensemble homogènes suivant un ou plusieurs critères tel que la couleur, la forme et la texture. Cette chaîne de traitement comporte deux grandes étapes :

### **II. 5.1. Les prétraitements**

Ce sont des opérations effectuées sur les images en amont de tout traitement ; La difficulté essentielle en télédétection réside dans l'interprétation des images requise. C'est une phase qui suit celle d'acquisition de l'image. Ces prétraitements exigent deux types de corrections, une correction radiométrique qui transforme les radiances mesurées par le satellite en réflectance éliminant de cette manière l'effet nuisible de l'atmosphère ; et une correction géométrique, Ces corrections tiennent compte des distorsions géométriques dues aux variations de la géométrie d'observation du capteur et permettent de positionner, en latitude et longitude de la cible sur la surface terrestre.

#### **II. 5.1.1. Corrections radiométriques**

Les corrections radiométriques sont appliquées sur les images pour réaffecter à chaque pixel une valeur radiométrique la plus proche possible de celle mesurée sur le terrain. Les distorsions radiométriques peuvent être causées par un enregistrement ou amplification erronée de l'énergie électromagnétique réfléchié ; la cause peut être due soit aux éléments du capteur lui-même, soit aux interactions de l'énergie électromagnétique avec l'atmosphère (**HASSAINE D. 1994**). Dans une étude multi-dates ou un suivi dynamique d'un phénomène par télédétection, il est opportun de corriger les images radiométriquement, car ces dernières sont prises dans des conditions de prise de vues très différentes (éclairage, coefficient de calibration, angle zénithal...), qui changent dans le temps (**BENSAID A. 1997**).

##### **a. Les corrections atmosphériques**

Lors de son passage dans l'atmosphère, le rayonnement réfléchi subit des modifications dues aux gaz et aérosols (poussières...) y présents. En connaissant les conditions atmosphériques au moment de la prise de vues, on peut ainsi limiter cette influence, en soustrayant à chaque pixel la valeur due à l'atmosphère (**BENSAID A. 1997**).

**Tableau N° 31 : Les caractéristiques des canaux du satellite LANDSAT (ABRAMS et al, 2002)**

	Longueur d'onde	Caractéristiques
1	0.45 à 0.52 $\mu\text{m}$	Bleu-vert, maximum de pénétration d'eau, est utilisé pour la cartographie bathymétrique dans les eaux peu profondes et sert aussi à différencier le sol de la végétation.
2	0.52 à 0.60 $\mu\text{m}$	Vert, présence des pics de réflectance verte de la végétation, utilisé pour la détermination des plantes vigoureuses.
3	0.63 à 0.69 $\mu\text{m}$	Rouge, il met en évidence la bande d'absorption chlorophyllienne qui est importante pour la discrimination des types de végétation.
4	0.76 à 0.90 $\mu\text{m}$	Infrarouge, utilisable pour déterminer la contenance de la biomasse et pour la cartographie littorale.
5	1.55 à 1.75 $\mu\text{m}$	Infrarouge moyen. Il indique la teneur en humidité du sol et de la végétation. Il traverse les nuages minces. Un bon contraste entre les types de végétations
6	10.40 à 12.50 $\mu\text{m}$	Infrarouge thermique. Les images utilisées pour la cartographie thermique et pour l'estimation de l'humidité du sol.
7	2.08 à 2.35 $\mu\text{m}$	Infrarouge moyen, coïncidence avec la bande d'absorption causée par les ions hydroxydes des minéraux, les rapports des canaux 5et 7 sont utilisés pour la cartographie des roches altérées par le phénomène hydrothermique ainsi que les composites minéraux.

### b. Les Corrections absolues

La correction des images des effets atmosphériques consiste à retrouver à partir des comptes numériques la réflectance réelle des objets. Ce type de correction n'est pas facile à mettre en œuvre, car il est basé sur l'utilisation des modèles de transfert radiatif qui nécessitent en entrée des paramètres atmosphériques qu'il faut calculer, soit estimer. Il est impossible d'obtenir la contribution réelle de l'atmosphère sans posséder les données décrivant les conditions météorologiques lors de l'enregistrement de l'image. C'est donc par simulation que les corrections atmosphériques vont être effectuées, pour obtenir au final une évaluation la plus précise possible de l'état de l'atmosphère lors de la prise de vue (**BENHANIFIA. 1998**).

### c. Les corrections relatives

Dans le cas particulier du suivi multi-temporel d'une zone urbaine, des corrections relatives des effets atmosphériques peuvent se révéler suffisantes pour la détection des évolutions radiométriques. Ainsi, la correction relative est une normalisation d'une image par rapport à une autre image prise comme référence, c'est à dire mettre les deux images dans un même référentiel atmosphérique (**BENHANIFIA. 1998**).

## II. 5.1.2. Corrections géométriques

Toutes les images obtenues par télédétection affichent, au départ, une ou plusieurs formes de distorsions géométriques. Lorsqu'une étude nécessite la superposition d'une image à une référence (carte ou image), la correction de ces déformations est utile. Les corrections géométriques sont appliquées pour compenser ces distorsions afin que la représentation géométrique de l'image aussi proche de la réalité.

Plusieurs de ces variations sont systématiques ou prévisibles, et on peut en tenir compte par une modélisation précise du mouvement de la plate-forme et du capteur, et par la relation géométrique entre la plate-forme et la terre. D'autres corrections non systématiques ou aléatoires ne peuvent pas être modélisées de cette manière et on doit effectuer la correspondance géométrique de l'imagerie à un système connu de coordonnées au sol.

Pour faciliter l'intégration des résultats dans une base de données cartographiques ou dans un système d'informations géographiques, il est préférable que les données soient géo-référencées. Ce type d'opération nécessite en premier lieu, le repérage sur l'image à traiter d'un certain nombre de points (dites points d'amer) connus à partir desquels on calcule le modèle de déformation de l'image (**HADDOUCHE. 1997**). Un point d'amer est un point caractéristique localisé dans l'image à corriger et dans la référence qui peut être une carte ou bien une image déjà corrigée. Les points d'amers sélectionnés doivent vérifier les conditions suivantes :

- Etre identifiables sur l'image à corriger et sur la référence.
- Etre bien répartis sur l'image.

La transformation des coordonnées d'un système dans un autre système peut se faire à l'aide de points de calage de l'image (points de contrôle, points amers) selon cette méthode, on sélectionne des points repérables à la fois sur l'image à redresser et sur un document de référence qui peut être une carte topographique, une autre image satellite, en fait tout document possédant des coordonnées précises (**CCT. 1998**)

Chaque point de contrôle est repéré par un pair de coordonnées (X, Y). Le passage du système A au système B peut se faire généralement par la méthode polynomiale par prise de points d'appui consiste à retrouver pour tout point  $m$  et  $n$  d'une image représentée par la fonction  $f(m, n)$  sa nouvelle position  $u$  et  $v$  dans tout autre système de coordonnées. La première étape consiste à trouver des points d'appui, La seconde étape consiste à calculer la relation entre points source et points de référence. Plus il y a de déformations, plus il faut utiliser un modèle de déformation de degré élevé (c'est à dire un polynôme de déformation à degré élevé) et plus le nombre de points d'amer nécessaires est élevé (**CCT. 1998**). Le nombre minimal de points d'amer peut être calculé de la façon suivante :

$$N = ((T+1) (T+2)) / 2$$

Où :

$N$  : le nombre minimal de points d'amer nécessaire.

$T$  : l'ordre de la transformation choisie.

La troisième et dernière étape consiste à appliquer le polynôme de déformation sur image à corriger pour créer une nouvelle image dans le référentiel choisis. Il est nécessaire d'appliquer un algorithme de ventilation pour affecter à chaque nouveau pixel de l'image créée, une valeur la plus proche possible de l'ancienne image (CCT. 1998).

Ré-Échantillonnage : est généralement posée par le besoin d'effectuer une transformation géométrique sur une image. Dans un souci de décrire efficacement les problèmes rencontrés, nous nous sommes limités aux déformations les plus simples.

L'image doit être ré-échantillonnée afin de déterminer la valeur numérique à placer dans la nouvelle localisation du pixel de l'image corrigée. Le processus de ré-échantillonnage calcule la nouvelle valeur du pixel à partir de sa valeur originale dans l'image de référence (non corrigée). Il existe trois principales méthodes de ré-échantillonnage : méthode du plus proche voisin, méthode d'interpolation bilinéaire, méthode de convolution cubique (CCT. 1998).

## II. 6. Les traitements

Les traitements effectués sur l'image sont multiples (classification, filtrage, traitement par les indices...), et le choix d'un type de traitement à suivre se base sur le phénomène étudié, et les objectifs tracés pour atteindre.

### II. 6.1. La classification

Dans la classification les régions homogènes, d'égales conditions et caractéristiques sont définies ; le résultat apparaît habituellement sous forme d'aires délimitées (unités cartographiques). Des séries de particularités communes peuvent être regroupées en zones, autrement dit les mesures peuvent s'appliquer en fonction de la classification qui aura été adoptée ; les méthodes de classification les plus communes peuvent être séparées en deux grandes catégories :

#### a. La classification supervisée

Lors de l'utilisation d'une méthode de classification supervisée, l'analyste identifie des échantillons assez homogènes de l'image qui sont représentatifs de différents types de surfaces (classes d'information). Ces échantillons forment un ensemble de données-tests. La sélection de ces données-tests est basée sur les connaissances de l'analyste, sa familiarité avec les régions géographiques et les types de surfaces présents dans l'image. L'analyste supervise donc la classification d'un ensemble spécifique de classes. Les informations numériques pour chacune des bandes et pour chaque pixel de ces ensembles sont utilisées pour que l'ordinateur puisse définir les

classes et ensuite reconnaître des régions aux propriétés similaires à chaque classe. L'ordinateur utilise un programme spécial ou algorithme afin de déterminer la "signature" numérique de chacune des classes. Plusieurs algorithmes différents sont possibles, en suite une classification supervisée commence donc par l'identification des classes d'information qui sont ensuite utilisées pour définir les classes spectrales qui les représentent.

#### **b. La classification non supervisée**

Le procédé est d'une façon contraire, Les classes spectrales sont formées en premier, basées sur l'information numérique des données seulement. Ces classes sont ensuite associées, par un analyste, à des classes d'information utile (si possible). Des programmes appelés algorithmes de classification sont utilisés pour déterminer les groupes statistiques naturels ou les structures des données. Habituellement, l'analyste spécifie le nombre de groupes ou classes qui seront formés avec les données. De plus, l'analyste peut spécifier certains paramètres relatifs à la distance entre les classes et la variance à l'intérieur même d'une classe. Le résultat final de ce processus de classification itératif peut créer des classes que l'analyste voudra combiner, ou des classes qui devraient être séparées de nouveau.

#### **c. La classification par arbre de décision**

Un arbre de décision est une méthode de classification à plusieurs étages qui peut être appliqué à une seule image ou une pile d'images. Il est composé d'une série des décisions qui sont utilisées pour déterminer la catégorie de chaque pixel. Les décisions peuvent être basées sur n'importe quelle caractéristique disponible de l'ensemble de données. On peut appliquer les règles de décisions sur des images multi-spectrales ou mono-spectrale à différentes résolutions et à différentes projections, comme il est possible d'intégrer d'autre type d'image (modèle numérique de terrain, carte des pentes...) à cette classification ou chaque décision divise les données en de deux classes possibles. La classification par arbre de décision se compare aux méthodes de classifications semi dirigées puisqu'elle implique l'introduction de sites de référence dans la détermination des signatures des classes à extraire. Toutefois, elle n'est pas fondée sur la condition de normalité des distributions des pixels.

## II. 6.2. Les indices

L'intérêt des indices est d'abord de mieux cartographier les catégories d'occupation du sol et, ainsi, d'augmenter la précision des classifications. Il existe un très grand nombre d'indices. Ils sont calculés en général par une combinaison linéaire d'au moins deux ou plusieurs canaux. Les indices de végétation ont été développés dans le domaine de la télédétection pour mieux évaluer la présence et le taux de couvert végétal (**BARET et al. 1989**).

### a. Indice de végétation normalisé (NDVI Normalized Difference Vegetation Index)

Consiste à soustraire au canal infrarouge (où la couverture végétale a de fortes réflectances) le canal rouge (où les surfaces minéralisées ont de fortes réflectances). Le résultant présente un gradient croissant d'activité végétale allant du noir signifiant absence de couverture, au blanc qui rend compte d'une activité chlorophyllienne très élevée. Le résultat d'un NDVI prend la forme d'une nouvelle image, la valeur de chaque pixel étant comprise entre -1 (sol nu) et 1 (couvert végétal maximal). C'est l'analyse de la palette de nuances s'étendant entre ces valeurs extrêmes (très peu fréquentes) qui va renseigner l'observateur sur la densité du couvert végétal et la quantité de biomasse verte. La réponse spectrale d'un couvert végétal dense est forte dans les longueurs d'ondes proche infrarouges (à cause de l'activité chlorophyllienne), et faible dans les longueurs d'ondes rouges, alors que la réponse spectrale d'un couvert très clairsemé est inverse (forte influence des minéraux par rapport à l'activité chlorophyllienne). La différence normalisée permet de rendre compte de ces deux phénomènes sur une même image (**POUCHIN Thomas.1998**).

L'indice transformé de végétation (TVI) est proposé par (**DEERING et al. 1975**), il consiste à transformer l'indice de végétation (NDVI) en lui ajoutant une constante de 0.5 à toutes ses valeurs et en prenant la racine carrée des résultats, afin d'éviter les traitements avec les valeurs négatives de l'NDVI ( $TVI = \sqrt{NDVI + 0.5}$ )

Ce traitement aboutit à la création d'un néo-canal en combinant la réflectance du rouge et de l'infrarouge, il a pour formule :

$$NDVI = \frac{PIR - R}{PIR + R}$$

Où : **PIR** : le canal du proche infrarouge, **R** : le canal du rouge

### b. Indice de brillance

Il traduit les changements de limites de sols nus. Le passage des teintes sombres au teintes claires s'accompagne d'une augmentation simultanée des valeurs radiométriques dans les canaux. Cet indice varie en fonction de la couleur du sol, de l'humidité, de la texture, et de la structure du sol. L'indice de brillance trouve au niveau du sol, toute sa justification dans la corrélation existante

pour les sols entre les canaux rouge et infrarouge (**HADDOUCHE. 1994**). Cet indice a été généré pour étudier spécifiquement les compléments d'informations de l'indice de végétation.

### c. Indice de cuirasse

Cet indice répond aux mêmes besoins que l'indice de brillance des sols, mais a davantage performant pour la mise en évidence, et la différenciation des surfaces bâties et des sols nus. Les surfaces végétalisées et aquatiques apparaissent en noir alors que les surfaces minéralisées sont codées en gris clair ou en blanc.

$$IC = [(3 \times \text{vert}) - \text{rouge} - 100]$$

## II. 7. Le filtrage

Filtrer une image revient à prendre en compte les valeurs voisines, à les pondérer par les valeurs d'un masque (matrice poids ou masque de convolution) pour obtenir une nouvelle image numérique. Le filtrage permet de remplacer la valeur brute par une nouvelle valeur dépendante des valeurs voisines et produit un effet de voisinage sur chaque pixel de l'image. Cette idée vient du fait que la valeur d'un pixel n'est pas totalement indépendante de celle de ses plus proches voisins (**TADJEROUNI K .2001**).

Le filtrage d'une image s'opère au moyen d'une fenêtre mobile qui balaye l'image par colonnes et lignes successives. A chaque pas du processus de balayage, le centre de cette fenêtre est positionné sur un pixel différent. Selon le masque utilisé, une nouvelle valeur est assignée au pixel central.

La valeur obtenue pour un pixel donné par filtrage est fonction du voisinage et de la taille du masque. Plus la taille du masque est importante, plus l'effet de proximité est grand et les calculs élevés (ex: masque 9x9).

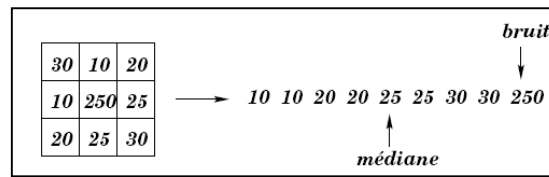
Il existe une multitude de filtres applicables dans ce domaine, car les combinaisons utilisées pour créer des masques sont infinies. Outre la taille du masque et la forme du filtre, il est possible de faire varier les nombres qui servent de pondération, leur agencement à l'intérieur du masque et le type d'opération (**TADJEROUNI K .2001**).

De manière générale, le but d'un filtrage est de diminuer l'effet de la dégradation (ex : le bruit sur l'image) due aux problèmes incontrôlables lors des prises de vues, ou d'améliorer la qualité d'une image par un lissage ou une accentuation de celle-ci. Pour surmonter ces problèmes, il existe une série de techniques de filtrage proposées par divers auteurs. Chaque technique est cependant destinée à une application spécifique, mais seules quelques-unes ont été reconnues comme performantes.

Dans notre étude on a appliqué les techniques de filtrage pour l'amélioration des cartes, en éliminant le bruit par le filtre médian dont le principe est de prendre dans le voisinage la valeur moins extrême. Pour cela, on crée une liste des valeurs du voisinage, puis on trie cette liste et on prend la

valeur qui se trouve au milieu de la liste. Cette valeur " médiane " est la plus éloignée des deux extrêmes

Ex :



## II. 8. Traitements d'extraction automatique des routes à partir des images

L'extraction d'objets à partir des images numériques est une opération fondamentale de la vision artificielle. Le rôle des applications géospatiales est de mettre à jour les bases de données SIG avec une information précise sur les positions des objets artificiels (Les routes, les bâtiments) et les traits naturels (rivières). (AGOURIS P. 2000)

Pour tout problème d'extraction d'informations et d'objets à partir d'une image, il convient pour bien répondre aux objectifs visés, de se poser au préalable plusieurs questions :

- Quel est l'objet à extraire et quelle est sa variabilité typologique ?
- Comment apparaît l'objet dans l'image ?
- Quelles informations propres à l'objet cherche-t-on à extraire ?
- Pour quelles applications ? Et avec quelle fiabilité ?

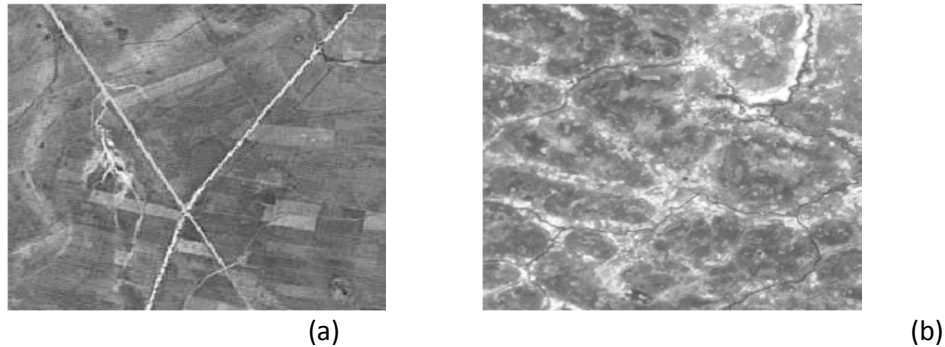
Nous nous sommes donc posés cette série de questions dans le cadre de l'extraction des routes. L'abondance des travaux sur l'extraction des routes traduit cette variété de problèmes posés et donc de solutions retenues. (PETERI R. 2003)

### II. 8.1. Qu'est-ce qu'un réseau :

Avant la présentation des différentes approches proposées pour l'extraction de réseaux, il convient de définir ce que nous entendons par réseau, comment apparaissent les réseaux dans les images, quelles sont les principales caractéristiques et dans quelle mesure ces caractéristiques varient.

Un réseau se définit comme un ensemble de lignes qui s'entrecroisent plus ou moins régulièrement. En particulier, nous considérons l'ensemble des réseaux qui apparaissent dans les images satellitaires tels que le réseau routier et le réseau hydrographique. Des exemples de réseaux observés en télédétection sont donnés par les figures (a) et (b) (Figure N°18)

De nombreuses méthodes ont été développées pour répondre à l'extraction de ces objets cartographiques, notamment pour le cas particulier des réseaux routiers. L'objectif final de ces approches est souvent la production ou la mise à jour cartographique, ou la mise à jour d'une base de données spatiale, ou l'intégration dans les SIG. En effet, l'étendue des surfaces à cartographier et les délais de mise à jour font de l'extraction de réseaux un enjeu important. (PETERI R. 2003)



**Figure N°18 : Exemples de réseaux observés par télédétection : des réseaux routiers sur une image satellitaire (a), des réseaux hydrographiques sur une autre image (b)**

## II. 8.2. Caractéristiques du réseau routier

Dans tout problème de reconnaissance de forme, il est essentiel de bien définir l'objet ou les objets que l'on cherche à extraire de l'image. Pour cela des caractéristiques majeures peuvent être dégagées. Ainsi, les réseaux sont généralement caractérisés par les contraintes *géométriques*. suivantes :

- La courbure du réseau est faible
- La forme des branches est allongée et de longueur importante
- L'épaisseur des branches varie peu (voire pas du tout) et de façon progressive

Des caractéristiques *topologiques* peuvent également être exploitées :

- Le réseau présente peu d'extrémités libres (i.e. non connectées)
- Le réseau peut présenter des intersections
- Il est peu redondant (pas de superposition mis à part au niveau des intersections)

Du point de vue *radiométrique*, deux hypothèses importantes à extraire :

- Le niveau de gris du réseau est localement homogène ;
- Le réseau contraste fortement avec son environnement.

Certaines méthodes d'extraction utilisent également des informations issues du contexte, comme le fait que plusieurs types d'objets peuvent se trouver à proximité des routes, et des informations fonctionnelles, comme le fait que les routes relient plusieurs agglomérations ou que les routes sont des voies carrossables. **(PETERI R. 2003)**

Les algorithmes d'extraction de routes peuvent être composés d'une ou plusieurs étapes : la détection, l'extraction, le suivi ou la validation. Ces étapes peuvent elles-mêmes être décomposées en plusieurs fonctions.

La **détection** consiste à établir dans une zone, la présence d'une route ou non.

L'**extraction** consiste à extraire le réseau dans l'image globale.

Le **suivi** consiste à « suivre » la route.

La **validation** est une étape d'auto-évaluation des résultats.

## II. 8. 3. Travaux d'extraction des routes en milieu rural ou péri-urbain :

A la fois pour des raisons historique (la résolution spatiale des capteurs) et parce que le sujet d'étude est ardu, beaucoup de travaux sur l'extraction des routes ont porté sur l'extraction de réseaux linéaires. Ces recherches ont donné un grand nombre d'approches et de résultats différents.

L'extraction de lignes consiste à rechercher dans toute l'image les pixels ou les zones présentant les principales caractéristiques de la route. Ces méthodes n'assurent pas toujours l'exhaustivité ou l'absence de fausses détections. Certains de ces algorithmes peuvent être utilisés comme un prétraitement permettant d'extraire des pixels ou des zones ayant une probabilité plus ou moins forte d'appartenir à des routes. Ils peuvent ensuite être couplés avec un algorithme d'interprétation de plus haut niveau qui pourra reconstruire la géométrie ainsi que la topologie du réseau.

Le filtrage linéaire : **(WANG et HOWARTH .1987)** appliquent des masques directionnels à leurs images afin de détecter et extraire les routes représentées par des lignes (minces ou épaisses), sur des images différentes résolution spatiale. Les masques construits représentent les 8 directions possibles à suivre pour une ligne. La convolution de ces masques avec une image Landsat à 30 m de résolution spatiale et des critères de sélection (la ligne représente une route ou non) permettent d'extraire les amorces (pixels et direction à suivre) de l'algorithme de suivi de routes, qui fait suite à cette première étape de leur algorithme d'extraction du réseau routier.

**La morphologie mathématique : (DESTIVAL. 1987)** et **(SERENDERO. 1989)** utilisent des filtres non linéaires de morphologie mathématique pour extraire les lignes, brillantes par rapport à leur environnement, supposées correspondre à une route, à partir d'images panchromatiques. La transformation dite du « chapeau haut de formes », puis un seuillage, sont appliqués afin d'obtenir

une image binaire de pixels appartenant au réseau routier. Cette transformation permet de ne conserver de l'image originale que les pics ou les crêtes qui « entrent » dans le chapeau supposé de hauteur infinie. Le résultat dépend de la largeur et / ou de la hauteur des sommets à conserver.

**Les réseaux de neurones :** (DOUCETTE et al. 2001) présente une approche inspirée des réseaux de Kohonen. Le but est d'extraire l'axe central des rues sur des images haute résolution (moins de 2 m). La méthode a l'avantage de s'affranchir de la définition classique du bord des rues et d'exploiter l'information des canaux multispectraux (lors d'une phase de classification). Toutefois, l'algorithme montre ses limites lorsqu'il rencontre des objets de radiométrie similaire à celle des routes (toits de bâtiments). Cette méthode est semi-automatique en ce sens où la classification qui sert d'entrée aux réseaux de neurones est supervisée par un opérateur humain.

Certains auteurs conçoivent l'extraction de routes sur les images de télédétection comme un problème de classification, où les pixels doivent être classés en « route » et « non route ». La méthode a été appliquée sur des images acquises en bande proche infrarouge par le satellite Landsat résolution 30 m.

**La programmation dynamique :** Plusieurs méthodes de suivi de routes utilisent la programmation dynamique afin d'optimiser une fonction de coût, ce qui revient à la recherche d'un chemin optimal dans un graphe.

(MERLET et ZERUBIA. 1996) établissent leur détecteur de lignes sur une méthode de segmentation basée sur l'algorithme de Fishler qui utilise les champs Markoviens et une programmation dynamique. L'algorithme de Fishler permet d'obtenir, par construction, des lignes minces et continues. Cet algorithme est étendu à des cliques d'ordre supérieur pour tenir compte du contraste route/environnement, et à des voisinages d'ordre supérieur pour introduire la notion de courbure. De plus, un modèle dynamique permet d'utiliser cette information de courbure de manière plus globale et naturelle. Ce détecteur de lignes est appliqué à une image panchromatique à 10 m de résolution spatiale. Ce traitement est semi-automatique, où les points de départ de l'algorithme sont définis par l'utilisateur. (GRUEN et LI. 1995) utilisent la programmation dynamique pour la recherche du chemin optimal. Les paramètres de contraste, de courbure ainsi que les points déjà détectés comme appartenant à la route sont utilisés pour trouver le point suivant de la route. Le suivi de route est précédé d'un rehaussement local des contrastes, effectué à l'aide d'une transformée en ondelettes adaptée aux caractéristiques radiométriques de la route. La méthode est semi-automatique au niveau de l'amorce.

**Suivi par homogénéité directionnelle :** L'algorithme utilisé par (AIRAULT et JAMET. 1995) est une aide à la saisie du réseau routier. Il est appliqué à des images aériennes de 60 cm de résolution spatiale de paysages ruraux. Cet algorithme cherche à extraire précisément l'axe des routes.

**Filtrage de Kalman :** (VERAN. 1993) et (VOSSELMAN et DE KNECH. 1995) basent leur algorithme de suivi de route sur le filtrage de Kalman. L'approche de (VERAN. 1993) est originale : il considère le suivi de route comme la poursuite d'un véhicule supposé circuler au milieu de la chaussée à une vitesse constante. Sa méthode est basée sur un filtrage de Kalman étendu et tient compte d'un (cas des carrefours) ou des deux bords de la route pour son suivi. Ces bords de routes sont détectés en utilisant un filtre de Canny Deriche. Cet algorithme est semi-automatique, et est appliqué sur des images de 1 m de résolution spatiale.

Coopération d'algorithmes : (MC KEOWEN et DENLINGER. 1988) utilisent une méthode de coopération de plusieurs algorithmes de suivi de routes. Pour une même route, plusieurs algorithmes sont mis en œuvre, puis le meilleur résultat est conservé. Les deux algorithmes les plus utilisés par leur méthode sont le suivi par corrélation de profil et le suivi des bords de routes.

Approche multi sources : L'approche multi source en interprétation d'image a pour but l'utilisation de plusieurs sources d'information complémentaires pour parvenir à une extraction fiable des objets d'intérêt. Les informations peuvent être symboliques : une base de données cartographiques ou une carte topographique de la scène par exemple, ou bien numériques : différentes images d'un même site, acquises par différents capteurs par exemple.

**Extraction guidée par une carte topographique :** (DESEILLIGNY P et al. 1993)

utilisent une carte scannée pour reconstruire le graphe du réseau de rues. (RELLIER et al. 2000) propose sur une méthode de mise en correspondance locale des cartes avec des images Spot, en utilisant un champ markovien sur un graphe. La carte est utilisée pour initialiser le graphe. Ensuite, le graphe est modifié en minimisant une fonction d'énergie. La méthode donne de bons résultats pour le recalage mais elle ne détecte pas les nouvelles routes par rapport à la carte et ne peut donc pas être utilisée pour la mise à jour.

**Utilisation des canaux multi spectraux :** (XIAOYING et DAVIS. 2003) extraient automatiquement le réseau routier à partir des canaux du satellite Ikonos (1 m de résolution spatiale en mode panchromatique, 4 m pour les canaux rouge, vert, bleu et proche infrarouge). L'algorithme se compose de quatre phases séquentielles. Une phase de prétraitement pendant laquelle les zones avec de la végétation sont « masquées » afin de réduire la région d'intérêt pour l'extraction du réseau routier. Puis les étendues d'eau sont masquées. Ensuite des amorces de routes sont sélectionnées à partir d'une segmentation de l'image par K-means et d'un groupement perceptuel. Enfin, un suivi de

route par l'algorithme de **(VOSSSELMAN et DE KNEC. 1995)** est effectué. Le procédé est tout-automatique et atteint des taux de complétude entre 70% et 90%.

**Extraction des routes par la morphologie mathématique :** La morphologie mathématique, une méthode fondée sur des concepts de la théorie des ensembles, est née en 1965 d'une collaboration de **(MATHERON et DE SERRA. 1982)**. Essentiellement appliquée aux images binaires lors de son introduction par Mathéron et Serra en France et par Stenberg aux états unis, la morphologie mathématique a été ensuite étendue aux images en niveaux de gris. Il est possible de distinguer trois grands types d'applications des transformations morphologiques en analyses d'images.

Des outils morphologiques permettant de réduire l'image sans altérer ses caractéristiques géométriques telles que les transformations de type squelettisation, amincissement et épaissement ont ensuite été développés. Récemment la morphologie a été utilisée pour réaliser les transformations assurant la décomposition des images binaires en éléments simples, en vue de leur connaissance.

## II. 8. 4. Travaux en milieu urbain

La plupart des méthodes qui ont été décrites dans la section précédente sont applicables au contexte rural, voire péri-urbain, mais montrent leurs limites en environnement urbain. Le milieu urbain est en effet un environnement complexe où il est très difficile de développer des algorithmes robustes et fiables, en particulier pour le cas automatique.

**(WANG et al. 1996)** appliquent des masques directionnels à leurs images afin de détecter et extraire les rues représentées par des lignes (minces ou épaisses), sur des images à 10 m de résolution spatiale. L'application de filtres directionnels permet de détecter les rues quelles que soient leurs directions (horizontales, verticales ou diagonales) ou leurs courbures (faibles ou prononcées).

Dans la littérature on propose une méthode pour extraire de manière presque automatique (largeur donnée par l'utilisateur) les réseaux en grille à partir d'images du satellite Ikonos. L'algorithme comprend deux étapes. La première utilise les canaux multi spectraux de manière similaire à **(XIAOYING et DAVIS. 2003)**. La deuxième étape est basée sur le calcul à partir de l'image panchromatique de la texture autour de chaque pixel. La méthode permet d'identifier 82,9% des rues.

**(SHI et ZHU. 2002)** utilisent le principe qu'une rue peut être considérée comme un ensemble de segments contenu à l'intérieur d'un long ruban étroit. Un seuillage binaire de l'image puis pour une orientation donnée, les segments parallèles sont détectés puis agglomérés en fonction de critère de longueur, de parallélisme et de proximité. Des opérations de morphologie mathématique (fermeture et squelettisation) permettent ensuite d'obtenir un réseau linéaire en connexe.

Au cours de cette partie, la grande variabilité typologique des routes dans l'image a été présentée. Cette grande variabilité de la route a conduit à un grand nombre de méthodes et techniques

d'extraction, utilisant un large champ des techniques de reconnaissance de formes et de traitement d'images.

Le rôle des applications géospatiales est de mettre à jour les bases de données SIG avec une information précise sur les positions des objets. L'extraction automatisée du réseau routier à partir des images satellitaires est importante pour des buts commerciaux ainsi que scientifiques. Elle est devenue un centre d'intérêts des recherches et plusieurs algorithmes ont été proposés pour réduire le coût d'extraction. Mais jusqu'au aujourd'hui, aucun algorithme est capable de fournir un résultat stable, ou un taux de 100% des images, et c'est dû à la qualité des images utilisées ainsi que à cause de la complexité de l'environnement (logiciel de programmation).

Conclusion :

La télédétection et les SIG sont des outils 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 contrainte spatiale. Cependant, les images nécessitent obligatoirement des différents traitements cités dans ce chapitre pour une identification correcte de leurs caractéristiques.

**CHAPITRE II.  
MÉTHODOLOGIE  
ET APPLICATIONS,  
RÉSULTATS  
ET DISCUSSION**

## Introduction

Pour un phénomène qui évolue rapidement dans le temps comme le milieu urbain, la disponibilité de l'information récente et mise à jour pour une meilleure gestion de l'espace urbain est nécessaire. Cela a favorisé le recours aux données de télédétection spatiale. La possibilité d'acquérir des séries temporelles d'images, couvrant une même région plusieurs fois dans l'année, fait apparaître cette technique comme un outil adapté au suivi d'une zone et à l'étude des changements notables.

Pour choisir une méthode d'analyse adaptée à la problématique, il est important de connaître le type et la nature des informations présentes dans l'image. L'analyse du contenu thématique des images satellitaires permet de mieux comprendre l'intérêt et les limites des méthodes classiquement utilisées pour extraire l'information désirée.

## **II. Données utilisées et intégration**

### **I. 1. Extraction des données satellitaires**

Un des inconvénients majeurs dans le cadre d'une étude multidate, réside dans la difficulté éprouvée à rassembler des informations fiables, sur l'espace étudié et ce pour une période relativement longue.

L'absence de données de cartographie thématique, et la non mise à jour de documents topographiques sur la région d'étude, ainsi que les difficultés posées par la comparaison de documents à différentes échelles, a conduit à utiliser des données satellitaires, permettant de remplir plusieurs conditions dont l'étendue spatiale, la répétitivité, la complétude et la qualité associée au type de système et de capteur choisi.

X : 35°50'.40"N

Y : 000°33'.37"E

Nous avons utilisé deux images satellitaires la première image est une image Landsat 4-TM de mars 1987, une image Landsat 5-TM de mars 2010 et une image sentinel-2 d'avril 2017

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

Le téléchargement des images à partir du site **USGS** : (Figure N°19)

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

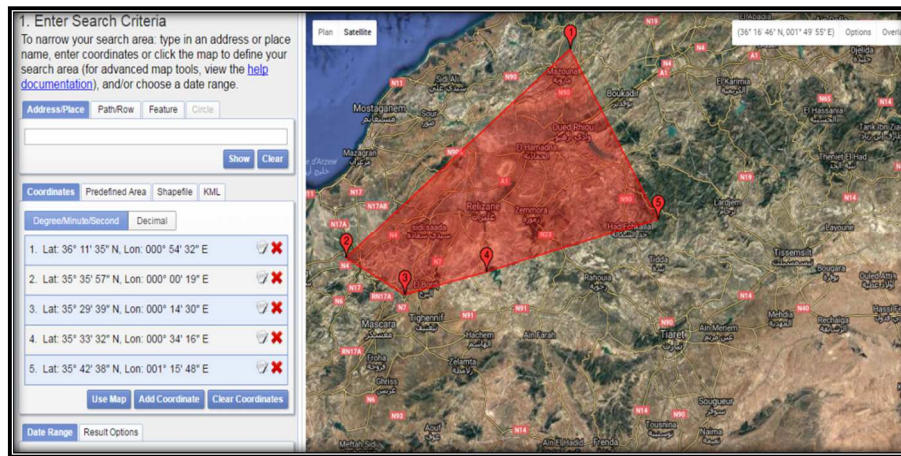


Figure N°19 : Le remplissage des informations de l’image souhaitée

- Faire une clique sur **Data set** pour faire le choix du satellite, en cliquant sur **Landsat Archive**, en choisissant la type de satellite Landsat (Figure N°20)
- Après en clique sur **Résultats** pour avoir une liste des images disponibles sur le site
- 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

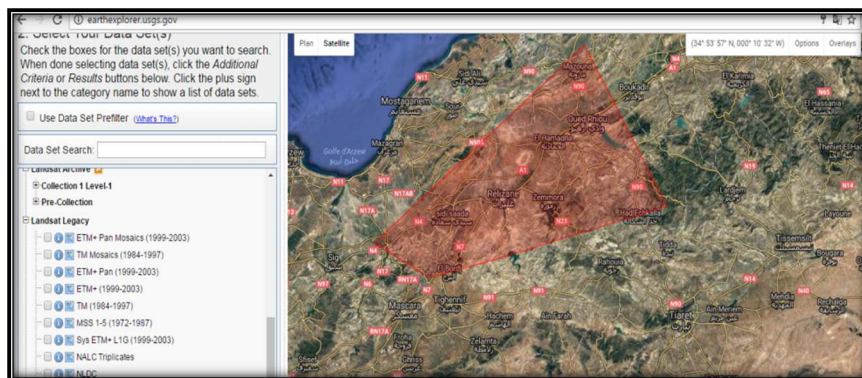


Figure N° 20 : Le choix du satellite sur site

## I. 2. Logiciel utilisé

**Logiciel ENVI 5.3** (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. (Figure N°21)

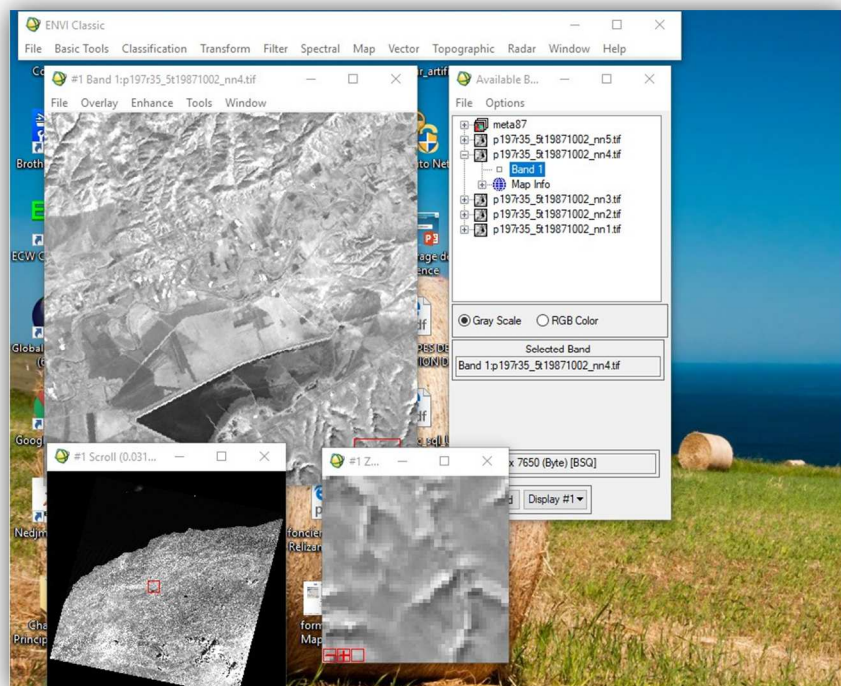
En particulier, logiciel ENVI permet de travailler sur différents types de données (multi spectrale, hyper spectrale, radar), d’intégrer des données de type matriciel (image) et vectoriel et est compatible avec des données de type SIG. Il permet entre autres de contraster les images, de les corriger 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'ENVI5.3 nouvelle version et classique), 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...)



**Figure N° 21 : Vue logiciel 5.3 classique**

### **I. 3. Les prétraitements des différentes données satellitaires**

#### **I. 3.1. Corrections radio métriques**

Dans une étude multi date pour un suivi dynamique d'un phénomène par télédétection, il est opportun de corriger les images radio métriquement, car ces dernières sont prises dans des conditions de prise de vue différentes (éclairage, coefficient de calibration, angle zénithal), qui changent dans le temps. Puisque le caractère multi-spectral des données satellitaires revêt un intérêt majeur pour de nombreuses applications thématiques : la végétation, les sols, et bien d'autres objets peuvent être classés en fonction de leurs réflectances, ce qui exige ce type de corrections qui ont pour but de minimiser les perturbations causées par l'atmosphère.

Dans l'étude de l'évolution d'un phénomène urbain l'information spatiale, contrairement à l'information spectrale est fondamentale, ce qui nécessite pas une correction de ce type

(radiométrique), car la distinction du phénomène urbain ne peut donc pas se faire sur la base du critère spectrale.

### **I. 3.2. Corrections géométriques**

C'est un traitement nécessaire qui revêt une importance particulière. De son niveau de qualité dépend, non seulement, de la facilité du repérage cartographique mais aussi de la possibilité de superposer plusieurs scènes prises à des dates différentes voir même par des satellites différents. **(DJABER. 2003)**

Dans notre cas, ce type de corrections n'a pas été appliqué car nos images étaient corrigées géométriquement au préalable, seul un recalage des images a été effectué afin de ramener tous nos documents au même référentiel, pour minimiser l'erreur, lors de la mise en œuvre du volet « télédétection », ce qui suppose une parfaite concordance entre les entités utilisées au niveau des images.

### **I. 3.3. Le ré-échantillonnage**

Le ré-échantillonnage des images spatiales a pour but de les ramener à une même résolution spatiale. Dans notre cas, des images TM (28.5x28.5m), ETM+ (30x30m) et celles du Sentinel-2 (10x10m) existent. Le choix de la résolution spatiale la plus appropriée, est conditionné par le thème à étudier. A cet égard, les images TM ont subi un ré-échantillonnage de 30x30 m. Il est important de noter, que l'interpolation utilisée est celle du plus proche voisin.

### **I. 3.4. Extraction de la fenêtre**

A partir des images TM, SENTINEL-2 et Aster, des dates respectives 03/1987, 05/2012, et 06/2011 nous avons fait une extraction des fenêtres d'une taille qui couvre la zone d'étude. Cette extraction a été faite à partir des coordonnées géographiques et des fichiers vecteurs existants déjà.

### **I. 3.5. Le scannage des cartes**

C'est un outil qui se fait à l'aide d'un scanner, dans le but de faciliter la lecture et le traitement des données cartographiques sur ordinateur.

Parmi les documents qui ont subi ce type de traitement, on cite la carte des limites administratives (1/200.000) qui nous a permis de ressortir les limites de notre groupement d'étude ainsi que la carte d'état-major (1/50.000), et le plan de l'agglomération de Relizane (1/5000), qui nous en sont nécessaires pour notre étude.

### **I. 3.6. Le calage**

Le calage est le processus qui consiste à géo-référencer la carte scannée à l'aide des points repères pris sur la carte topographique. Celle-ci a été effectuée en utilisant le logiciel Mapinfo8.0. La

projection de référence est la même prise pour la correction géométrique des images (UTM, Clark 1880).

### **I. 3.7. La digitalisation**

C'est une introduction des données cartographiques sur l'ordinateur. Dans le cas étudié, on a digitalisé les limites administratives du groupement (Relizane, Bourmadia et Bendaoued), ainsi que le plan de la ville de Relizane, le réseau routier, les Oueds et les deux autres communes du groupement.

## **II. Intégration des données pour la détection de l'évolution urbaine par télédétection**

La télédétection et l'identification de l'évolution urbaine, apparaissant à la surface de la terre, constituent l'une des préoccupations majeures pour les scientifiques et les gestionnaires impliqués dans la compréhension et la gestion des écosystèmes naturels et artificiels (**BENSAID. 1997**).

La détection des changements d'occupation du sol permet une meilleure compréhension des mutations socio-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 multi dates constituent une excellente source d'information. Toutefois, elles demeurent insuffisamment exploitées pour l'évaluation de la dynamique urbaine.

### **II. 1. Critères de choix des images satellitaires et des bandes spectrales**

#### **(Exemple de l'imagerie Thématique Mapper de Landsat TM)**

En plus d'être d'une résolution spatiale accrue (30m), l'imagerie LANDSAT TM couvre une plus large portion du spectre électromagnétique. Le capteur TM enregistre des réflectances dans le visible TM1, TM2, TM3, et dans deux bandes du moyen infrarouge TM5 et TM7 plus une bande dans le proche infrarouge TM4.

Ce nouveau jeu de bandes spectrales offre plus de possibilités pour le choix de canaux en fonction des objectifs visés. Il est généralement admis que l'addition de toutes les bandes spectrales n'apporte guère plus de discrimination entre les objets au sol qu'un choix judicieux de deux, trois ou quatre bandes (**CAVAYAS. 1987**).

Il est également reconnu qu'une bande de chacune des trois zones du spectre, visible, moyen ou proche infrarouge, soit une bonne combinaison pour une discrimination générale de l'occupation du sol (**BENHANNIFIA. 1998**)

#### **a. Choix des canaux**

Pour visualiser l'image, on ne dispose que de trois plans couleur (rouge, vert, bleu), alors que le nombre de canaux pour une image TM 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. Pour cela les opérations suivantes ont été effectuées

- Analyse des bandes spectrales.
- Etude de la matrice de corrélation entre les différents canaux afin de sélectionner les bandes adéquates.

**b. Calcul de la matrice de corrélation**

On dispose d'un tableau représentatif de la matrice de corrélation des données TM (tableau N°32)

**Tableau N° 32 : Tableau représentatif de la matrice de corrélation des données TM**

Bande	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
TM1	<b>1</b>	0.974568	0.915114	0.721552	0.784039	0.758515
TM2	0.974568	<b>1</b>	0.962695	0.802870	0.839119	0.793604
TM3	0.915114	0.962695	<b>1</b>	0.766539	0.914271	0.869307
TM4	0.721552	0.802870	0.766539	<b>1</b>	0.676055	0.557141
TM5	0.784039	0.839119	0.914271	0.676055	<b>1</b>	0.967713
TM7	0.758515	0.793604	0.869307	0.557141	0.967713	<b>1</b>

L'analyse du tableau ci-dessus montre que les corrélations sont très élevées entre les différentes bandes spectrales du visible (TM1, TM2, TM3) et aussi entre les canaux du moyen infrarouge (TM5, TM7). Par ailleurs, on remarque que la seule bande qui présente la corrélation la moins élevée est la bande TM4.

Cependant, nous devons choisir les canaux les moins corrélés pour mettre en évidence tous les objets lors de la visualisation. On a choisi les canaux du visible TM1, TM3 et le proche infrarouge TM4. Ce choix est justifié par le fait que la bande TM1 et TM4 ne sont pas en corrélation entre elles. Le TM3 est corrélé avec le TM1, mais suite à une analyse spectrale qui montre une légère réflexion de la végétation dans cette partie du spectre (TM1), cette bande a été retenu.

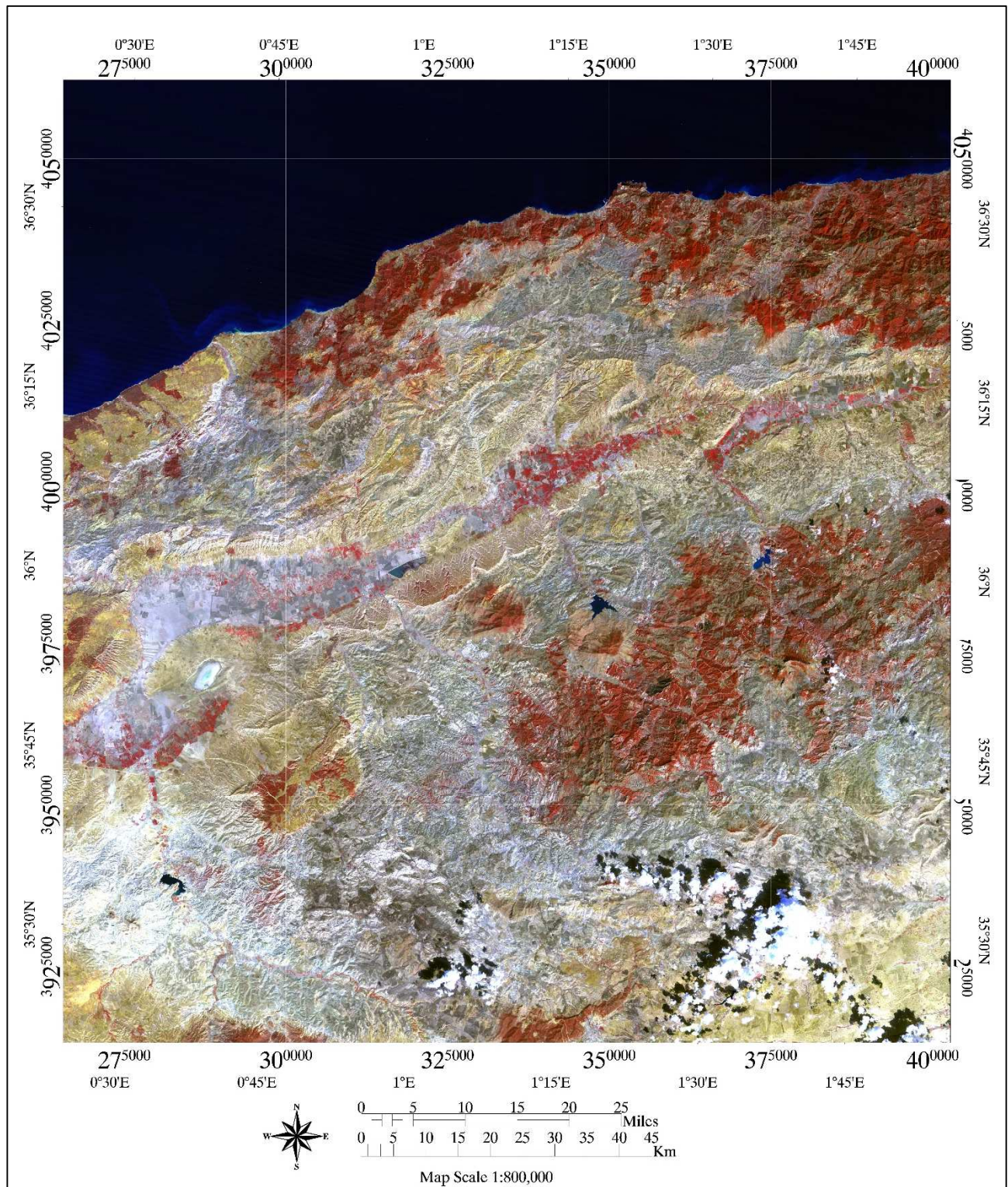
**c. Information visuelle extraite de la composition colorée**

Notre composition colorée a 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. (tableau N°33)

**Tableau N° 33 : Tableau représentatif de la composition colorée**

<b>Longueur d'onde</b>	<b>Couleur affectée</b>
▪ 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 de télédétection. (Figure N°22)



**Figure N°22 : Composition colorée en fausse couleurs des trois bandes spectrales (respectivement : B8-B4-B2) du Sentinel-2 d'avril 2017**

### **III. Méthodologie**

La détection et l'identification des mutations de l'occupation du sol dans notre zone d'étude s'appuient sur une utilisation combinée des données. Elle intègre procédures de traitement d'image (donnée 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 technique de détection de la tache urbaine

#### **III. 1. Technique de détection de la tache urbaine**

La classification de zones urbaines sur les images satellitaires s'avère une tâche complexe, car ces images n'exhibent pas une réponse spectrale unique et distinguable (**WEBER. 2001**). De nombreux chercheurs ont déjà présenté des méthodes pour améliorer la classification des zones urbaines en utilisant des données obtenues par télédétection. Ces méthodes, basées sur pixels, sont très diverses et varient selon les données utilisées et les aires d'étude sur lesquelles elles sont appliquées. Elles sont aussi difficiles à catégoriser, car elles constituent un mélange de méthodes d'extraction d'information d'images (**CABRAL P. 2007**). Ces approches incluent, dans le processus de classification, l'incorporation d'information auxiliaire comme les données spatiales (**HARRIS et VENTURA. 1995 ; ZHANG et al. 2002**), des données de recensements de population (**MESEV. 1998**) et des données contextuelles (**GONG et HOWARTH. 1990 ; SHABAN et DIKSHIT. 2001 ; WEBER. 2001 ; GLUCH. 2002 ; CABRAL et al. 2005**). D'autres auteurs proposent l'utilisation d'indices (**ZHA ET al. 2003 ; BIRAUD B. 2005**), l'analyse des spectres mixtes (**PHINN et al. 2002 ; LU et WENG. 2004**), l'utilisation de systèmes experts (**STEFANOV et al. 2001**) ou l'utilisation de réseaux neuronaux (**CIVCO et HURD. 1997 ; ZHANG F. 2001**). En résumé, il n'existe pas une méthode considérée comme la « meilleure » méthode pour délimiter les aires urbaines à partir des différents types de paysages urbains qui varient géographiquement et exhibent diverses compositions de matériaux (**CABRAL P. 2007**).

Dans cette étape on va suivre les différentes méthodes d'identification de la tache urbaine citées dans la partie théorique « méthode des indices » (Figure N°24)

Méthode 1 : indice de végétation normalisé NDVI a masque inverse

Méthode 2 : indice de bâti normalisé NDBI

Méthode 3 : combinaison des indices (NDBI-NDVI)

Méthode 4 : indice de cuirasse

Dans cette application, plusieurs méthodes vont être utilisées pour l'identification de la tache urbaine. Avant de commencer l'application de chaque une des méthodes sus citées, on va faire un double traitement sur l'image d'NDVI à deux objectifs différents, la premier consiste à calculer le taux du recouvrement végétal exprimé en pourcentage dans tout le bassin versant de la Mina, la carte générer

du couvert végétal va être reclassée en deux classe ( $>30\%$  et  $<30\%$ ) qui va nous soit utile dans la réalisation de la troisième méthode de détection de la tache urbaine (méthode de combinaison des indices), elle nous aidera encore dans la décision du choix de l'indice à soustraire l'NDBI (si couvert végétal  $>30\%$  on utilise le NDVI, et si le couvert végétal est  $<30\%$  en utilise le SAVI qui utile souvent dans les zones arides). Ce traitement va être bien décortiqué dans les étapes qui suivent. Le deuxième consiste à extraire les terres artificialisées expliqué dans la première méthode (NDVI à masque inversé). La méthodologie générale suivie dans cette approche est illustrée dans l'organigramme

L'interprétation visuelle consiste à examiner la composition colorée attentivement, (Figure N°23) et puis on fait la délimitation du tissu urbain en numérisant la surface du bâti qui apparaisse en générale avec une couleur bleue gris, cette méthode se base surtout sur l'expérience d'examineur de l'image. Le résultat obtenu laisse apparaître une mosaïque de couleurs, allant du noir pour les faibles réflectances (l'eau), au blanc pour les fortes réflectances (sol nu). Le bâti urbain apparaît en bleu sous ses différentes nuances, du foncé au clair en fonction de sa densité de la hauteur des constructions (présence d'ombres) et de la présence de la végétation qui ajoutera à cette mosaïque des teintes de vert. Dans les zones périurbaines la végétation apparaît, en fonction de son état phytosanitaire, dans des tons de rouge et de vert. Le rouge traduit une forte activité chlorophyllienne et représente, sur notre image, d'une part les parcelles agricoles et d'autre part une végétation naturelle sous forme de buissons et d'arbustes (YOUSFI.1997).

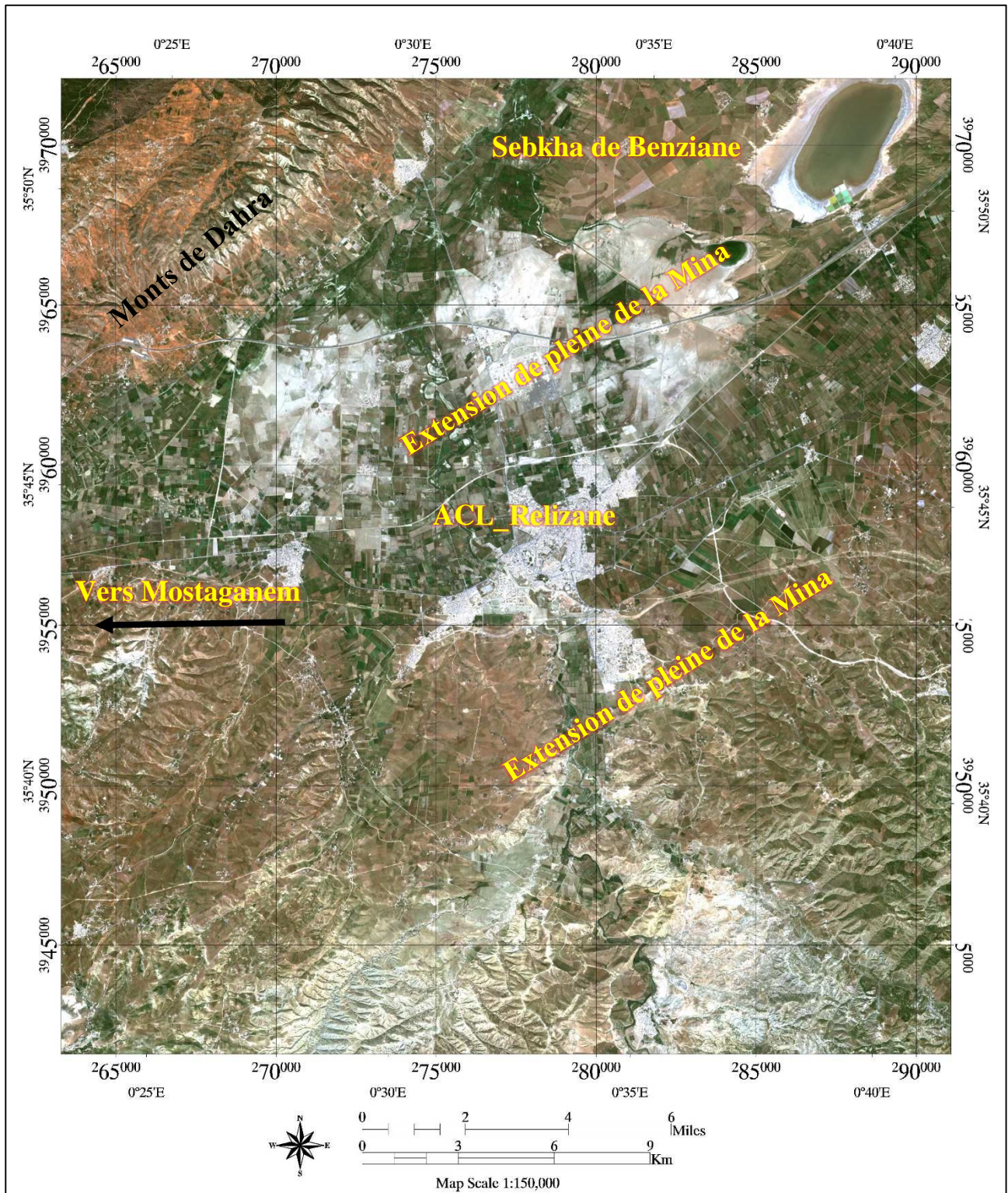


Figure N°23 : Composition colorée en vraie couleurs des trois bandes spectrales (respectivement : B4-B3-B2) du Sentinel-2 d'avril 2017

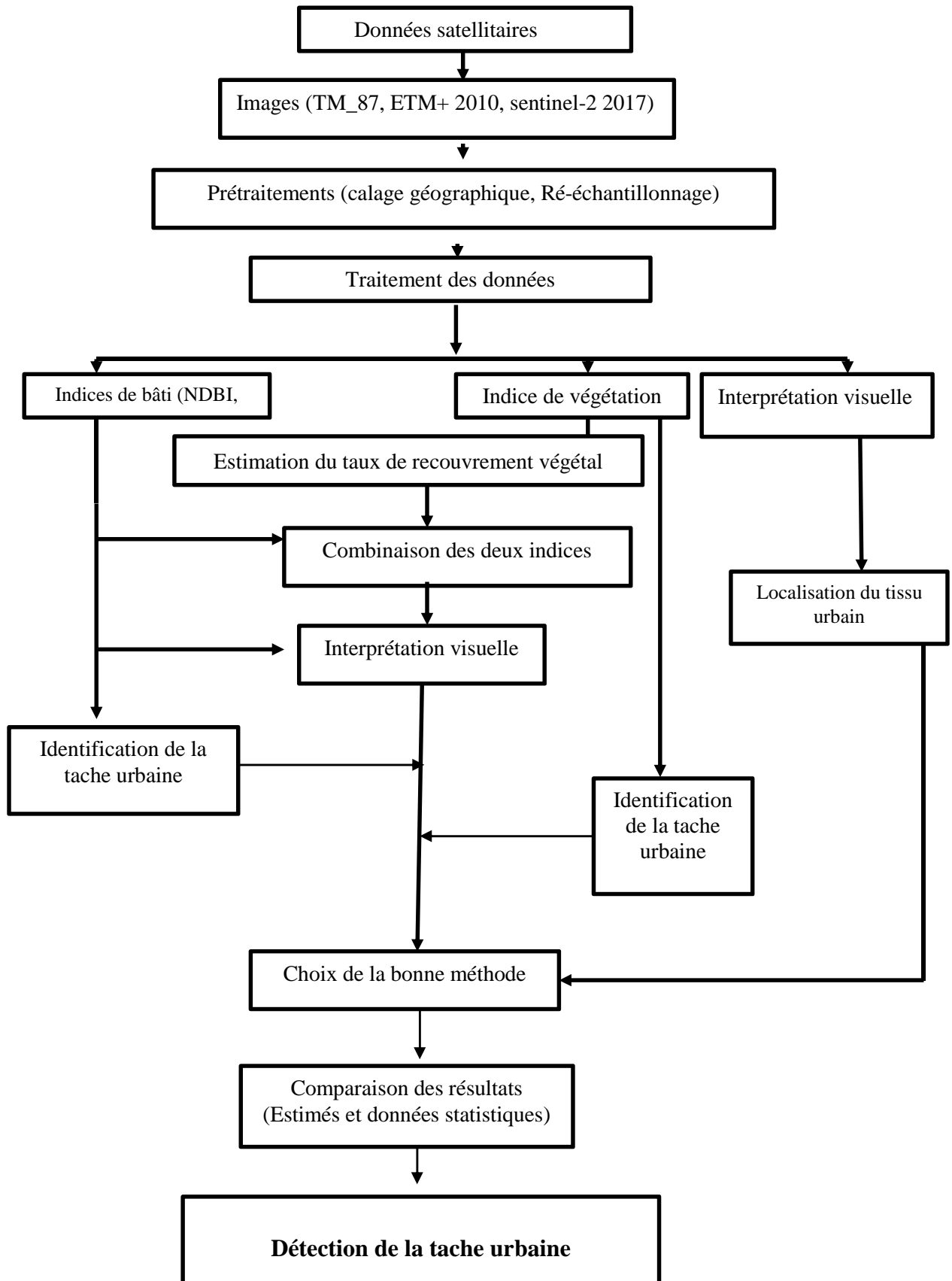


Figure N° 24 : Organigramme méthodologique pour la détection de la tache urbaine

### **III. 2. L'estimation du taux de recouvrement végétal par l'indice de végétation normalisé (NDVI : Normalized Difference vegetation Index)**

Les indices de végétation tirés des images permettent d'obtenir une idée sur la végétation qui occupe le terrain d'étude. Dans la littérature, on propose un grand nombre d'indices, dont les propriétés et les sensibilités aux facteurs externes diffèrent considérablement. La relation entre le taux de recouvrement végétal et les indices de végétation peut être identifiée à l'aide de plusieurs méthodes. D'après **(PUREVDORRJ et al. 1998)**, de nombreuses études ont trouvé une relation linéaire entre les indices de végétation et les caractéristiques biophysiques de la végétation. Cependant, **(CYR .1993)** a montré que chaque indice est un bon indicateur de la présence de la végétation verte vivante à sa façon, mais que chaque indice peut surestimer ou sous-estimer le taux de recouvrement en fonction du stade végétatif de l'espèce. Pour cela, nous avons adopté la méthode proposée par **(PUREVDORRJ et al. 1998)**

Les indices de végétation sont des combinaisons simples (somme et quotient le plus souvent) de deux bandes spectrales ou plus. Le rouge et le proche infrarouge, aussi le moyen infrarouge peut être utilisé. Les indices de végétation permettent d'augmenter le contraste d'une végétation verte (photo synthétiquement active). Les indices les plus utilisés sont :

- Le NDVI pour "Normalised Difference Vegetation Index" **(ROUSE et al. 1974, JACKSON. 1983)**.
- Le SR pour "Simple Ratio" **(PEARSON et MILLER. 1972)**.
- Le SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) par **(HUETE. 1988)**.
- Le TSAVI (Transformed SAVI) par **(BARET et GUYOT. 1991)**.
- L'ARVI (Atmospherically Resistant Vegetation Index)
- Le SARVI, combinaison de SAVI et d'ARVI, par **(KAUFMAN et TANRE. 1992)**.
- Le GEMI (Global Environment Monitoring Index) de **(PINTY et VERSTRAETE. 1992)**.
- Le MSAVI (Modified SAVI) de **(QI et al. 1994)** ou encore le MSARVI de **(HUETE et LIU. 1994)**.

De ces indices, le NDVI est le plus utilisé. Les raisons de cette popularité historique tiennent principalement à sa simplicité de calcul, à son caractère normalisé et à sa réputation de moindre sensibilité (par rapport aux réflectances) vis à vis de facteurs externes tels que les propriétés optiques du sol, la géométrie de l'éclairement ou les effets atmosphériques **(CAYROL P.2000)**. Mais des études postérieures ont montré qu'il est tout de même relativement sensible aux positions respectives du capteur et du soleil (effets directionnels) **(GOWARD et al. 1991)**. Pour cela l'indice choisi pour ce travail est l'indice de végétation normalisé (NDVI).

Dans le cas de la présente étude, nous ne cherchons pas le pourcentage de recouvrement pour chaque espèce végétale dans le bassin versant de la Mina ; Nous cherchons plutôt le taux de recouvrement général. Pour cette raison, nos calculs seront effectués avec les valeurs moyennes pour les taux de recouvrement prises du terrain, (Figure N°25), des cartes d'état de parcours (au sein du service des forêts) et l'indice de végétation. Les équations suivantes donnent respectivement la forme générale des fonctions : linéaire, polynomiale du second ordre, et exponentielle, qui peuvent relier le taux de recouvrement végétal (R) avec l'indice de végétation normalisé (NDVI) :

$$R = a \cdot NDVI + b \quad \dots (1)$$

Où a, b et c sont les coefficients de régression (nombres réels)

Le calcul des constantes de l'équation de la droite de corrélation (taux de recouvrement et NDVI), nécessite un certain nombre d'échantillons avec un taux de recouvrement végétal et une valeur d'indices connus. Pour cette raison, 37 échantillons ont été pris du terrain à l'aide de l'image (landsat), où l'estimation du taux du couvert végétal était faite visuellement au terrain à l'aide des cartes d'état de parcours, de l'image landsat, et de la carte du NDVI. Selon ce principe, l'échantillonnage du site d'étude peut ne se faire par points ou par placettes. Puisque le travail consiste à faire une cartographie à partir de l'analyse numérique des images, il est conseillé de choisir un échantillonnage par placettes non stratifiées (**Northwest Hydraulic Consultants Ltd. 1995**).

La technique d'échantillonnage utilisée ici est celle qui a été utilisée dans le sud-ouest de la Mauritanie, région semi-aride avec une végétation éparse ce qui est semblable à notre cas. La taille des placettes d'enquête ne devait pas être inférieure à (9 x 9 pixels) en raison du niveau de précision de la localisation ; d'après l'équation de TownshPuisqueend et Justice (**KEERSMAECKER. 1987**) :

$$A = L \times [1 + (2 \times n)] \quad \dots (2)$$

Où :

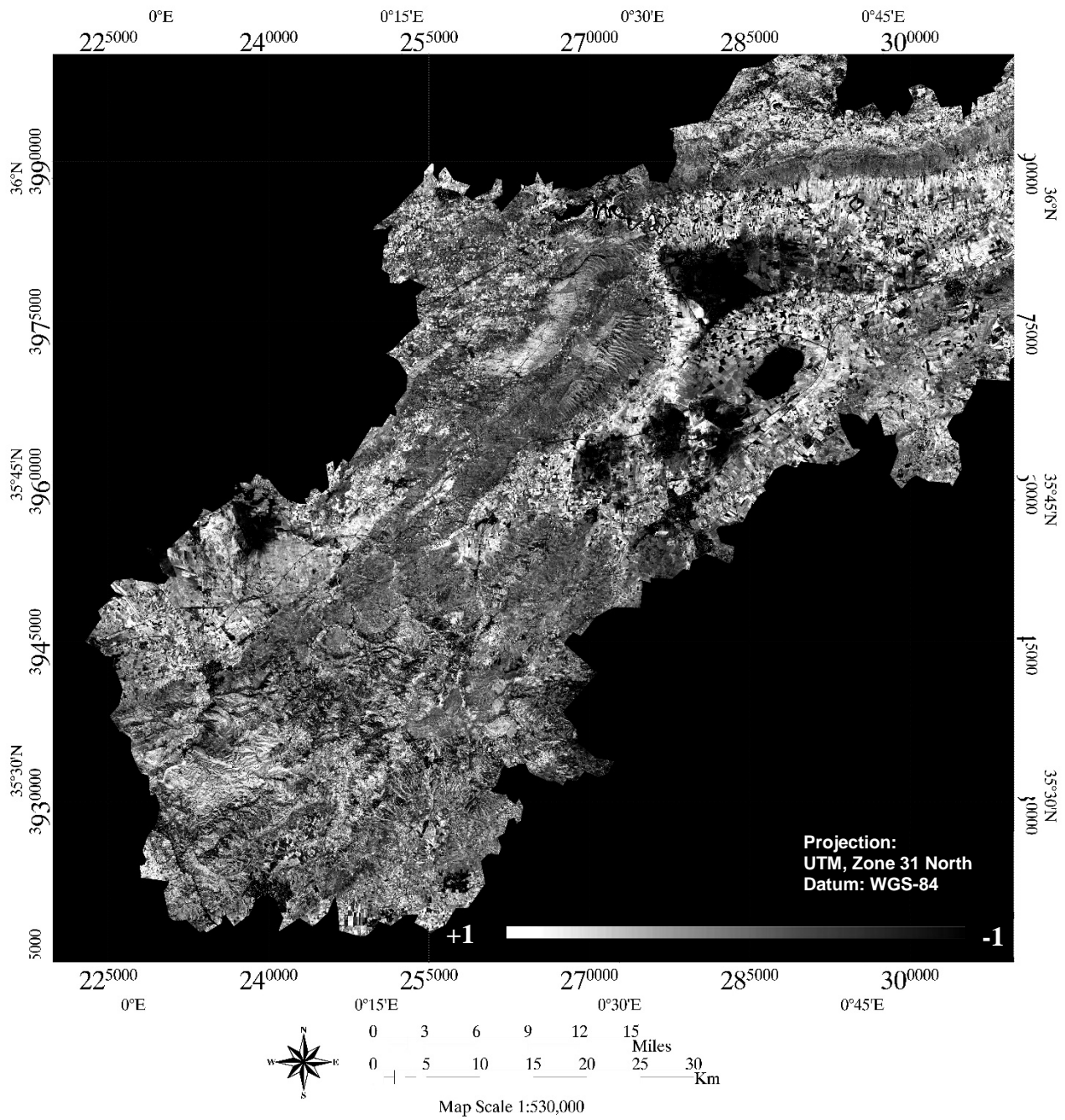
A est la plus petite placette,

L est la taille du pixel (ici 20m),

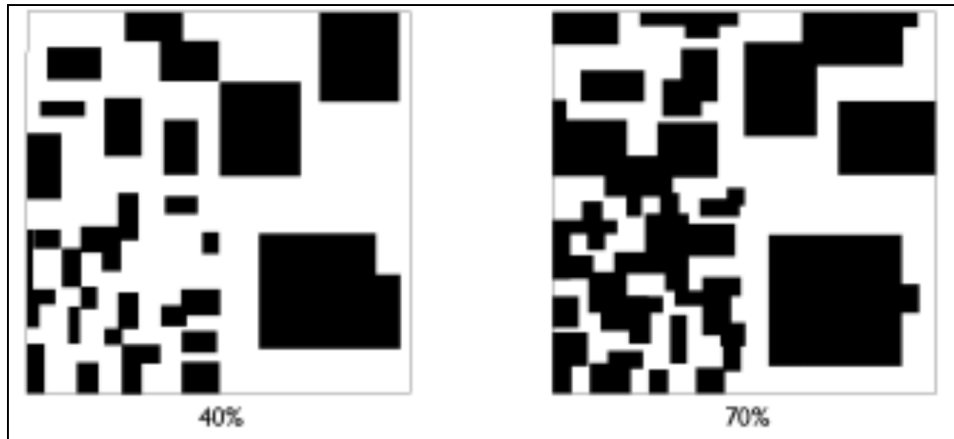
n est l'erreur de précision en nombre de pixels (ici 4).

Donc :

$$A = 20[1 + (2 \times 4)] = 180m = 9 \text{ pixels}$$



**Figure N°25 : NDVI pris des canaux rouge et infrarouge de l'image sentinel-2  
Bassin versant de la mina**



**Figure N°26 : Estimation visuelle du pourcentage de couverture d'une surface donnée, indiquée par les surfaces colorées en noir**

Guide sur la gestion et la conservation des sols (F.A.O AGL/MISC/27/2000)

Puisque nous sommes en présence d'une formation végétale claire semi, et afin de bien étudier le couvert végétal, nous avons choisi l'approche des placettes. (Figure N°26)

Le nombre de ces placettes à utiliser étant en fonction de l'hétérogénéité du site d'étude, cette dernière a été appréciée à partir des valeurs de l'image d'NDVI. Parmi les dix échantillons ramenés du terrain, nous avons pris 30 échantillons pour le teste de corrélation (taux de recouvrement-NDVI), et les 8 autres ont été gardés pour la validation.

Pour choisir la fonction qui représente au mieux la bonne relation entre l'NDVI et le taux de recouvrement, nous sommes basé sur la valeur du coefficient de corrélation, une bonne corrélation est celle qui a un coefficient supérieur ou égal (0.6).

Nous disposons, donc, de trois relations qui donnent le taux de recouvrement en fonction du NDVI. D'après le premier graphe, nous avons bien remarqué qu'il y a une forte corrélation entre l'NDVI et le taux de recouvrement avec un coefficient de corrélation égal à ( $r^2=0.92$ ), mais l'application de cette relation sur l'image d'NDVI pour le calcul du pourcentage du taux de recouvrement nous a donné des valeurs qui ne représentent pas la réalité du terrain, le plus souvent les valeurs dépassent les normes (supérieur à 100%).

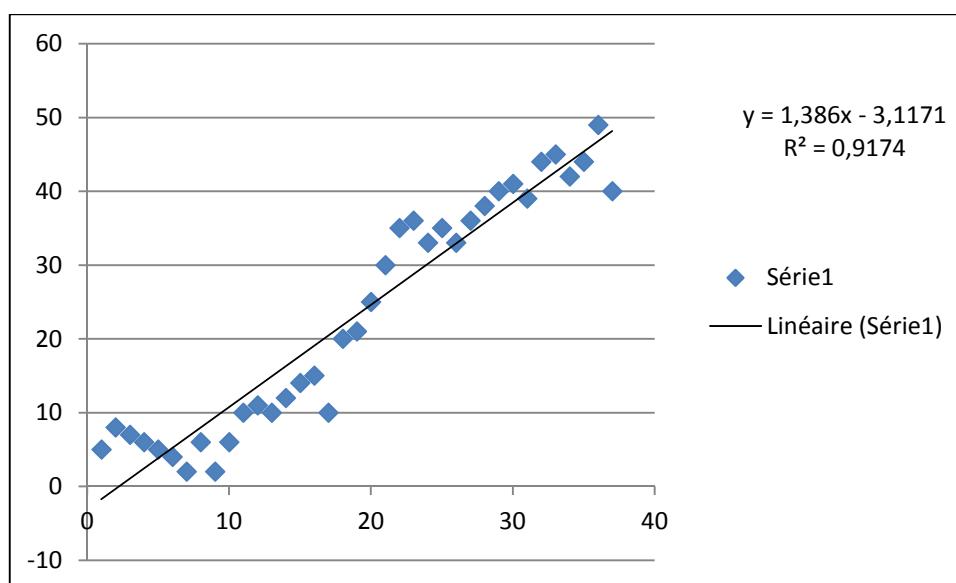
Le graphe suivant, (Figure N°27), nous représente la relation linéaire simple entre l'NDVI et le taux de recouvrement, la corrélation est acceptable puisque le coefficient de corrélation est égal à ( $r^2 = 0.92$ ), l'application de cette relation nous a donné de très bon résultats qui représentent mieux la réalité du terrain.

$$R = a . e^{b ( NDVI )} \dots (3)$$

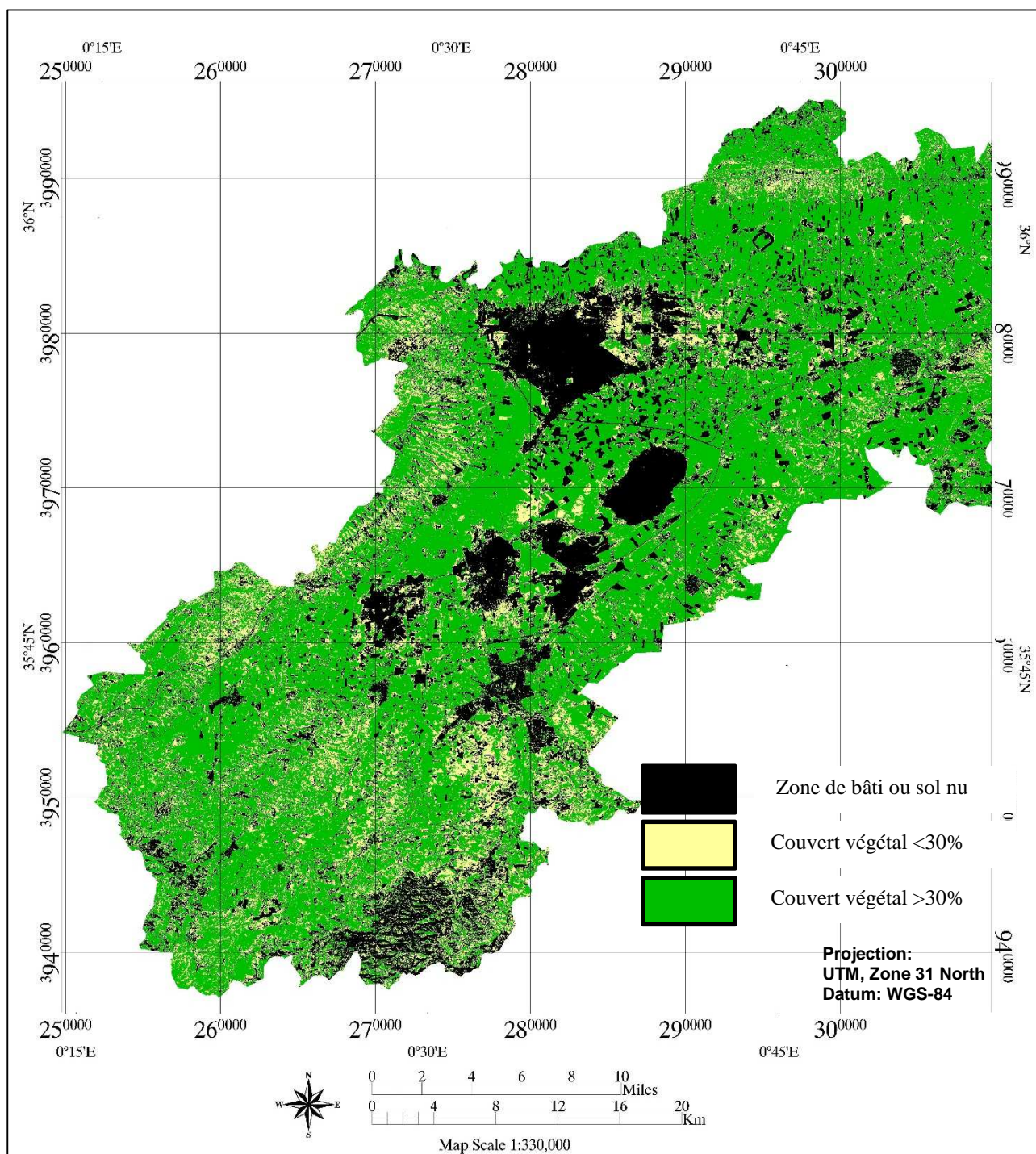
Les quatre échantillons gardés sont remplacés dans l'équation (5) pour la validation, ce qui nous a donné de très bons résultats, et qui expliquent la bonne corrélation exprimée par cette relation (tableau N°34).

**Tableau N°34 : Validation des résultats (corrélation taux de recouvrement - NDVI)**

	TVI	Taux (terrain) %	Taux (calculé) %
Echantillon 1	1.08	10	10.38
Echantillon 2	1.16	29	25.13
Echantillon 3	1.19	30	30.66
Echantillon 4	1.25	47	41.73



**Figure N°27 : Relation linéaire simple entre l'NDVI et taux de recouvrement**



**Figure N° 28 : Classes du taux de recouvrement exprimé en pourcentage (%) Bassin versant de la mina**

On distingue sur la carte trois classes de recouvrement végétal, (Figure N°28), la première est complètement dénudée de végétation, elle correspond à des affleurements rocheux, ou à des zones de bâti (commune chef-lieu, sols nus aux alentours de la commune). La deuxième avec une végétation

de moins de 30%, correspond à une végétation naturelle poussant à des altitudes moyennement importantes aux flancs des montagnes. La troisième classe est celle qui présente un taux de recouvrement de plus de 30% représentée sur des parcelles agricoles suivant les berges des oueds, ou des zones reboisées en atteignant un recouvrement qui dépasse les 30% (**DIMITRIS K et PETROS P. 2016**)

### **III. 3. Traitement d'extraction de la tache artificialisée**

#### **III. 3. 1. Méthode 1 : extraction de la tache artificialisée par l'indice de végétation (NDVI) avec un masque inversé**

Comme nous avons déjà cité, le NDVI consiste à soustraire au canal infrarouge (où la couverture végétale a de fortes réflectances) le canal rouge (où les surfaces minéralisées ont de fortes réflectances). Le résultat présente un gradient croissant d'activité végétale allant du noir signifiant absence de couverture, au blanc qui rend compte d'une activité chlorophyllienne très élevée. Le résultat d'un NDVI prend la forme d'une nouvelle image, la valeur de chaque pixel étant comprise entre -1 (sol nu) et 1 (couvert végétal maximal)

$$NDVI = \frac{PIR - R}{PIR + R}$$

Où : **PIR** : le canal du proche infrarouge, **R** : le canal du rouge

La méthode de détection de la tache urbaine ou des terres artificialisées par le NDVI nous allons utiliser une image issue du Sentinel-2 acquise à la saison printanière où la discrimination entre la végétation et le tissu urbain est facile. (Figure N°29)

Cette indice ne permette pas la détection des surfaces bâti de façon directe, puisqu'il consiste à détecter la végétation, donc la présence des bâtiments et leurs périmètres correspondent aux limites sol nu/végétation, Seules les valeurs spectrales faibles de l'image NDVI associées aux surfaces non végétalisées seront conservées par une application des masques. (Figure N°30)

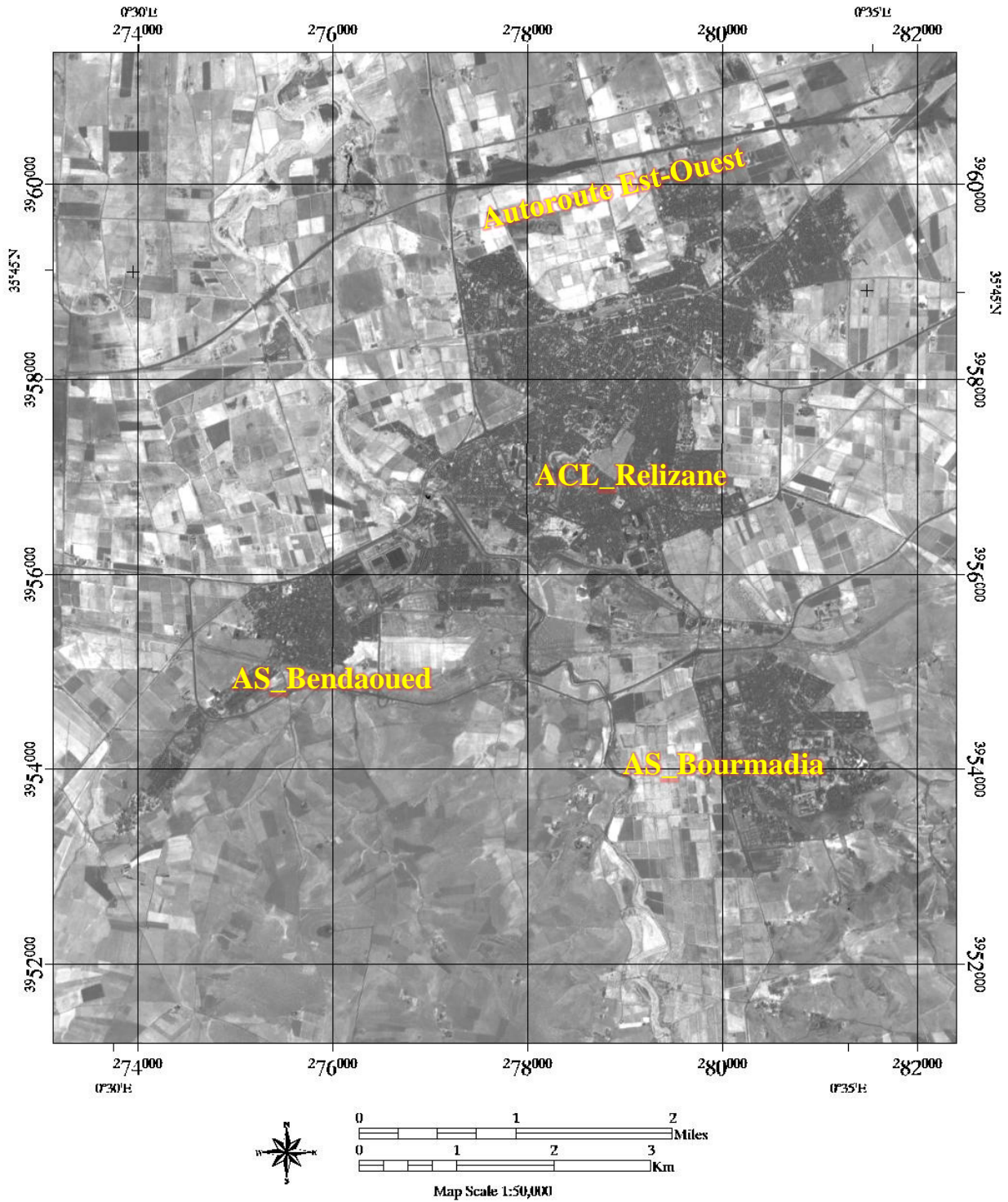


Figure N°29 : (NDVI) appliqué sur l'image du Sentinel-2 d'avril 2017

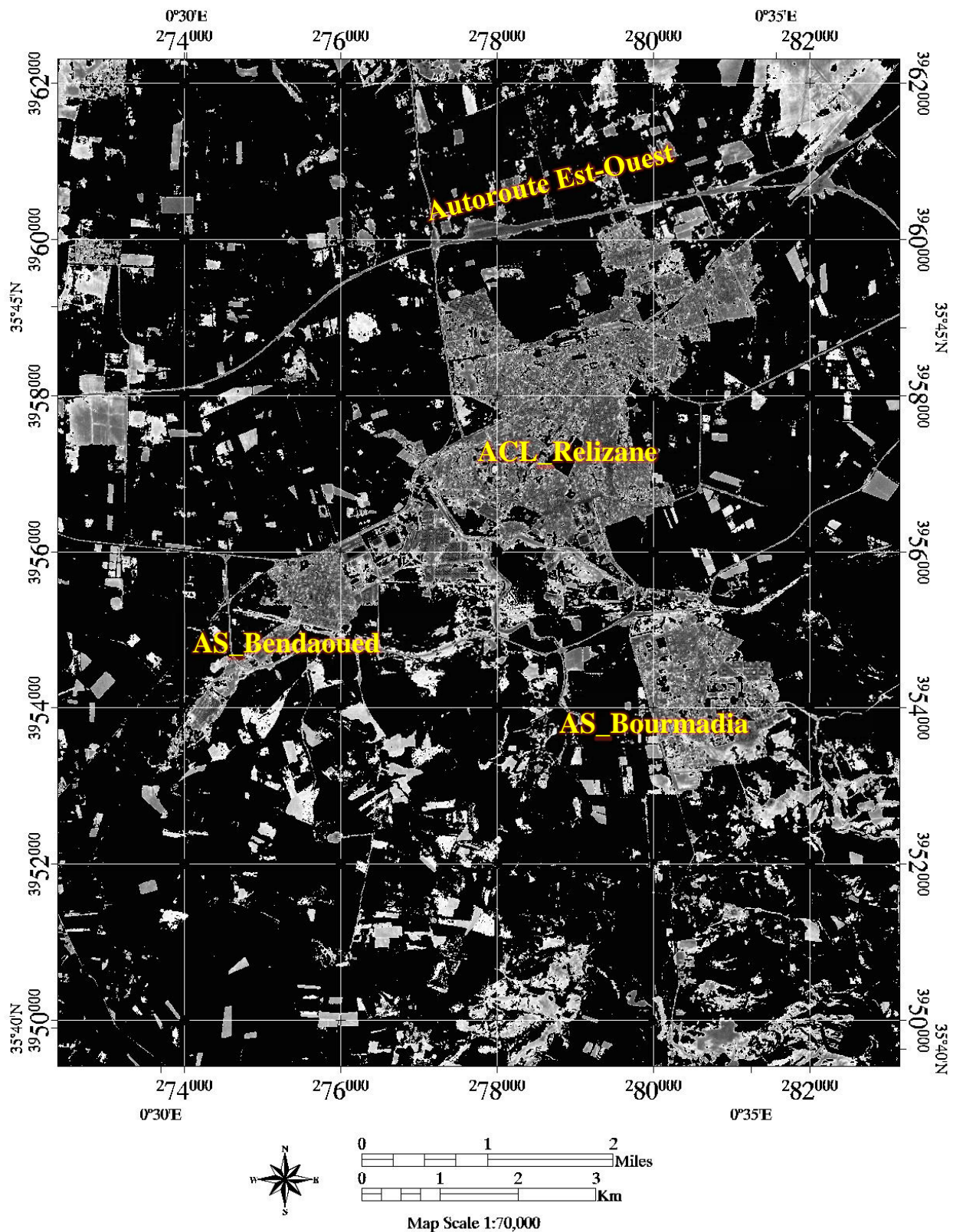


Figure N°30 : Extraction automatique de la tache urbaine par l'indice de végétation normalisé avec un masque inversé

### **III. 3. 2. Méthode 2 : indice de bâti normalisé (NDBI : Normalized Difference Built-up Index)**

Plusieurs indices de bâti peuvent également aider à l'extraction des bâtiments, comme le L'indice ISU (**ABDELLAOUI et ROUGAB. 1997**) qui est un indice de surface bâties et doit être complémentaire au NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) et mettre en évidence les bâtiments. Dans notre cas en se basant sur des images Landsat et Sentinel-2 l'utilisation de l'indice NDBI est possible car il nécessite la bande MIR qui est disponible dans ces deux satellites.

L'indice Normalized Difference built-up Index (NDBI) se base sur le fait que les zones urbaines ont généralement une réflexion plus élevée dans la bande MIR que dans la bande NIR (**ZHA et al. 2003**). Le NDBI est un indice utilisé pour cartographier les terres nues et artificialisées, il a été calculé en utilisant des bandes spectrales du satellite Landsat et du sentinel-2, dont les valeurs de sorties sont comprises entre -1 à 1 (comme NDVI). Cet indice met en évidence les zones urbaines où la réflectance est généralement plus élevée dans la région des infrarouges à ondes courtes (SWIR) que dans la région proche infrarouge (NIR). Dans notre cas, le NDBI a été utilisé pour extraire la tache urbaine ou artificialisée. (Figure N°31)

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR} \dots (5)$$

**Où : SWIR** : Short Wave Infra Red, **NIR** : Near infra Red

L'application cet indice (NDBI) nous a permis de déterminer l'aire urbaine par la combinaison des bandes spectrales (TM5 et TM4) des images Landsat et par la combinaison des bandes spectrales B12 et B08 du sentinel-2.

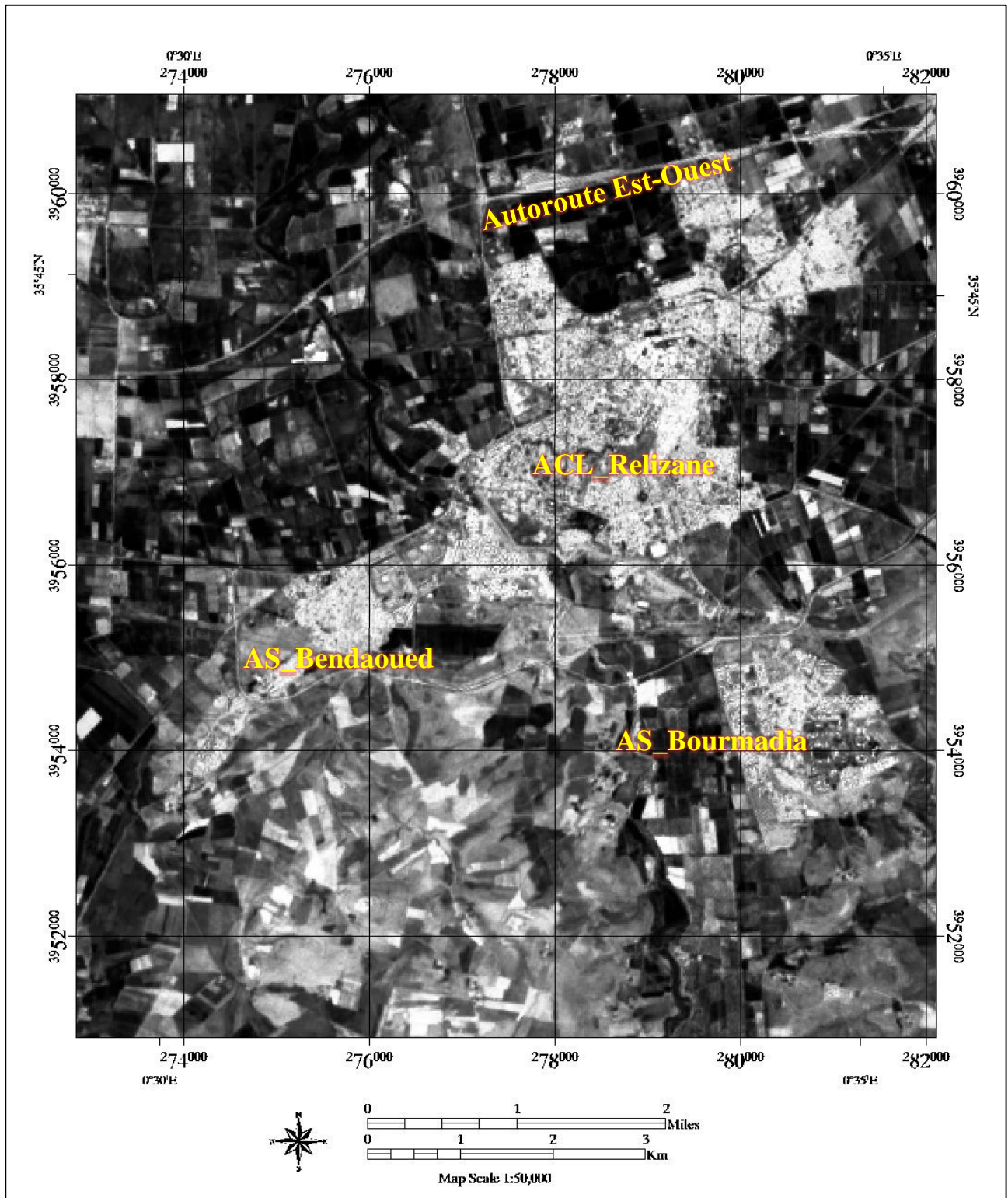


Figure N°31 : Extraction automatique de la tache urbaine par l'indice de bâti normalisé (NDBI) appliqué sur l'image du Sentinel-2 d'avril 2017

### **III. 3.3. Méthode 3 : combinaison des indices (NDBI et NDVI)**

L'indice le plus couramment utilisé pour examiner la distribution de la végétation est le NDVI (l'indice de végétation par différence normalisée). Un autre indicateur appliqué de la distribution de la végétation utilisée dans cette étude est le NDBI (Indice normalisé de différences établies), qui est utile pour surveiller la distribution des zones urbaines a rapporté que l'exactitude de l'extraction des zones urbaines basée sur une méthode antérieure qui utilise la différence entre le NDVI et le NDBI, était d'environ 90%. (ZHA Y et al 2003)

Donc deux indice sont utilisés dans cette méthode : le Normalized Difference Built-Up Index (NDBI) et le Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Le premier correspond à la différence normalisée pour le bâti et le deuxième à celle pour la végétation. Tous deux sont calculés à partir de bandes du satellite sentinel-2, la méthode consiste à soustraire l'indice de végétation (NDVI) de l'indice d'urbanisation (NDBI) donné dans la formule suivante :

$$\text{Tache artificialisée} = \text{NDBI} - \text{NDVI}$$

$$\text{NDBI} = \frac{\text{SWIR} - \text{NIR}}{\text{SWIR} + \text{NIR}} \dots\dots\dots()$$

**Où** : SWIR : courte longueur d'onde de l'infrarouge (Short Wave Infra Red), NIR : infrarouge (Near infra Red)

$$\text{NDVI} = \frac{\text{PIR} - \text{R}}{\text{PIR} + \text{R}} \dots (6)$$

**Où** : PIR : le canal de l'infrarouge, **R** : le canal du rouge

L'application cet indice (NDBI) nous a permis de déterminer l'aire urbaine par la combinaison des bandes spectrales B12 et B08 du satellite sentinel-2. (Figure N°32)

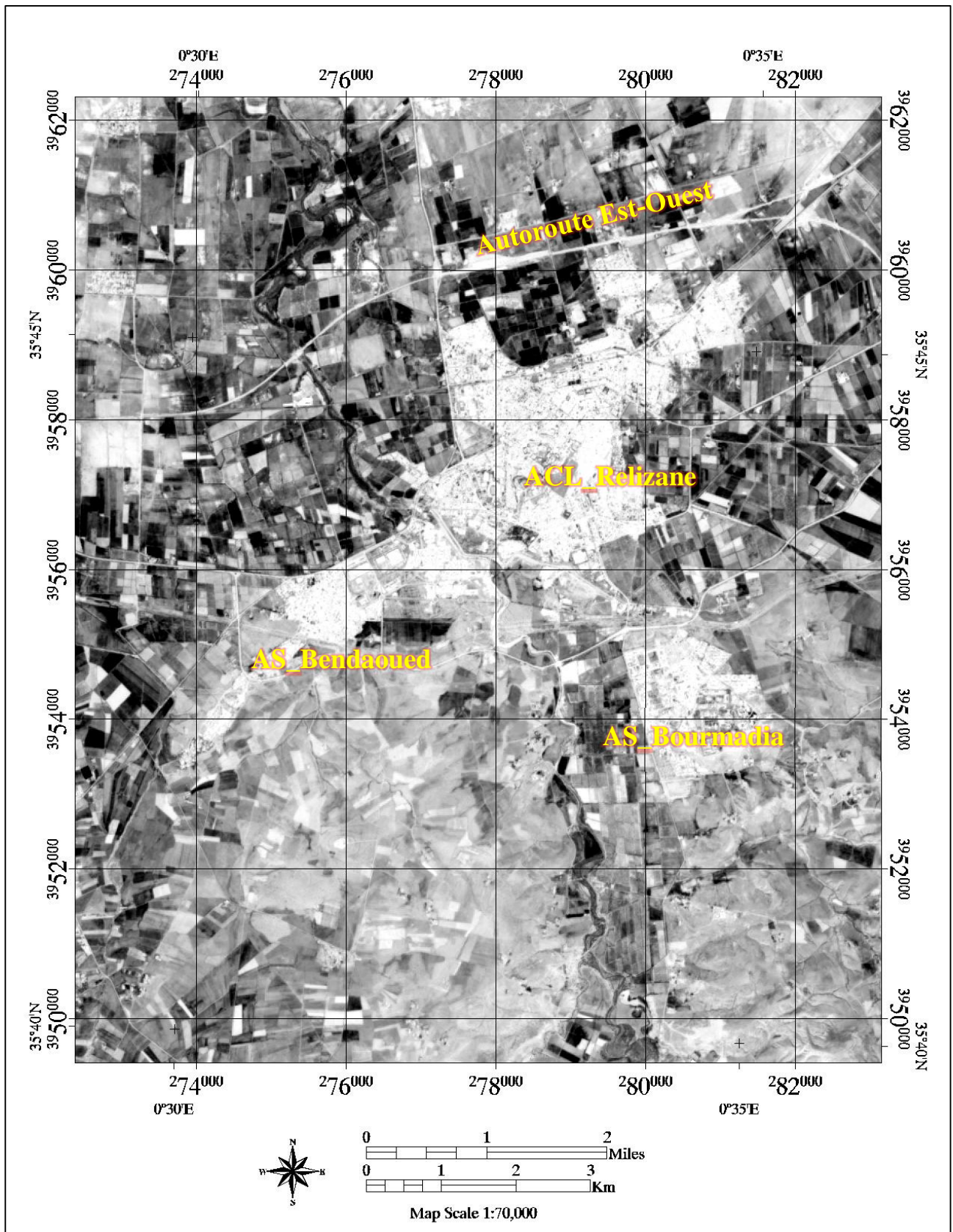


Figure N°32 :Extraction automatique de la tache urbaine par la combinaison des indices appliqué sur l'image du Sentinel-2 d'avril 2017

### **III. 3. 4. Quatrième méthode : indice de cuirasse**

Le néologisme provient de la cuirasse, qui est la croûte superficielle du sol, épaisse (allant jusqu'à plusieurs mètres) fortement durcie par des précipitations de fer et d'aluminium se formant surtout en climat intertropical à saisons sèches bien marquées (**FOUCAULT et RAOULT. 2000**)

L'indice de cuirasse (**POUCHIN. 2001**) permet de dissocier les couvertures végétalisées des étendues minérales (notamment des cuirasses). Les surfaces végétalisées et aquatiques apparaissent en noir alors que les surfaces minéralisées sont codées en gris clair ou en blanc. L'indice de cuirasse a pour formule :

$$\mathbf{IC} = \mathbf{[(3 \times B3) - B4 - 100]}$$

**B3** : Bande 3, bande spectrale dans la longueur d'onde du vert du satellite sentinel-2

**B4** : Bande 4, bande spectrale dans la longueur d'onde du rouge du satellite sentinel-2

Cet indice répond aux mêmes besoins que l'indice de l'NDBI des sols, mais a davantage performance pour la mise en évidence, et la différenciation des surfaces bâties des sols nus. Les surfaces végétalisées et aquatiques apparaissent en noir alors que les surfaces minéralisées sont codées en gris clair ou en blanc.

Un calcul de l'indice de cuirasse appliqué sur les images du satellite sentinel-2 a été fait dont le résultat est présenté dans la figure N°33.

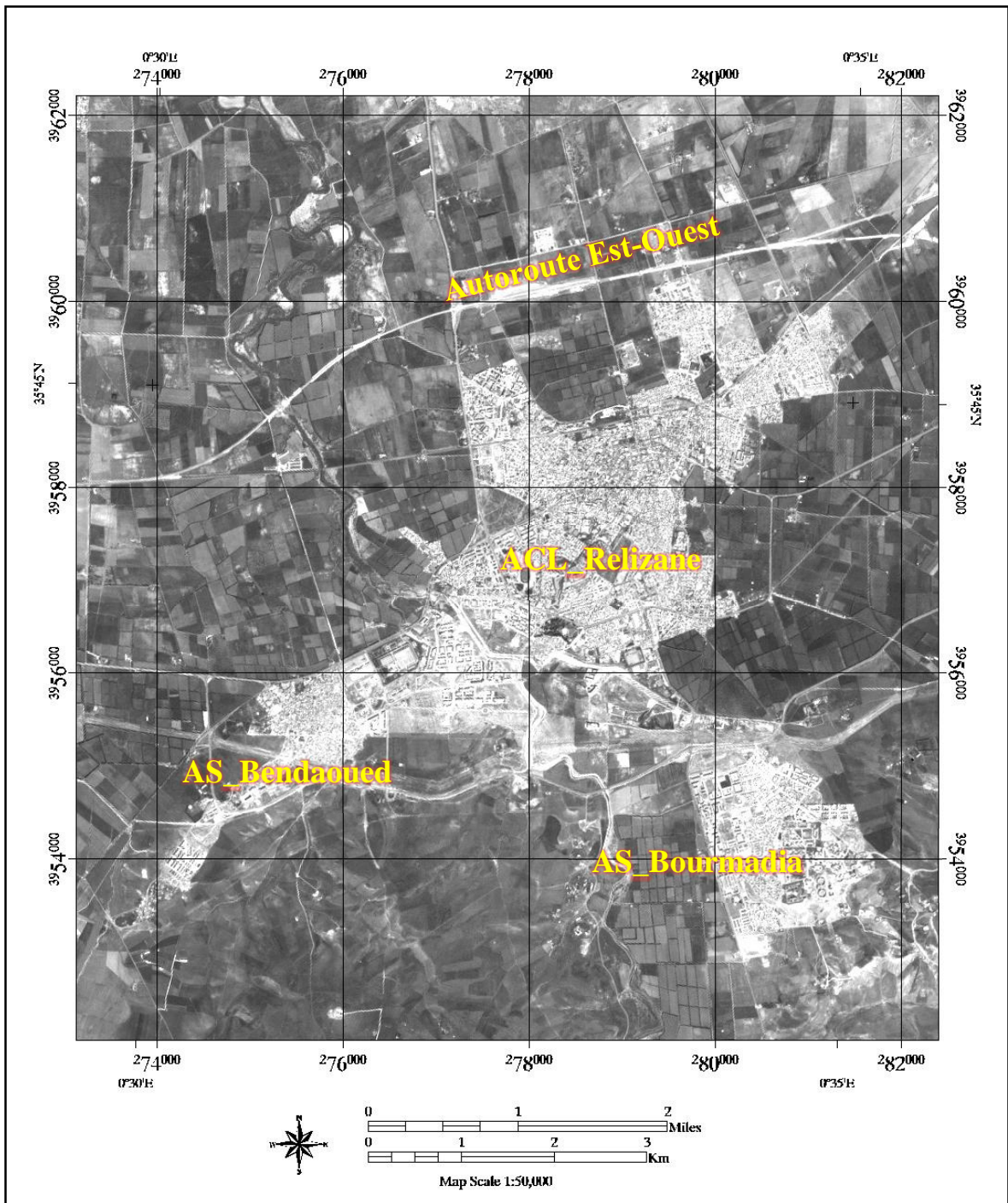


Figure N°33 : Extraction automatique de la tache urbaine par l'indice de cuirasse appliqué sur l'image du Sentinel-2 d'avril 2017

## **Conclusion**

La méthode en appliquant l'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.

En vue de validation des résultats obtenus une comparaison aux données statistiques a été faite, les informations statistiques fournies par les services spécialisés (O N S) ou par les enquêtes sur terrain au niveau de l'îlot, district, ou de l'ensemble urbain (population, emploi, habitat...), permettent la comparaison immédiate des divers résultats existants dans les parties de la ville et l'appréhension de certains caractères de l'espace urbain étudié.

Les données statistiques élaborées sont reportées sous forme de valeurs absolues, de pourcentages calculés dans les trois dernières décennies (1990-2017).

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 837,60ha (**DUCH Relizane. 2017**) et afin de pouvoir calculer la superficie des extensions faites sur les terrains agricoles aux alentours des extensions urbaines.

# **CHAPITRE III.**

## **RÉSULTATS ET DISCUSSIONS**

## Introduction

Comme nous avons déjà dit, la plaine de la Mina a connu de très grandes mutations urbaine et agricole, sachant que l'extension urbaine était au détriment des terrains agricoles, on va dans cette étape évaluer cette extension artificialisée en se basant sur les images traitées avec les méthodes décortiquées dans le chapitre précédent.

Rappel...

La population rurale est définie par rapport au statut de l'agglomération ainsi que la proportion d'actifs agricoles au niveau de chaque commune. Ainsi plus de 36 % de la population de la plaine de la Mina ont été classés comme étant ruraux par le recensement général de la population et de l'habitat de 2008. Cette population rurale est représentée par commune comme suit : (tableau N°35)

100 % pour les communes de Sidi khatteb, Belaacel Bouzagza et Sidi Saada, **73 % pour Yellel, 56% pour Oued El Djemaa**, moins de 25% pour Bendaoud et El-Matmar et 02 % pour la commune de Relizane le tableau suivant présente la répartition de la population rurale dans la plaine de la Mina.

**Tableau N°35 : Répartition de la population rurale**

	Commune / Régions agricoles	Totale	Rurale	% rurale	Totale Active	Active agricole	% act.agr par rapport au total
Plaine de la Mina	<b>Relizane</b>	<b>130092</b>	<b>2857</b>	<b>2%</b>	<b>40322</b>	<b>3134</b>	<b>8%</b>
	Bendaoued	17953	4520	25%	5622	1285	23%
	<b>Oued El Djemaa</b>	<b>23480</b>	<b>13116</b>	<b>56%</b>	<b>7492</b>	<b>5532</b>	<b>74%</b>
	El-Matmar	17442	4075	23%	5362	2704	50%
	<b>Yellel</b>	<b>38101</b>	<b>27821</b>	<b>73%</b>	<b>11165</b>	<b>6830</b>	<b>61%</b>
	Sidi Saada	17558	17558	100%	5420	1963	36%
	Belaassel Bouzagza	12905	12905	100%	4210	2129	51%
	Sidi Khatteb	14074	14074	100%	4362	2208	51%
	<b>Plaine de la Mina</b>	<b>271605</b>	<b>96926</b>	<b>36%</b>	<b>83955</b>	<b>25785</b>	<b>31%</b>

Source : ONS2008

Après une bonne étudiasions du tableau, on a choisi la commune chef lieux (Relizane) qui représente la plus grande masse artificialisée dans la Mina, et les deux commune Oued El Djemaa et Yellel qui présentent les rapports les plus élevés de la population active rurale par rapport à sa population totale active (74% pour Oued El Djemaa et 61% pour Yellel) pour faire notre suivi de l'évolution des espaces artificialisés et d'étude de la dégradation des agrosystèmes dans la plaine de la Mina

## **Analyse, critiques, résultats et discussion**

### **I. Analyse :**

Les indices sont des analyses multivariées c'est à dire des traitements élaborés à partir de plusieurs canaux. Il s'agit souvent d'opérations mathématiques, plus ou moins simples visant soit à réduire la somme d'informations, ou bien la mise en évidence de thèmes particuliers (végétation, sols...).

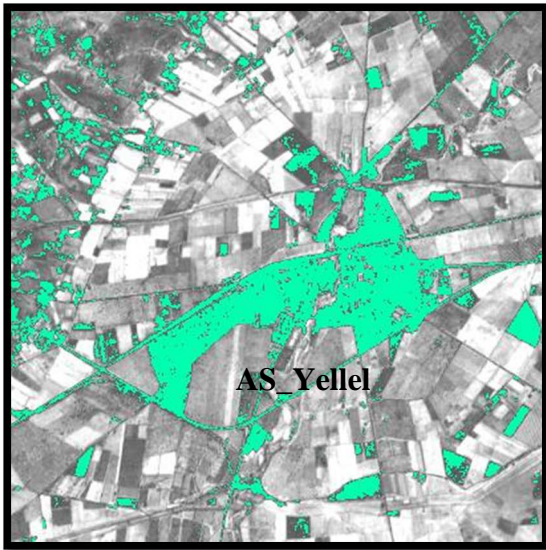
Suite à l'application des quatre méthodes expliquées au chapitre II dans cette partie, on a pu faire notre estimation de surface de manière consiste à digitaliser l'expansion urbaine à partir de l'image résultante, en comparant les différentes estimations de surface, on peut conclure que les résultats obtenus fiable.

Pour d'identifier et de suivre l'expansion urbaine dans les trois communes (ACL de Relizane, commune d'Oued El Djemaa et commune de Yellel) sur l'image du sentinel-2 du mois d'Avril année 2017, cette image a une résolution spatiale fine (10m), qui nous aides à mieux cerner les contours urbains et permettre une quantification des extensions urbaines. Les figures qui suivent présentent les superficies estimées dans chaque méthode.

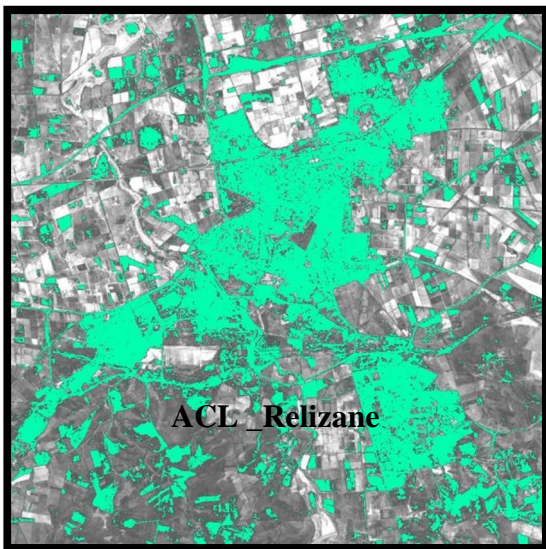
Afin de mesurer cette extension, on a déduit qu'il est nécessaire de faire une classification à partir des valeurs radiométriques pour extraire l'enveloppe urbaine et masqué les autres objets de l'image. Après l'extraction des extensions urbaines, plusieurs étapes vont être réalisées sur l'image déjà classée et sur l'image des indices (NDVI, NDBI, NDBI-NDVI, IC) afin de localiser et de calculer la superficie des zones d'extensions.

- Une délimitation des zones urbaines sur chaque image issue de l'indice de cuirasse déjà classée.
- Une conversion des formats de fichiers vecteurs E V F du logiciel ENVI 4.7 et 5.3
- Une conversion des formats de fichiers D X F du logiciel AUTOCAD-2013.
- Une conversion des formats des fichiers vecteurs TAB et MIF du logiciel MAPINFO-8.5
- Une importation et exportation des fichiers dans ces différents le dans leurs formats d'échanges
- Une superposition des fichiers vecteurs et rasters et l'application des masques.
- Le filtrage qui est l'un traitements simples à mettre en œuvre et qui fonctionnent sur la plupart des milieux observés.

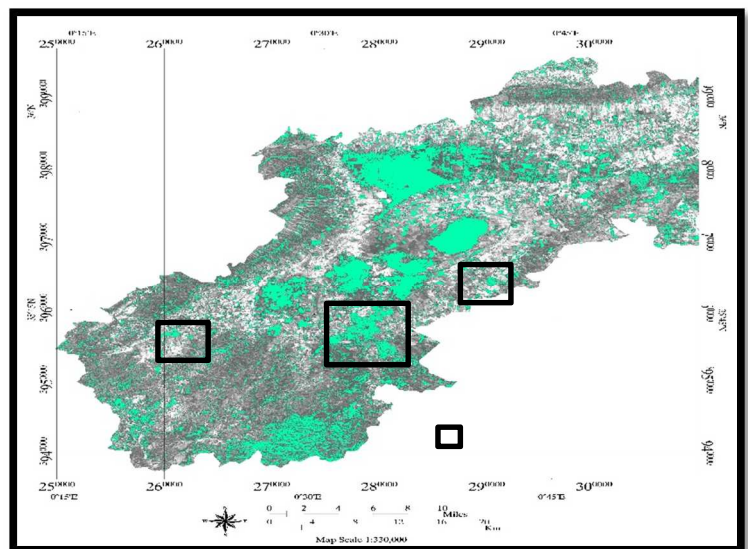
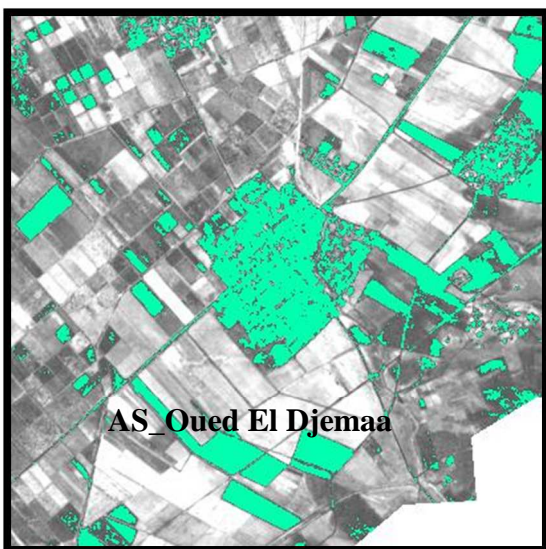




**Figure N°35 : Méthode 1 : Extraction automatique et estimation de la superficie de la tache urbaine par l'indice de végétation normalisé NDVI avec un masque inversé (image prise au mois d'avril 2017 du satellite Sentinel-2)**



	Sup estimée	Sup réelle
Yellel	<b>266.11 Ha</b>	<b>262.00 Ha</b>
<b>Relizane</b> (groupement Relizane Bourmadia et Bendaoued)	<b>867.84 Ha</b>	<b>837.60 Ha</b>
Oued El Djemaa	<b>177.22 Ha</b>	<b>174.73 Ha</b>



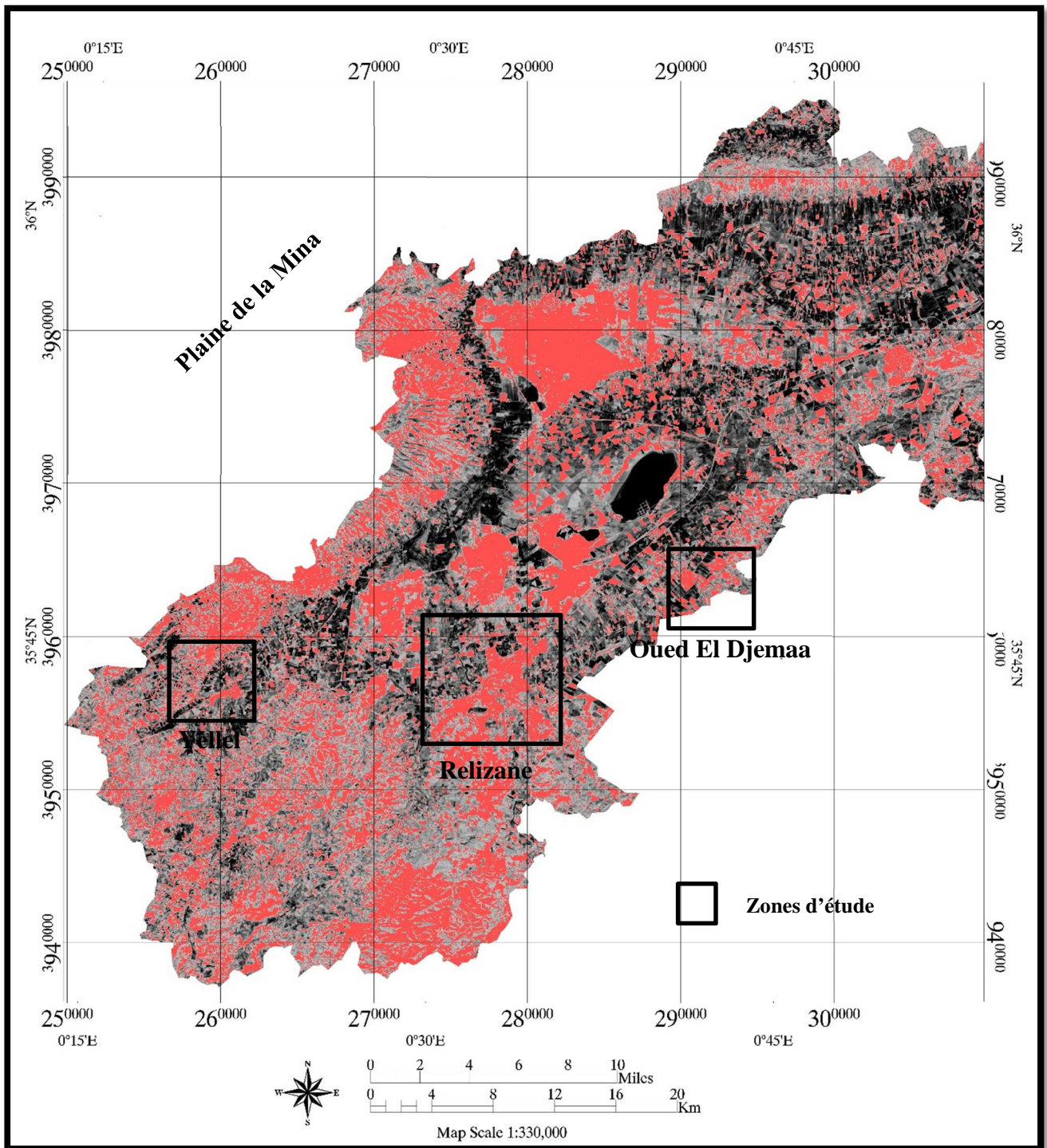
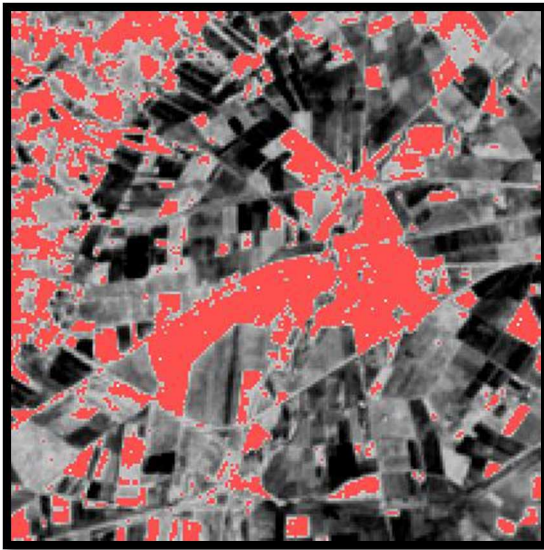
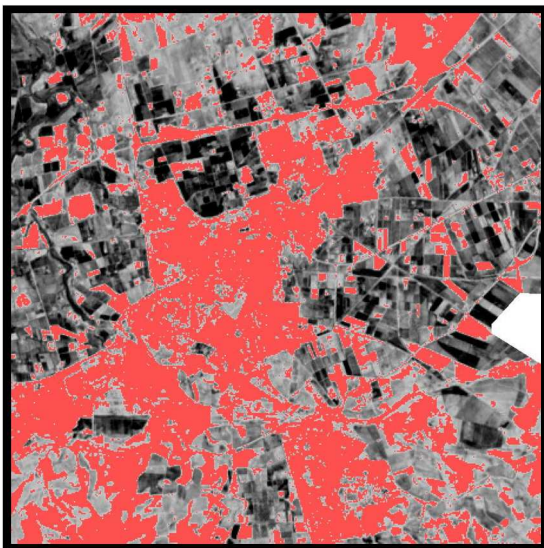


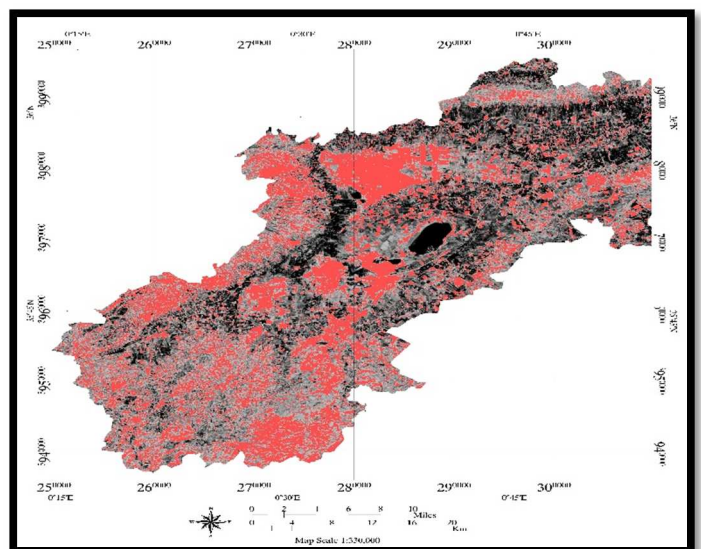
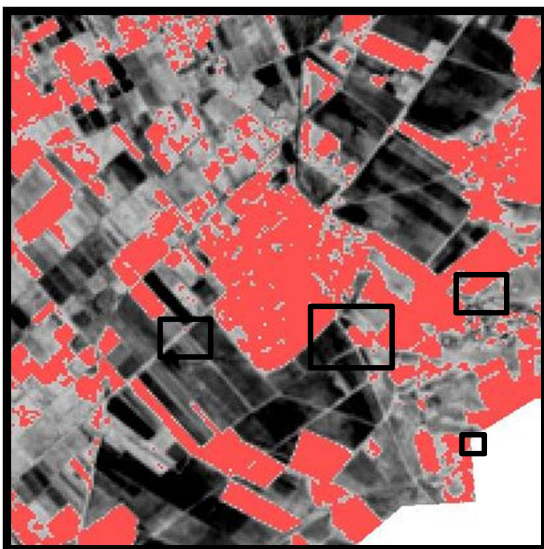
Figure N°36 : Extraction automatique de la tache urbaine par l'indice de bâti normalisé NDBI

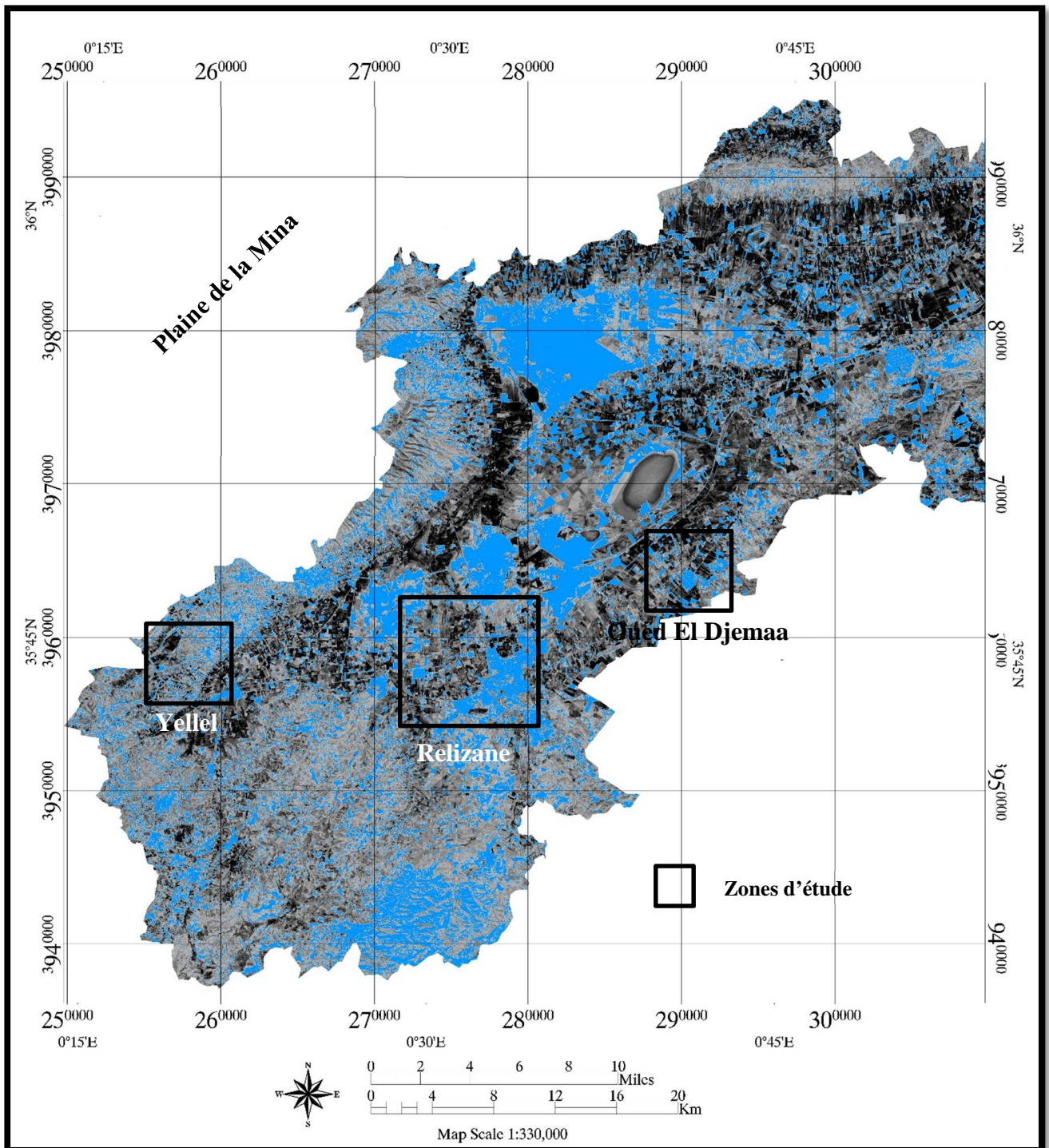


**Figure N°37 : Méthode 2 : Extraction automatique et estimation de la superficie de la tache urbaine par combinaison de l'indice de bâti normalisé (NDBI). (Image prise au mois d'avril 2017 du satellite Sentinel-2)**

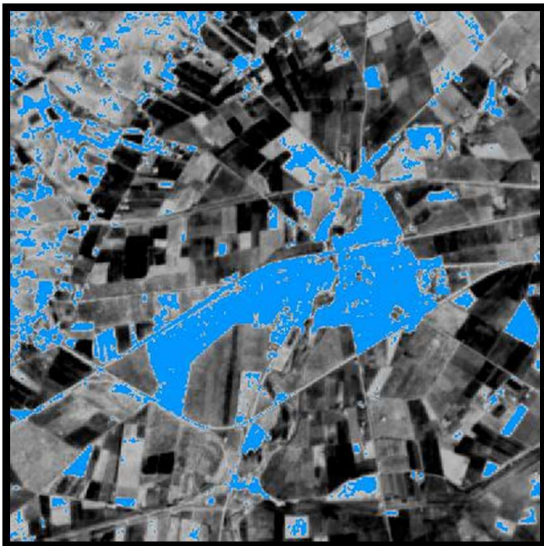


	Sup estimée	Sup réelle
Yellel	271.35 Ha	262.00 Ha
<b>Relizane</b> (groupement Relizane Bourmadia et Bendaoued)	<b>901.20 Ha</b>	<b>837.60 Ha</b>
Oued El Djemaa	179.08 Ha	174.73 Ha

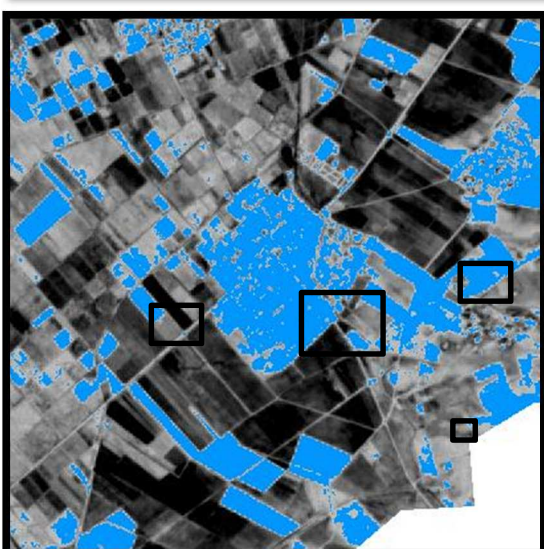
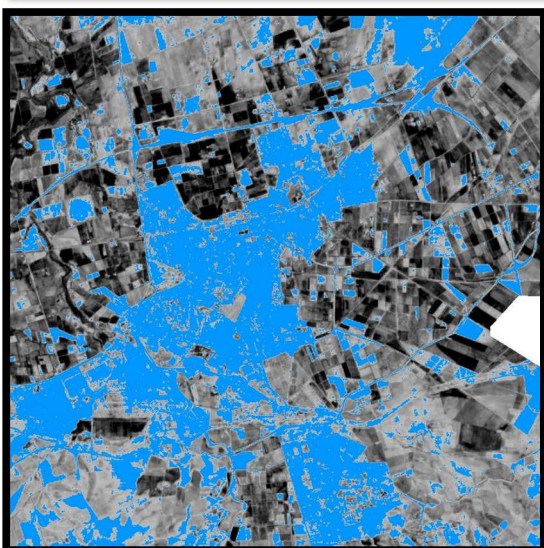




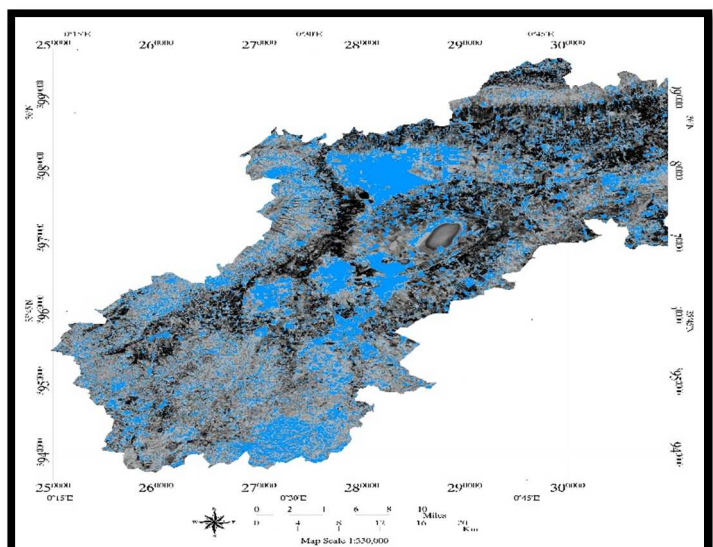
**Figure N°38 : Extraction automatique et estimation de la superficie de la tache urbaine par combinaison de l'indice de bâti normalisé NDBI et indice de végétation (NDBI – NDVI). (Image prise au mois d'avril 2017 du satellite Sentinel-2)**

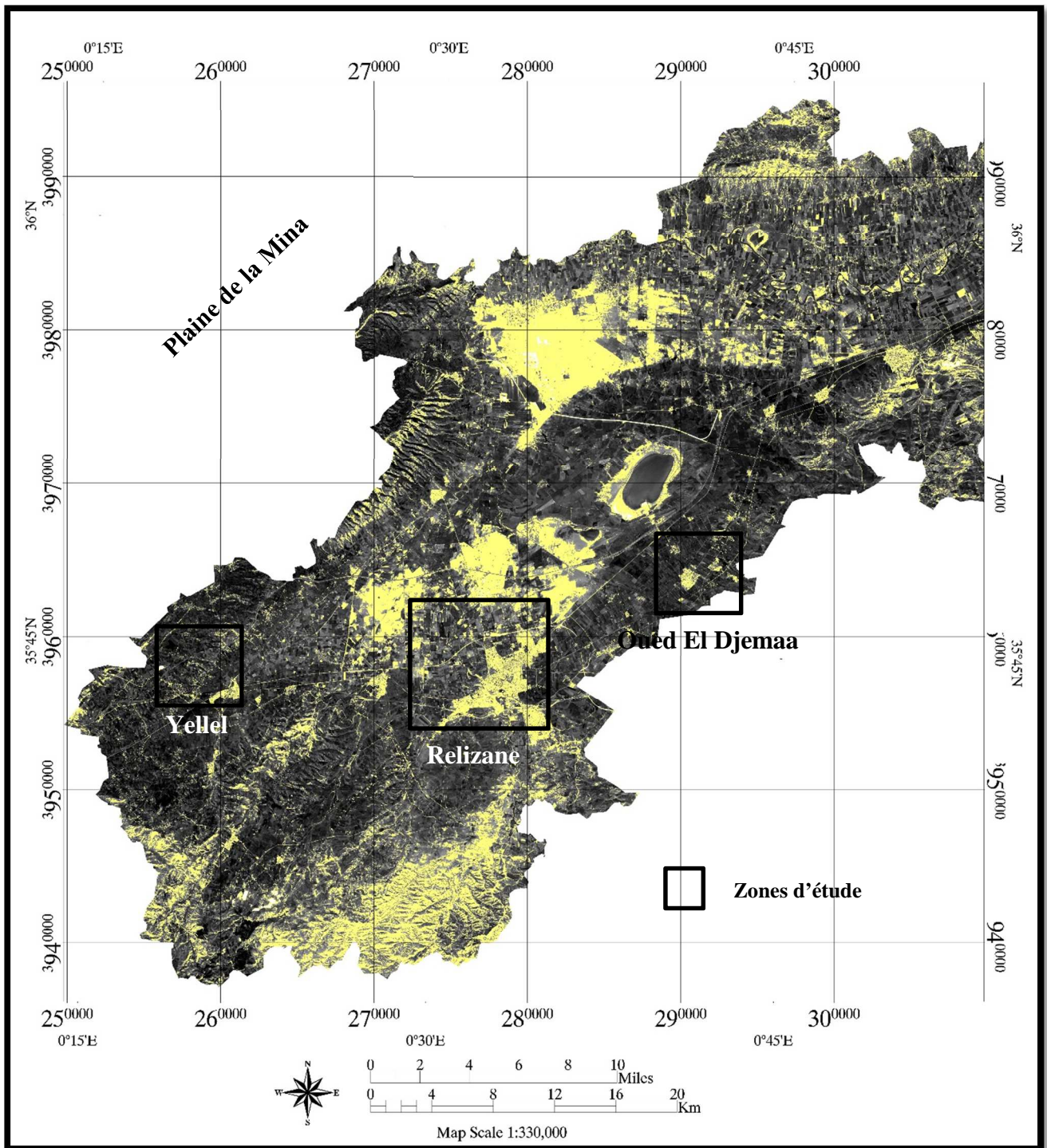


**Figure N°39 : Méthode3 : Extraction automatique et estimation de la superficie de la tache urbaine par combinaison de l'indice de bâti normalisé NDBI et indice de végétation (NDBI – NDVI). (Image prise au mois d'avril 2017 du satellite Sentinel-2)**

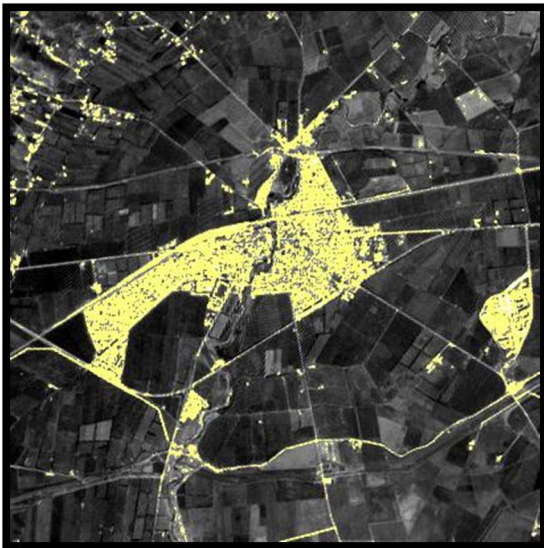


	Sup estimée	Sup réelle
Yellel	<b>269.77 Ha</b>	<b>262.00 Ha</b>
<b>Relizane</b> (groupement Relizane Bourmadia et Bendaoued)	<b>883.15 Ha</b>	<b>837.60 Ha</b>
Oued El Djemaa	<b>177.01 Ha</b>	<b>174.73 Ha</b>

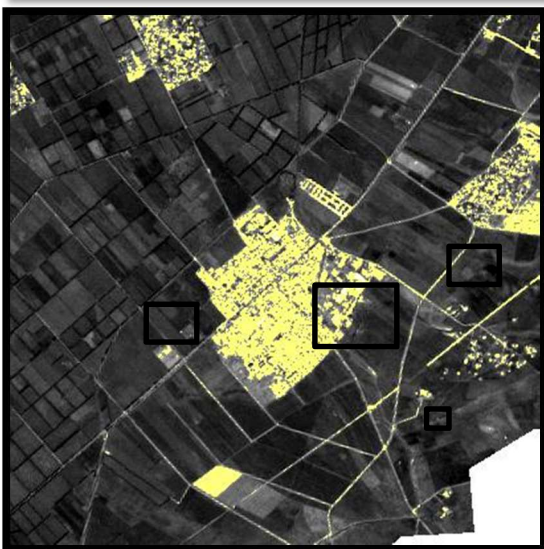
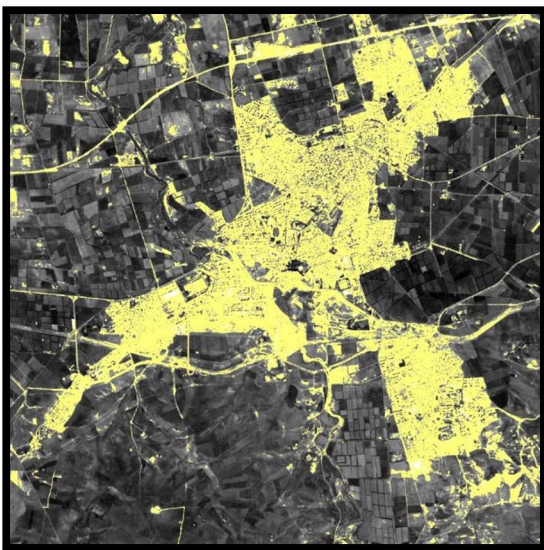




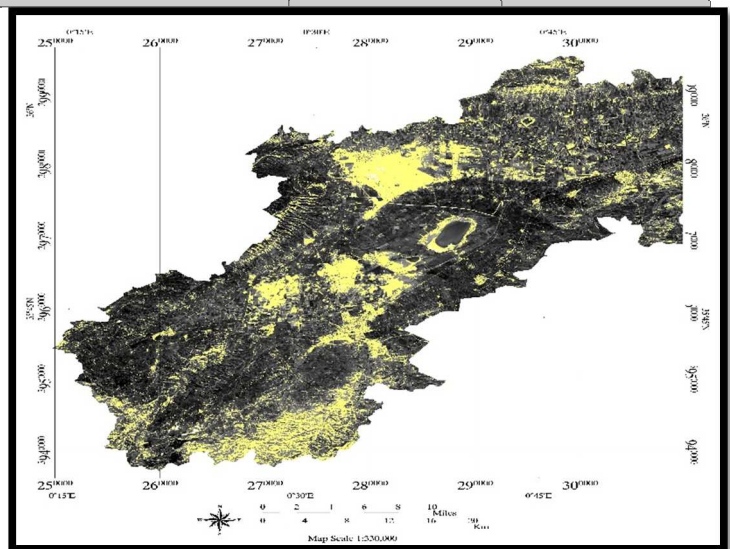
**Figure N°40 : Extraction automatique et estimation de la superficie de la tache urbaine par combinaison de l'indice de cuirasse (IC). (Image prise au mois d'avril 2017 du satellite Sentinel-2)**



**Figure N°41 : Méthode 4 : Extraction automatique et estimation de la superficie de la tache urbaine par combinaison de l'indice de cuirasse (IC). (Image prise au mois d'avril 2017 du satellite Sentinel-2)**



	Sup estimée	Sup réelle
Yellel	<b>262.41 Ha</b>	<b>262.00 Ha</b>
<b>Relizane</b> (groupement Relizane Bourmadia et Bendaoued)	<b>838.90 Ha</b>	<b>837.60 Ha</b>
Oued El Djemaa	<b>175.01 Ha</b>	<b>174.73 Ha</b>



**Tableau N°36 : Superficies réelles et estimées par les quatre méthodes dans les trois communes (Relizane, Yellel et Oued El Djemaa)**

		Superficie réelle (Ha)	Superficie estimée (Ha)	Différence (Ha)	Taux d'erreur %
Groupement Relizane Bourmadia Bendaoued	NDVI	<b>837.60</b>	867.84	30.24	3.6
	NDBI		901.20	63.60	7.6
	NDBI – NDVI		883.15	45.55	5.4
	IC		<b>838.90</b>	<b>1.30</b>	<b>0.15</b>
Agglomération Yellel	NDVI	<b>262.00</b>	266.11	4.11	1.6
	NDBI		271.35	9.35	3.6
	NDBI – NDVI		267.77	5.77	2.2
	IC		<b>262.41</b>	<b>0.41</b>	<b>0.15</b>
Agglomération Oued El Djemaa	NDVI	<b>174.73</b>	177.22	2.49	1.4
	NDBI		179.08	4.35	2.5
	NDBI – NDVI		177.01	2.28	1.3
	IC		<b>175.01</b>	<b>0.28</b>	<b>0.16</b>

## II. Critiques

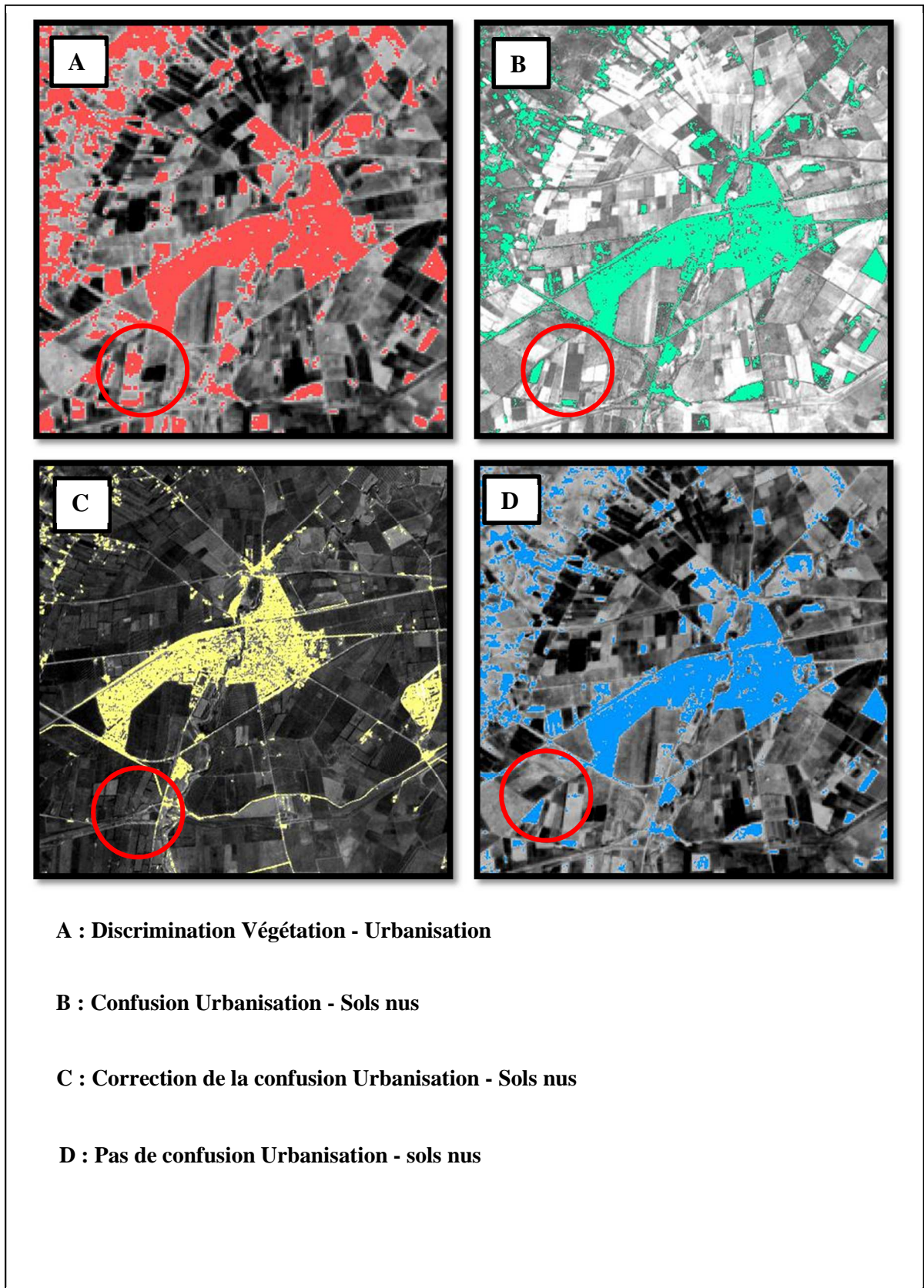
Les images résultats obtenues dans la première méthode, par la technique de l'indice de végétation (NDVI), ne nous a pas donné une bonne illustration de l'espace urbain. Sur les figures nous remarquons nettement l'évolution de la strate végétale des parcelles agricoles se trouvant sur la périphérie de l'agglomération de Relizane qui à aider délimiter le contour de l'espace urbanisé, estimation de sa superficie égale à 867.84 ha avec un taux d'erreur de 3.6% soit 30ha. (tableau N°36)

Nous tenons à signaler que cette méthode n'était pas fiable pour la détection du phénomène urbain, mais elle nous a guidé à distinguer qu'il y'a une disparition des terrains agricoles dans la plaine de la Mina, donc suite à cette analyse de l'indices de végétation on a pu déterminé que les extensions urbaines ont été faite sur ces terrains agricoles.

Une deuxième méthode a été appliquée pour faire apparaître le phénomène urbain, afin de suivre son évolution. Nous remarquons que les images résultats issues des traitements réalisés par la méthode de l'indice de bâti normalisé (NDBI) ne sont pas fiable, car cette méthode nous a donné un chiffre de la surface bâti égale à (901,20 ha avec une différence de 63,60 ha soit un taux d'erreur de 7,6% dans l'agglomération chef-lieu Relizane), on explique cette exagération par la confusion des surfaces bâties aux sols nus adjacents. Cet indice n'a pas donné grande chose sur le phénomène urbain, mais il était utile pour la caractérisation des sols, Ce qui nous a informé sur le sens des extensions urbaines. (tableau N°36)

La troisième méthode est parmi les applications nouvelles qui consiste à combiner les indices, le résultat n'est pas très représentatif, car elle nous illustre la superficie des extensions urbaines avec un chiffre un peu élevé (883,15 ha avec une différence de 45,55 ha soit un taux d'erreur de 5,4% dans l'agglomération chef-lieu Relizane), mais nous remarquons bien que cette application a corrigé la deuxième méthode en éliminant certains parcelles nues qui ont été considéré comme des terres urbanisée. (tableau N°36)

La quatrième méthode est celle de l'indice de cuirasse (IC), il a donné une très bonne illustration de la tache artificialisée, et nous permettant de discriminer la partie urbanisée. Il apparaît en jaune et présente aucune confusion avec les terrains nus au contigu (838,90 ha avec une différence de 1,3 ha soit un taux d'erreur de 0,15%). On tient à signaler que cet indice est le plus significatif dans notre étude. (tableau N°36)



**Figure N° 42 : Comparaison entre les quatre méthodes de détection de l'espace urbanisé dans la plaine de la Mina (ex : commune de Yellel)**

### III. Interprétations

Aujourd'hui pratiquement près de 57.5% de la population dans la plaine vit en milieu urbain, contre 52.15% en 1998 et 33.63% en 1987. Ceci montre l'ampleur du processus d'urbanisation. 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.

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.

#### III. 1. Evolution de la population urbaine entre 1987 et 1998

Cette décennie a connu 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 d'Ami moussa qui a vu son taux d'urbanisation passer de 54% à 92% puisqu'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 liée 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.

#### III. 2. Evolution de la population urbaine en 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.

### III. 3. Etalement urbain au détriment des terres agricoles

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 (ONS 2008). (tableau N°37).

**Tableau N° 37 : Etat du foncier dégagé par les PDAU approuvés**

Secteurs d'urbanisation	Surface Dégagée (hectares)
Urbain (U)	184,99
A Urbaniser (AU)	1961,81
Urbanisation Future (UF)	1594,24
<b>Total</b>	<b>3741,04</b>

Source DUC Relizane- avril 2013

**Tableau N° 38 : Vocation du foncier dégagé par les PDAU approuvés**

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

Source DUC Relizane- avril 2013

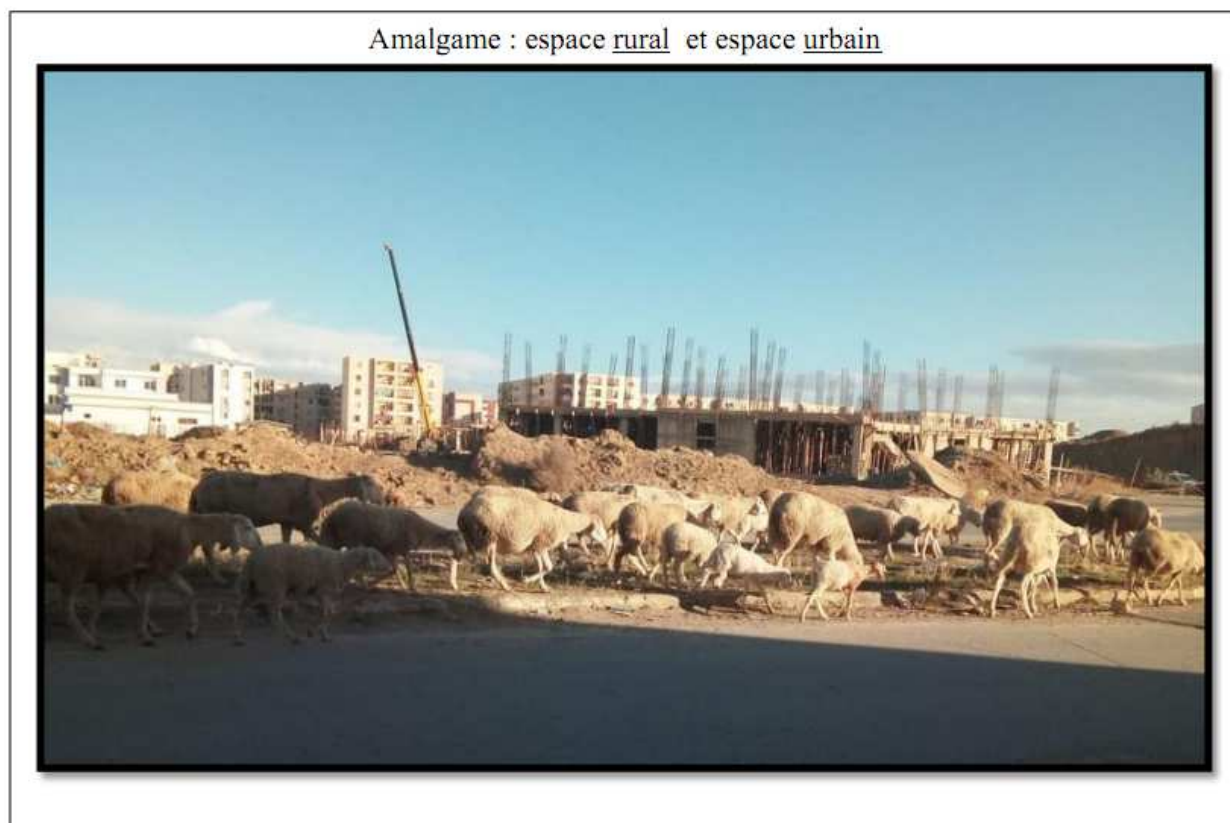
La surface totale dégagée par les PDAU s'élève à **3741,04 ha** pour toute la wilaya. Pour le court et moyen termes, plus de 85 % des terrains dégagés ont été consommés, 38,74 % des terrains dégagés pour le long terme sont consommés. Plus du 1/3 des terrains restent encore libres tous secteurs. (tableau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

**Tableau N°39 : Disponibilité foncière par commune et par secteur d'urbanisation**

COMMUNES	SECTEURS URBANISMES (HA)			SECTEUR A URBANISER((HA)			SECTEURS D'URBANISATION FUTURE		
	SURF. Totale Ha	SURFACE DISPONIBLE		SURF. Totale Ha	SURFACE DISPONIBLE		SURFACE TOTALE Ha	SURFACE DISPONIBLE	
		Moment APP	A CE JOUR		Moment APP	A CE JOUR		Moment APP	A CE JOUR
COMMUNE RELIZANE	838	00,00	00,00	199.83	201.96	567.71	467.24	456.06	456.06
<b>TOTAL WILAYA</b>	<b>3518,68</b>	<b>35,97</b>	<b>35,48</b>	<b>1233,62</b>	<b>1135,56</b>	<b>1257,15</b>	<b>1544,70</b>	<b>1466,34</b>	<b>1161,08</b>

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. (tableau N°39).



## **Conclusion**

L'interprétation visuelle des images est une étape indispensable qui nous suit pendant tous les traitements effectués sur les images et surtout localiser les zones d'évolution urbaine, après avoir corrigé géométriquement nos images, pour rendre la conforme à un type de projection cartographique connu (UTM, fuseau 31), pour faciliter les manipulations entre les logiciels, parmi ces traitements on cite la superposition du fichier limite de communes sur les images d'indices et de la composition colorée, la délimitation par interprétation visuelle des zones d'évolution urbaine sur chaque image, basant sur les fichiers vecteurs du logiciel MapInfo8.5 pour positionner les communes.

Suite aux traitements effectués ci-dessus, quatre images d'indices ont été établies caractérisant le tissu urbain représentant les trois (03) communes de la wilaya de Relizane choisies pour l'étude. Les figures suivantes présentent respectivement les quatre méthodes appliquées dans nos traitements.

Pour une utilisation rentable de l'information il convient de bien connaître sa fiabilité. Le niveau attendu de l'information devrait être connu et pris en considération lors de l'utilisation des données. Les résultats de l'analyse de télédétection et de tout autre type d'information spatiale devraient être complétés par des sorties et des investigations sur le terrain.

Cette phase implique la vérification des produits de la phase précédente. On procède à un test de précision conventionnel au cours duquel des points d'échantillonnage sont sélectionnés puis mesurés sur le support d'information de télédétection et comparés à des données provenant de prospections de terrain indépendantes.

## **Conclusion générale**

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 dégradation des agrosystèmes dans la plaine de la Mina.

Et pour bien gérer la tache urbaine nous avons proposées la présente étude en utilisant le traitement nécessaire de télédétection pour l'extraction des changements spatiotemporels et les déséquilibres des agrosystèmes. Les méthodes retenues pour cette étude sont la méthode de l'indice de cuirasse qui nous a aidé à extraire l'enveloppe urbaine et quantifier l'extension du tissus urbain, ainsi que la méthode de l'interprétation visuelle pour estimer les superficies dégradées. A l'issue de cette étude, il apparaît que l'indice de cuirasse apporte une contribution, tout à fait performante à la cartographie dans le cas de ces études.

Afin de coordonner les recherches et les applications de cette nouvelle méthode, l'objectif principal de notre travail est de montrer dans quelle mesure, les images prises par satellite conviennent à la détection et la cartographie de la tache artificialisée à l'échelle de notre zone d'étude.

Pour conclure, ces résultats mettent en exergue l'intérêt de l'utilisation de la télédétection et des SIG pour la quantification et le suivi de l'artificialisation. La démarche mise en œuvre dans ce travail a privilégié l'application de méthode des indices déjà éprouvées et facilement reproductibles. Elles ont montré que l'étalement urbain entraîne des modifications importantes des structures paysagères qui à leur tour impactent les agrosystèmes et le monde rural.

## **Perspectives**

Nous pouvons souligner que cette étude, devrait permettre de gérer l'espace urbain et de contrôler sa dynamique, et permettre de dresser des scénarios prospectifs pour l'aménagement du territoire urbain.

L'intégration des données de télédétection avec les autres données par le biais des SIG reste une de recherche très certaine, pour l'élaboration d'un système d'information sur les composantes urbaines.

Ensuite, la réalisation d'une carte des sols, qui sert à identifier tous les types des terrains existants, afin de faire un bon classement des terres agricoles au lieu d'un déclassement de ces terres pour des raisons d'urbanisation et de lutte contre les explosions démographiques.

Dans notre cas, et puisque notre extension est déjà faite, nos cartes citées au-dessus peuvent nous aider à critiquer les orientations du PDAU, et de proposer une orientation future qui rentre en enjeux les perspectives de préservation des terres agricoles, des agrosystèmes maintenus et du monde rural en générale.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABDELLAOUI A et ROUGAB A. 1997.** Caractérisation de la réponse du bâti: application au complexe urbain de Blida. Télédétection des milieux urbains et périurbains, pp. 75-83.
2. **ABRAMS M. et HOOK S. 2002.** Aster User Handbook, version 2. Jet propulsion laboratory. 4800 Oak Grove Dr. Pasadena, GA 91109, 135 p.
3. **AGUEJDAD R. 2009.** Étalement urbain et évaluation de son impact sur la biodiversité, de la reconstitution des trajectoires à la modélisation prospective. Application à une agglomération de taille moyenne : Rennes Métropole, Thèse de doctorat en géographie, Université Rennes 2.
4. **AIRAULTN S et JAMET O.** Détection et restitution automatique du réseau routier sur des images aériennes, *Traitement du signal* 12(2), 189-200,1995
5. **ALBERTI M. 2008.** Modeling the Urban Ecosystem: A Conceptual Framework, in MARZLUFF J.et SHULENBERGER E, ENDLICHER W, ALBERTI M, BRADLEY G, RYAN C., SIMON U., ZUMBRUNNEN C. (eds.), *Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature*, New York (Springer).
6. **ARONOFF S. 1989.** Geographic Information System; A Management Perspective. Ottawa, Canada : WDC Publications.
7. **BAGNOULS F. & GAUSSEN M. (1953).** - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88, 193-239.
8. **BAOUCHE Fatiha.2014. thèse:** L'évolution du foncier agricole en Algérie à travers les réformes. Centre d'étude et de recherche sur les territoires et l'environnement. Université de Poitiers. 307p
9. **BARET F et GUYOT G. 1991.**Potentials and limits of vegetation indices for LAI and PAR assessment. *Remote Sensing of Environment* 35: 161-173.
10. **BARET F, GUYOT G et MAJOR DJ. 1989.** TSAVI: a vegetation index which minimizes soil brightness effects on LAI and APAR estimation. In: *Proceedings of the 12th Canadian Symposium on Remote Sensing IGARRS'90*, Vancouver, Canada, pp. 1355–1358.
11. **BEDRAOUI Mohammed .2006.** Connaissances et utilisation des ressources en sol au Maroc ; Le Maroc possible ; Une offre de débat pour une ambition collective Rapport de la cinquantaine.

12. **BENACHOUR Kheireddine .2006** . Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation Impact du phénomène en Algérie).
13. **Benbrahim F. K., Ismaili M., Fikri Benbrahim S., Tribak A. (2004)**. Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation : impact du phénomène au Maroc. *Sécheresse*, 01/10/2004, vol. 15, n. 4, p. 307-320
14. **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.
15. **BENDIAF Bouteldja et REHAB Hichem**. Conception et déploiement d'un système de Géo-business Intelligence, Cas Stations-services GD de Naftal Spa, mémoire d'ingénieur en informatique, 2004/2005.
16. **BENHADJ Iskander .2008**. Thèse : Observation spatiale de l'irrigation d'agrosystèmes semi-arides et Gestion durable de la ressource en eau en plaine de Marrakech. Université Paul Sabatier, Toulouse III
17. **BENHANIFIA K. 1998**. Détection de changements dans un terrain montagneux à partir des images bidate; TM de Landsat-5 corrigées des effets atmosphériques relatifs. Cas de la forêt de M'sila (Oran), mémoire de Magister, Centre National des Techniques Spatiales, 119 p.
18. **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.
19. **BENMESSAOUD H, KALLA M et 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.
20. **BENMOHAMMADI A, BENMOHAMMADI L, BALLAIS J et 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.
21. **BENSAID A. 1997**. Traitement des données multisource et conception d'une base de données dans un SIG en vue de la caractérisation d'un milieu physique : application à une zone steppique au nord de Laghouat. Thèse de magister, Centre National des Techniques Spatiales, B.P. 13 Arzew 31200, 122 p.
22. **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.
23. **BERCHACHE Rafika. 2011**. Développement urbain et multi-modalité face aux enjeux du développement durable de l'agglomération d'Alger.

24. **BERNARD J et ESSEVAZ-ROULET M.** Mise en œuvre d'un système d'informations géographiques, édition de la lettre du cadre territorial, Paris, 1995.
25. **BERRAHAIL Guendouze .2013 .** La problématique du développement durable d'une ville minière Ouenza, une ville de l'est algérien, 2013/2014.
26. **BIRAUD-BUROT I. 2005.** Étudier la ville à travers le prisme de la végétation. Thèse de doctorat, École Doctorale de Géographie de Paris, Université Paris–Sorbonne, Paris IV, Paris. p. 331.
27. **BOOCH G, RUMBAUGH J et JACOBSON I.** The Unified Modelling Language, User Guide, Baltimore, USA Addison-Wesley, 1998
28. **BORDES G. 1997.** Interprétation d'images aériennes guidée par une base de données cartographiques application à l'extraction automatique des routes, Thèse de doctorat, Université de Marne-la-Vallée, France, 271, 1997.
29. **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.
30. **Cabral, P., Gilg, J.-P. et Painho, M. 2005.** Monitoring urban growth using remote sensing, GIS and spatial metrics. Dans Proceedings of the SPIE Optics & Photonics: Remote sensing and modeling of ecosystems for sustainability, 29 juillet au 4 août 2005, San Diego, Californie. Sous la direction de Gao, W
31. **CABRAL P, GILG J et PAINHO M. 2005.** Monitoring urban growth using remote sensing, GIS and spatial metrics. Dans Proceedings of the SPIE Optics & Photonics: Remote sensing and modeling of ecosystems for sustainability, 29 juillet au 4 août 2005, San Diego, Californie. Sous la direction de Gao, W
32. **CAHN M. 2003.** Maîtriser l'étalement urbain : Bonnes pratiques de villes européennes et américaines. Énergie-Cités 63p.
33. **CAVAILLES J, PEETERS D, SEKERIS E et THISSE J-F. 2003.** La ville péri-urbaine, Revue économique, n°1, pp. 5-23.
34. **CAVAYAS François, BAUDOUIN Yves,** « Etudes des biotopes urbains et périurbains de la CMM. Volets 1 et 2 : Evolution des occupations du sol, du couvert végétal et des îlots de chaleur sur le territoire de la communauté métropolitaine de Montréal (1984-2005) », rapport destiné au Conseil régional de l'environnement de Laval, Université du Québec à Montréal, 2008, 120p
35. **CAYROL P. 2000.** Assimilation de données satellitaire dans un modèle de croissance de la végétation et de bilan d'énergie. Application à des zones semi-arides. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

36. **Centre Canadien de Télédétection (CCT).1998.** Cours de télédétection. Source <http://www.Margaux.ipt.univ-paris8.fr>
37. **CEREMA. (2015).** Analyse de 10 SCoT « Grenelle ». La consommation d’espaces naturels, agricoles et forestiers dans les SCoT (fiche n°2).
38. **CESCHIA Eric. 2013.** Effets des conditions environnementales et des pratiques culturelles sur les flux et bilans d’eau, de carbone et de gaz à effet de serre des agroécosystèmes.
39. **CHADLI M. et HADJIEDJ A .2003** L’apport des petites agglomérations dans la croissance urbaine en Algérie, Journal Article published 20 Oct 2003 in Cybergeog
  
40. **CHAHBI Aicha .2015. Thèse :** Prévion du rendement des céréales à partir des mesures de télédétection spatiale, application sur le bassin de Merguellil. Institut National d'Agronomie de Tunis
41. **CIVCO D et HURD J. 1997.** Impervious surface mapping for the state of Connecticut. Proc. 1997 ASPRS/ACSM Annual Convention, Seattle, WA. 3:124-135.
42. **COLLET C, DONNAYJ-P et WEBER C. 2000.** Démarche de reconnaissance des formes urbaines et transfert méthodologique Nord-Sud (Europe-Afrique). La télédétection en Francophonie : *Analyse critique et perspectives*. Editions Aupel-Uref, P. 41-48
43. **COURET D et al. 1999 .**la dynamique du bâti dans le périmètre du grand Abidjan.
44. **CYR D, STUART R, NEUPERT W. 1993.** A matrix ATP requirement for presequence translocation across the inner membrane of mitochondria. Jounal of Biological Chemistry 268 : 23751-23754
45. Deering, D.W., J.W. Rouse, R.H. Haas, and J.A. Schell, 1975. Measuring “Forage Production” of Grazing Units From Landsat MSS Data, Proceedings of the 10th International Symposium on Remote Sensing of Environment, II:1169-1178
46. **DELOGU Emilie .2013. Thèse :** Modélisation de la respiration du sol dans les agro écosystèmes. Université Paul Sabatier, Toulouse III
47. **DESTIVAL I.** Recherche automatique de réseaux linéaire sur des images spot. Bulletin de la société française de Photogrammétrie et de Télédétection 66, 5-16, 1987.
48. **DIMITRIS Kaimaris et PETROS Patias. 2016 .**Cloud Publications International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS 2016, Volume 5, Issue 6, pp. 1844-1858 ISSN 2320 - 0243, Crossref: 10.23953/cloud.ijarsg.64)
49. **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.

50. **DJABER KHALED. 2003.** Modélisation et analyse des systèmes embarqués temps réel ; UNIVERSITE DE BISKRA ANNEE 2003
51. **DJELAL Nadia.2005.** Morphologie urbaine et développement urbain durable : cas d'Alger.
52. **DONNAY J. 2001.** Chercheur, praticien même terrain, Recherches qualitatives, 22, 34-53. [en ligne] <http://www.recherchequalitative.qc.ca/volume22.html>.
53. **DONNAY J.1999.** Use of Remote Sensing Information in Planning. Advances in Spatial Science, pp.242–260.
54. **DOUCETTE P, AGOURIS P, STEFANIDIS A et MUSAVI M .2001.** Selforganized clustering for road extraction in classified imagery, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 55, pp. 347-358, 2001.
55. **EMBERGER. 1955.** Une classification biogéographique des climats.
56. **ESWARAN et al. 2001.** A global assessment of land quality. In preparation.
57. **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").
58. **FEKKOUS Nadia .2015 .** L'étalement urbain et les contraintes physiques et naturelles. Cas d'étude : La ville de Batna.
59. **FERLICOQ Morgan.2016.** Thèse : Comparaison pour les agroécosystèmes des contributions biogéochimiques et biophysiques au forçage radiatif net : Identification de leviers d'atténuation aux changements climatiques. Université Paul Sabatier, Toulouse III
60. **FIGUIGUI M. 2000.** Apport de l'imagerie satellitaire multitemporelle pour la cartographie thématique de la région d'Oran. Mémoire d'ingénieur d'état, Centre National des Techniques Spatiales, 74 p.
61. **Foucault, A. et Raoult, J-F. (2000).** Dictionnaire de géologie. Les éditions MASSON, 5e édition, 380 p.
62. **GLUCH R. 2002.** Urban growth detection using texture analysis on merged Landsat TM and SPOT-P data. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 68, no 12, p. 1283–1288.
63. **GONG P et HOWARTH J. 1990.** The use of structural information for improving land-cover classification accuracies at the rural-urban fringe. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 56, no 1, p. 67–73.
64. **GONZALEZ Sanpedro et CARMEN Maria. 2008.** Thèse : Suivi de la végétation par télédétection optique et suivi radar. Application aux régions agricoles en France et en Espagne. Université Paul sabatier - Toulouse III.

65. **GORRAB Azza .2016.Thèse** : Développement et validation de méthodologies pour le suivi des états de surface des sols agricoles nus par télédétection radar (bande X). Université Paul Sabatier, Toulouse III / Co-tutelle internationale avec: Université de Carthage, Institut National Agronomique de Tunisie (INAT)
66. **GOWARD et al. 1991** Normalized Difference Vegetation Index Measurements From the Advanced Very High Resolution Radiometer. University of Maryland, College Park
67. **GRECO J. 1966.** L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie.
68. **GRUEN A et Li H.** Road extraction from aerial and satellite images by dynamic programming, ISPRS Journal of photogrammetry and Remote Sensing 50, 11-20, 1995.
69. **HADDOUCHE I. 1997.** Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection (Image Landsat TM). Grade Magister, Centre National des techniques spatiales.103p
70. **Haddouche, I. 1994.** Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection (Image Landsat TM). Grade Magister, Centre National des techniques spatiales.103p
71. **HADEF Hayette. 2011.** Aux marges du système urbain : le périurbain et la consommation du foncier agricole - cas de Skikda – Algérie.
72. **HADEID M. 2006.** thèse de doctorat: Les mutations spatiales et sociales d'un espace à caractère steppique, le cas des Hautes Plaines sud-oranaises (Algérie), Université de Es senia, Oran, 494p
73. **HARRIS P ET VENTURA S. 1995.** The integration of geographic data with remotely sensed imagery to improve classification in an urban area. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 61, no 8, p. 993– 998.
74. **HIRTZEL Joanne, PAULINE Joanne. 2009-2010.** L'étalement Urbain, Contexte Et impacts, Synthèse bibliographique, 58 p. (en ligne). Disponible sur : <http://thema.univfcomte>.
75. **HUETE A et Liu R. 1994.** An error and sensitivity analysis of the atmospheric and soil correcting variants of the NDVI for the MODIS-EOS. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 32: 897-905.
76. **HUETE A. 1988.** A Soil-adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25(3): 295-309
77. **IDBRAIM Soufiane .2009.** Thèse : Méthode d'extraction de l'information spatiale et de classification en imagerie de télédétection, application à la cartographie thématique de la région d'Agadir (Maroc). Université Paul Sabatier, Toulouse III et Université Mohammed V, Agdal-Rabat (Maroc)
78. **JACKSON R.D. 1983.** Spectral indices in n-space. *Remote Sensing Environ* 13: 409-421.
79. **KATEB Kamel.2003.** Population et organisation de l'espace en Algérie.

80. **Kaufman, Y.-J. And Tanré, D.-C, 1992.** Atmospherically Resistant Vegetation Index (ARVI) for EOS-MODIS. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 30, no 2, p. 261-270
81. **KEERSMAECKER M. L. (1987)** "Etude par télédétection des quartiers résidentiels en milieu urbain : la détermination de leurs caractéristiques socio-économiques", Actes du Colloque *FI3G*, Lyon, pp. 517-528
82. **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).
83. **KEMMOUCHE Chalabi et al. 1999.** la cartographie de la densité urbaine par la morphologie mathématique.
84. **KEOWN M et DENLINGE J.** Cooperative methods for road tracking in aerial imagery , In Proceedins of IEEE Computer society conference- Computer vision and pattern recognition, Ann Harbor, Michigan, USA, 662-672, 1988.
85. **LAURINI .1993.** Real Time Spatio-Temporal Databases. In "Transactions on Geographic Information Systems", Guest Editorial, Vol 5(2), pp.87-98.
86. **LBATH A et AUFAURE-PORTIER M. AIGLE.** Un atelier visual de la génération automatique d'applications géomatiques, Revue Internationale de géomatique, Vol.5. n°2 179-195, 1995.
87. **LBATH A. AIGLE,** un environnement visuel pour la conception et la génération automatique d'applications géomatiques, Thèse de doctorat en informatique, INSA Lyon, 1997.
88. **LIPPER et OSGOOD. 2001.** Document FAO développement économique et sociale
89. **Lu, D. and Weng, Q. 2004.** Spectral mixture analysis of the urban landscape in Indianapolis with Landsat ETM+ imagery. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 70, no 9, p. 1053–1062
90. **MATHERON et DE SERRA. J. 1982.** Image Analysis and Mathematical Morphology. London : Academic Press, 610 p.
91. **MATHERON J.** Comprendre Merise, Outils conceptuels et organisationnels, Eyrolles, 1994.
92. **MECHERI Lynda.2014.** La maitrise foncière pour la durabilité du foncier agricole, Cas de la commune d'el kseur (wilaya de Bejaia).
93. **MERLET N et ZÉRUBIA J.** New prospects in line detection by dynamic programming, IEEE Transactions on pattern Analysis and Machine Intelligence, 18,426-430, 1996.
94. **NAHAL Ibrahim. 1998.** Principes d'agriculture durable.
95. **Oldeman, L.R.–Hakkeling, R.T.A.–Sombroek, W.G. 1991.** World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. Wageningen, The Netherlands and

- Nairobi, Kenya: International Soil Reference and Information Centre and United Nations Environment Programme.
96. **PANTAZIS D et DONNAY J.** La conception des SIG, Hermès, Paris, 1996.
97. **PAROUCHEVA-Leruth Borianana. 2008** : Densité & étalement urbain, quels(s) modèle(s) pour la ville de demain.
98. **PEARSON R et MILLER, L. 1972.** Remote mapping of standing crop biomass for estimation of the productivity of the short-grass Prairie, Pawnee National Grassland, Colorado. 8th International Symposium on Remote Sensing of Environment: 1357-1381
99. **PETERI R.** Extraction de réseaux de rues en milieu urbain à partir d'images satellites à très haute résolution spatiale, Ecole des mines de Paris, 2003.
100. **Phinn, S., Stanford, M., Scarth, P., Murray, A. et Shy, P. 2002.** Monitoring the composition of urban environments based on the vegetation-impervious surface-soil (VIS) model by subpixel analysis techniques. International Journal of Remote Sensing, vol. 23, p. 4131–4153
101. **PIERRE J. 1985.** Les Agro écosystèmes de la région de Désarmes. Thèse de Doctorat, Port-au-Prince, 268 pages.
102. **Verstraete, M. M. & Pinty, B., 1991.** The potential contribution of satellite remote sensing to the understanding of arid lands processes. Vegetatio 91: 59-72.
103. **POUCHIN T., 1998,** Appréhension des mutations paysagères par télédétection spatiale en estuaire de Seine, Mémoire de D.E.A., Université du Havre, Centre Interdisciplinaire de Recherche en Transports et Affaires Internationales (CIRTAI), UPRESA 6063 du CNRS, 117 pages
104. **RAHMANI C.1982.** La croissance urbaine en Algérie : Coût de l'urbanisation et politique foncière. Office des publications universitaires, édition n° 814-12, Alger, 317p.
105. **RELLIER G, DESCOMBES X et ZERUBIA J.** Local registration and deformation of a road cartographic database on a spot satellite image, rapport technique 3939, INRIA, Sophia Antipolis, France, 23 Pages, 2000.
106. **ROBERT M. 1996.** Le sol : interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Masson, 241p
107. **RODES Isabel.2016 .Thèse :** Estimation de l'occupation des sols à grande échelle pour l'exploitation d'images d'observation de la Terre à hautes résolutions spatiale, spectrale et temporelle.
108. **ROUSE J, HAAS JR, SCHELL R, DEERING J .**Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS; Technical Presentations; NASA SP-351; NASA: Washington, DC, USA, 1974.

109. **SCHERR .1999.** Poverty- environment in teractions in agriculture: Key factors and policy implications. Pa per pre pared for the United Nations.
110. **SCHOLL M, VOISARD A, PELOUX J, RAYLAND L et RIGAUX P .** SGBD Géographique spécificité , Thomson Publishing, 1996.
111. **SERENDERO. M. A.1989.** Extraction d'Informations Symboliques en Imagerie SPOT : Réseaux de Communication et Agglomérations. Thèse de Doctorat, Université de Nice Sophia Antipolis, 1989.
112. **SHABAN M et DIKSHIT O. 2001.** Improvement of classification in urban areas by the use of textural features: the case study of Lucknow city, Uttar Pradesh. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 22, no 4, p. 565– 593
113. **SHI W et ZHU C.** The line segment match method for extracting road network from high resolution satellite images, *IEEE transaction, geoscience and Remote Sensing* 40, 511-514, 2002.
114. **Si TAYEB. 2006.** Journal officiel de la republique algerienne n° 24.
115. **Stefanov, W., Ramsey, M. et Christensen, P. 2001.** Monitoring urban land cover change: An expert system approach to land cover classification of semiarid to arid urban centers. *Remote Sensing of Environment*, vol. 77, pp. 173–185
116. **TADJROUNI K. 2000.** Cours de télédétection. Cycle Ingénieur d’Etat 5<sup>ème</sup> année, Centre National des Techniques Spatiales, 42 p.
117. **VAN Lynden. 1995 .** Européan soil resource. *Nature and environnement* No. 71. Council of Europe, Strasbourg, 1995.
118. **VERAN J. 1993.** Suivi de broutes dans une image aérienne par filtrage de Kalman, Rapport technique, Ecole Nationale supérieure des télécommunications, Paris, France, 1993.
119. **VICTOR J. A. 1985.** Systèmes, Ecosystèmes, Agro écosystèmes. – Damien, FAMV, 15 pages.
120. **VOSSelman G et DeKnech J.** Road tracking by profile matching and kalman filter, In B. Verlag,, *Processings of Automatic extraction of man made objects from aerial and space images*, 265-274, 1995.
121. **Wang D, He D, Wg L et Morin D.** Extraction du réseau routier à partir d’images SPOT HRV, *International Journal of remote Sensing* 17, 827-833, 1996.
122. **WANG J et HOWARTH P.** Automated road network extraction from Landsat TM imagery”, In *Processings of the annual ASPRS/ACSM Convention 1*, Vol 1, Baltimore, MD, USA, 429-438, 1987.
123. **WEBER C. 1995.** Images satellitaires et milieu urbain. Collection Géomatique, Hermès, Paris.

124. **WEBER C. 2001.** Remote sensing data used for urban delimitation. Dans Remote sensing and urban analysis. Sous la direction de J.P. Donnay, M.J. Barnsley et P.A. Longley. Taylor and Francis, London. p. 155–167
125. **XIAOYING J et DAVIS C.** Automatic road extraction from high resolution multispectral IKONOS imagery” In Proc, IEEE International Geoscience and remote Sensing Symposium, Vol 3, Toulouse, France , 1730-1732, 2003.
126. **YOUSFI D. 1997** .Approche méthodologique pour la statistique agricole à partir des données satellitales. Grade Magister, Centre National des techniques spatiales. 106 p
127. **ZANG J et FOODY G.M. 1998.** A fuzzy classification of sub-urban land cover from remotely
128. **ZANG J et FOODY G.M. 2001.** A fuzzy classification of sub-urban land cover from remotely sensed imagery. International Journal of Remote Sensing, vol. 19, n° 14, p. 2721-2238.
129. **ZHANG C, BALTSAVIAS E et GRUEN A.** Knowledge based image analysis for 3D road reconstruction In processings of the 21 st Asian conference on Remote Sensing, Taipei, Taiwan, 100-105, 2000.
130. **ZHAY, GAO J. et NI S. 2003.** Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. International Journal of Remote Sensing, vol. 24, no 3, p. 583–594.

#### **Autre documentations**

**Atlas de Bassin Hydrographique Cheliff-Zahrez:** Agence de Bassin Hydrographique Cheliff-Zahrez

**Office National des Statistiques (ONS) (1998) :** Résultats du quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH). CD-Rom.

**Plan Directeur d'Aménagement Urbain de RELIZANE : (1994),** direction de l'urbanisme, de construction et de l'habitat W. Relizane

**Plan d'aménagement de wilaya (PAW) (1990):** direction de l'urbanisme, de construction et de l'habitat. Relizane

**Plan d'occupation du sol (POS), (2002) :** Direction de l'urbanisme, de construction et de l'habitat. Relizane

# **Annexe**

## Programme d'action du secteur des forêts pour l'année 2014

## État des infrastructures existantes (piste forestières)

Daira	Commune	Nom de la forêt	Longueur piste (km)	Etat des pistes			Désherbage le long de leur accotement
				Praticable	Non praticable	Mesures en reprises et programmation des travaux	
Zemmoura	Zemmoura	forêt de zemmora				04 km aménagé	
	b. benabdellah	forêt de amoura	110 km	130km		05 km ouverture	9 km
Mendes	Mendes	Forêt de amoura	6 km	4 km	2 km		Néant
	Oued Esslem	Forêt de aref dick	12 km	10 km	2 km	7 km ouverture	7 km
	Sdi lazreg	forêt de ouled sidi yahia	14 km	10 km	4 km		Néant
Oued Rhiou	Lahlef	forêt de Sidi abdelkader	5 km	5 km		Néant	Néant
	Ouarizane	forêt de meriana	10 km		10 km	Aménagement	Néant
SIDI M'HAMED BEN ALI	Mediouna	forêt de Sidi said	1 km	1 km			
		forêt de Khnous	1.5km	1.5km			
		forêt de Tanraiet	1 km	1 km			
	Beni zenthis	forêt de Sidi slimane	1.5 km	1.5 km			
Djdiouia	djdiouia	forêt de kerkaba	10km	10km		Aménagement	Néant
		forêt de Chaaba hamra	2km	2km		Aménagement	
		forêt de Sidi abdelkader	1.5km	1.5km		Aménagement	Néant
		forêt de hamri	2.5km	2.5km		Aménagement	
El matmar	Matmer	forêt de matmar	4 km	4 km		Néant	
	Belahcel	forêt de belahcel	8 km	3 km	5 km	Désherbage	5 km
	Sidi khatab	forêt de agboub	5 km	5 km		Néant	
	Sm benaouda	forêt de sm benouaada	50 km	10 km	40 km	Néant	

## État des infrastructures existantes (piste forestières)

Daira	Commune	Nom de la forêt	Longueur piste (km)	Etat des pistes			Désherbage le long de leur accotement	
				Praticable	Non praticable	Mesures en reprises et programmation des travaux		
Ammi moussa	Ammi moussa	forêt de Sidi amara	30km					
		forêt de Carriere	3 km					
		forêt d'El bagra	2 km			Il nécessite les travaux d'aménagement		
		forêt de o/d tlatla	30 km					
	Ouldja	forêt de o/d moudjder	6 km					
			forêt de mabab	165 km	100 km	65 km		
			forêt de meknessa					
			forêt de Oued rhiou et oued tlatla					
	Had chekala	forêt de oued rhiou	26 km	6 km	20 km			
	Ramka	Ramka	forêt de o/d defelten	60 km	10 km	50 km	Proposition des travaux d'aménagement	
forêt de oued ardjen			200 km	110 km	90 km	Aménagement 3 km en cours		
<b>Total 1 + 2</b>			<b>767 km</b>	<b>408 km</b>	<b>359 km</b>			

## État des infrastructures réalisées (piste forestière)

Daira	Commune	Nom de la forêt	Longueur piste (km)	Etat des pistes			Désherbage le long de leur accotement
				Praticable	Non praticable	Mesures en reprises et programmation des travaux	
Mazoura	Mazouna	forêt de Sehaïlia	5	5		Ouverture	
	Nebi zen this	Rn 90 – reouathia	2.5	2.5		Aménagement	
		forêt de Sidi abed – terres agricoles	0.5	0.5		Aménagement	
		Piste communal-douar amarat	0.5	0.5		Aménagement	
	Mediouna	o/moussa bouaaloufa – maaziz	4	3.4	0.6	Aménagement	
		Cc drablia terres agricoles	3	3		Aménagement	
		C 16 barrage oued kramis	6	4.8	1.2	Aménagement	
		Cw 16- foret tamrayet	0.5	0.45	0.05	Aménagement	
		Cw 16 sidi outhmane	3	2.7	0.3	Aménagement	
	Ammi moussa	Ammi moussa	Maabide houarche	5	5		Ouverture
Hassi		Gouasseme – ouled el hadj	7	7		Ouverture	
Ouled yaich		Ouled attia – sidi hadj	6	6		Ouverture	
		Ouled rezeg – assanine	5	5		Ouverture	
Ouledja		Hemaidia – ain safra	5	5		Ouverture	

## État des infrastructures réalisées (piste forestière)

Daira	Commune	Nom de la forêt	Longueur piste (km)	Etat des pistes			Désherbage le long de leur accotement
				Praticable	Non praticable	Mesures en reprises et programmation des travaux	
Ain tarik	Had chakala	Bourdia – zehairia	5	5		Ouverture	
Ramka	Souk el had	Beni salah ouled haddou	5	5		Ouverture	
Yallel	Ain rahma	Rn07 – cimitière bouazide	3	3	03	Ouverture	
		Tliouanet – cimitière ouled mebank	5	5	03.5	Ouverture	
	Sidi saada	Cc henacheria – touares	6	3		Ouverture	
Zemmoura	Zemmoura	Sidi m'hamed bekhadda – shab el oued	20	16.5		Aménagement	
		Houaoura el aouidia	5	5		Aménagement	
	Dar benabdellah	Hassian – pipe gaz duc	3	3		Aménagement	
<b>Total</b>			<b>105</b>	<b>96.35</b>	<b>8.65</b>		

## État des points d'eaux

Localisation du point d'eau				Coordonnées Lambert		
Daira	Commune	Lieu dit	Point d'eau n°	Longitu de	Latitu de	Alt (m)
Ain tarik	Ain tarik	Ghouatha	1			360
	Had chekala	Mekiker	2	226.1	360.1	
		Boughaiden	3	268.65	359.05	
		Bourdia	4			
Ramka	Ramka	Sidi fadel	5			
		Oued lardjam	6			
	Souk el had	Source elabassia	7			
		Barrage sidi yaakob	8			
Mendes	Sidi lazreg	Sidi lazreg	9	326	262.5	
	Mendes	Mendes	10	334.5	262.2	
	s/slem	Si boukhlem	11	339.5	257.5	
		o/slem		339.8	254.8	
Matnar	Matnar	Sidi aek	12	272.5	297.5	
		Bouakeur	13	271.7	291.8	
	s.m benaouda	Barrage saada	14	257.8	308.4	
Hmadna	Hmadna	Hmadna	15	291.5	326.4	
	Oued djemaa	Sidi abes	15			
		El arissia	17			
		El kedaichia	18			
S m banali	Sm benali	Sm benali centre	19			
		Hay chaib draa	20	317	334	
		Douar apuilia	21	316.45	334.90	400
	Mediouna	Temdjet	22	328.5	316.9	419
		Tenesret	23	329	317.1	366
	Beni zenthis	Centre ville	24	316.1	316.2	

## État des points d'eaux

Localisation du point d'eau				Coordonnées Lambert		
Daira	Commune	Lieu dit	Point d'eau n°	Longitu de	Latitu de	Alt (m)
Oued rhiou	Oued rhiou	Bouaachria	25			
	Ouarizane	El kouabria	26			
	Lahlef	Gargar	27			
Matmar	Sidi khatab	Zbaidia	28	295.6	301.5	55
		S khatab centre	29	292.5	302.1	205
		Laamour	30	292.30	301	175
		Brabria	31	292.90	303	76
	Belabel	Bouazid 1	32	281.20	295.15	110
		Bouazid 2	33	281.40	295.15	100
		Flalche	34	281.9	298	41
	Zitoune	35	286.6	302	99	
Rélizane	Bendaoud	Pipinière	36			
Ami moussa	Ami moussa	Apc	37			
	Ouelja	Oulad djallali	38			
Zemmoura	Zemoura	El hassiane	39	324.4	270.4	470
	Dar benabdallah	Douar chehairia	40	328.5	265.4	524
Mazouna	Mazouna	c/mazouna	41			
	Guettar	Guettar centre	42			
		o/henni	43	330.5	311.4	490
		Ras tambda	44	335	313.3	450
		El menaciria	45			
<b>Total</b>			45			

## Etat des infrastructures existantes (tranches par feu)

Daira	Commune	Nom de la forêt	Volume TPF (HA)
Zemmoura	Zemmoura	forêt de amamra	36 ha 32 are
	Dar benabdellah	forêt de o/ sidi yahia	58 ha 35 are
Mendes	Mendes	forêt de amamra	9 ha
	Oued salem	forêt de aref dick	6 ha
Ramka	Ramka	forêt d'o/d ardjem	80 ha
Ain tarik	Ain tarik	forêt d'oued rhiou	80 ha
		forêt de oued telata	40 ha
Matmar	Belahcel	forêt de belahcel	10 ha
<b>Total</b>			<b>319.67 ha</b>



## ANNEXE II

Nom de l'agglomération:.....

Date de l'enquête.....

### ENQUETE SOCIO-ECONOMIQUE ET SUR LES MIGRATIONS

Date de naissance:.....

Lieu de naissance:.....Tente:.....Douar:.....Commune:.....

Lieu de résidence:.....Tente:.....Douar:.....Commune:.....

Quelle est la tribu laquelle vous appartenez ?.....

Profession actuelle:.....Entreprise:.....lieu:.....

Profession avant l'indépendance:.....Entreprise:.....

Lieu:.....

Profession entre 1970 et 1980:.....Entreprise:.....

Lieu:.....

Profession entre 1980 et 1988:.....Entreprise:.....

Lieu:.....

Pourquoi avez-vous quitté votre ancienne localité?.....

Pourquoi avez-vous choisi cette agglomération pour y vivre ?.....

Quel était la taille de votre cheptel Lorsque vous avez quitté ?.....

Est ce que vous pensez à quitter cette agglomération ?.....

Pourquoi ?.....

Où voulez-vous aller s'installer ? Lieu:.....Commune.....

pourquoi ?.....

Quel est le type de votre maison? Tente/ Haouch/ Habitat colonial/ Villas/

Habitat précaire/.....

Avez-vous construit votre maison tout seul? Oui/ Non.....

Est ce que c'est de l'auto-construction?.....

Ou c'est dans le cadre d'un lotissement?.....

Est ce qu'il y a un émigré dans la famille? Oui/ Non.....

Est-il toujours à l'étranger? Oui/ Non.....

Qu'est ce qu'il change pour vous la promotion de votre localité en chef-lieu

de commune ?.....

de *daira* ? .....

de *wilaya* ?.....

Est ce que le découpage de 1985 a posé des problèmes pour vous? Oui/ Non.....

Quels sont ces problèmes?.....



a\_La télévision ?.....

b\_le tracteur ?.....

c\_le ciment, les briques ?.....

**13**\_Dans quelle localité achetez-vous:.....

a\_le journal ?.....

b\_les fournitures scolaires ?.....

**14**\_Dans quel marché (Souk) allez-vous ?.....

Pour faire quoi ?.....

**15**\_Citez par ordre de fréquentation les agglomérations où vous allez le plus souvent

.....

## ANNEXE III

### ENQUETE SUR LES MISES EN VALEURS

#### I- Exploitation agricole et hydraulique :

**Appellation de la mise en valeur :** .....

**Situation géographique :** Lieu dit : ..... Commune : ..... *Daïra* : .....

**Topographie de la zone :** .....

**Cette exploitation rentre dans quel cadre :** APFA.....   
 Concession...   
 Autres.....  Précisez.....

#### Nature juridique des terres attribuées :

Communale..... *Arch*..... Autres.....

**Superficie totale :** ..... Surface cultivée : ..... Surface non-cultivée : .....

Surface irriguée : .....

**Année de l'autorisation par l'administration :** .....

**Année du début du travail réel :** .....

**Les démarches administratives effectuées :** .....

.....

.....

**Est-ce que vous avez des arrêtés d'attribution ou des actes de propriété :** .....

.....

#### Types de cultures :

- Maraîchages : Type : ..... Production..... Rendement : .....

- Céréales : Type : ..... Production..... Rendement : .....

- Arboricultures : Type : ..... Production..... Rendement : .....

- Autres : Type : ..... Production..... Rendement : .....

#### Elevage :

- Nombre de têtes : Ovins : ..... Caprins..... Bovins..... Autres.....

- Méthodes d'engraissement : .....

#### Moyens d'irrigation :

Puits..... Nombre..... Débit..... Qualité de l'eau.....

Forage..... Nombre..... Débit..... Qualité de l'eau.....

**Infrastructures existantes (hangars , bergeries, ... ) :** .....

.....

**Moyens de production (moyens de transport, tracteurs,...) :** .....

.....

**Réseau d'irrigation :** .....

**L'éclairage :** .....

**Commercialisation :**

Type.....Quantité.....Lieu.....Moyen de transport.....

Type.....Quantité.....Lieu.....Moyen de transport.....

## II- Etat et collectivités locales :

- **Apport financier :** Prêt ...  Aide...  Dans quel cadre.....  
 Emploi de jeunes (Taux d'intérêt) ....   
 Autres.....  Précisez.....

- **Apport matériel :** Motopompes..  Vannes...  Financement de puits..   
 La route..  Quand ?.....  
 L'électrification..  Quand ?.....

**Est-ce que vous avez bénéficié de l'Habitat rural, de l'auto-construction rurale, autres.....**

**Quels sont vos relations avec la DSA, avec la subdivision de l'agriculture ?.....**

## III- Le propriétaire :

**Type de propriété :** Individuelle...  Collective.  Nombre de bénéficiaires.....  
 Familiale..

### Origines des bénéficiaires :

Age et sexe:.....

Dates et Lieux de naissance (préciser le lieu s'il s'agit des nomades ou semi-nomades) :.....

Lieux de résidence antérieurs :.....

Lieux de résidence actuels :.....

Professions antérieures :.....Lieux :.....Entreprise :.....

### Apport personnel :

- Argent...  Travail.....  Famille...  Main d'œuvre...

- Connaissance dans certaines cultures...  Lesquelles.....

**Mains d'œuvre employées :** Membre de la famille...  Autres...

Qualité :.....Lieu de résidence.....Age et sexe.....

Qualité :.....Lieu de résidence.....Age et sexe.....

Qualité :.....Lieu de résidence.....age et sexe.....

**Est-ce que vous avez investi quelque chose de nouveau ?.....**

**Est ce que vous vous en sortez :.....**

**Perspectives de développement ou départ :.....Pourquoi ?.....**

**Quels sont les problèmes rencontrés :**

Pluie													
Année	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	annuelle
2000	0,00	0,00	3,35	14,04	11,82	0,00	0,00	0,00	66,50	121,75	74,30	17,70	309,46
2001	80,10	37,70	5,20	33,50	11,30	0,50	0,00	0,00	14,60	8,10	178,20	29,20	398,40
2002	3,80	0,40	59,60	29,80	44,60	0,00	0,30	9,80	0,20	14,80	59,00	3,10	225,40
2003	60,60	28,25	5,20	48,80	26,20	1,80	0,00	1,60	0,00	26,70	33,70	53,50	286,35
2004	39,20	35,90	14,50	11,90	79,00	1,80	0,00	0,35	6,30	52,20	39,80	70,30	351,25
2005	4,10	50,80	14,50	3,70	0,70	0,20	0,10	0,00	14,90	21,10	75,90	36,60	222,60
2006	29,60	80,50	6,90	17,30	39,00	4,20	0,10	0,00	0,70	1,80	0,30	79,10	259,50
2007	46,30	24,80	56,50	107,90	19,20	0,00	0,40	0,00	34,40	47,00	32,20	5,40	374,10
2008	17,10	14,90	12,80	11,60	40,40	3,20	7,90	0,20	33,20	59,60	69,70	99,80	370,40
2009	60,60	16,50	63,00	60,70	7,40	1,00	0,00	0,20	21,80	1,50	25,10	37,60	295,40
2010	52,40	58,60	46,70	25,40	20,80	1,20	0,00	43,40	4,00	63,70	66,00	18,00	400,20
2011	61,10	40,60	18,90	49,60	57,40	13,00	0,40	0,70	5,10	8,90	96,20	17,50	369,40
2012	19,4	66,9	15,1	69,3	4,3	0,1	0	0	0,72	53,2	86,9	12,5	328,42
2013	52,5	36,6	38,9	88,2	38	0,2	0	1,1	13,8	1	16,9	48,1	335,30
2014	90,4	38	35,9	8,1	3	9,7	0	0	26,3	15,4	56,2	36,1	319,10
2015	42,7	62,3	29,2	0	1,5	0	0	0	0	14	41,6	0	191,30
2016	15,3	64	88,5	41,39	12,46	3,05	0,5	0	3,05	7,6	46,1	27	308,95
<b>moyen</b>	39,72	38,63	30,28	36,54	24,53	2,35	0,57	3,37	14,45	30,49	58,71	34,79	314,44

<b>Température</b>													
<b>Année</b>	<b>Jan.</b>	<b>Fév.</b>	<b>Mars</b>	<b>Avr.</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juill.</b>	<b>Aout</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dec.</b>	<b>Moy</b>
<b>2000</b>	8,70	11,80	15,00	17,10	23,00	27,40	29,90	31,50	24,40	18,60	15,55	13,05	19,67
<b>2001</b>	11,51	11,08	16,42	16,92	20,73	27,90	28,30	31,30	26,30	24,05	14,51	9,67	19,89
<b>2002</b>	10,44	11,57	14,70	16,08	22,09	27,35	27,93	27,20	25,15	21,00	15,30	13,40	19,35
<b>2003</b>	10,46	12,33	15,34	16,82	21,71	29,17	31,70	31,80	26,30	21,60	15,70	11,80	20,39
<b>2004</b>	11,50	13,20	14,20	16,90	18,60	29,26	30,85	31,47	27,22	22,61	13,78	11,95	20,13
<b>2005</b>	7,67	13,86	14,08	16,03	23,25	27,37	30,67	27,69	24,61	21,44	14,12	11,57	19,36
<b>2006</b>	9,20	9,75	13,96	19,46	24,77	26,16	31,57	28,12	25,58	22,93	17,19	13,01	20,14
<b>2007</b>	10,71	13,42	12,74	15,24	21,08	25,28	29,76	29,06	26,32	20,42	13,56	10,90	19,04
<b>2008</b>	11,56	13,48	14,77	18,35	19,56	25,47	29,82	30,08	24,94	22,01	12,99	10,09	19,43
<b>2009</b>	10,90	11,16	14,28	14,92	22,17	27,48	30,68	30,38	23,17	22,36	17,02	12,98	19,79
<b>2010</b>	13,12	13,59	14,50	18,38	20,64	25,06	30,91	30,01	25,55	19,36	14,43	13,39	19,91
<b>2011</b>	10,52	10,75	14,66	20,24	21,84	26,10	29,51	30,37	26,36	21,39	15,82	11,24	19,90
<b>2012</b>	9,44	7,65	14,1	15,09	21,73	28,36	29,43	30,5	27,24	20,64	15,91	11,96	19,34
<b>2013</b>	12,20	11,70	16,20	18,40	21,10	26,70	30,30	31,10	26,80	25,10	15,50	12,30	20,62
<b>2014</b>	13,2	14	14,9	21,4	23,6	27,4	30,6	31,4	28,6	23,7	18,8	12,7	21,69
<b>2015</b>	10,9	11,6	15,2	21,4	25,5	27,8	33,8	32,4	27,3	22,8	16,7	13,5	21,58
<b>2016</b>	14,4	14,9	14,9	18,8	23,1	28,9	32,2	31,4	28	24,5	16,9	12,9	21,74
<b>moyen</b>	10,97	12,11	14,70	17,74	22,03	27,24	30,47	30,34	26,11	22,03	15,52	12,14	20,12

# ARTICLE SCIENTIFIQUE