



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية والشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور - الجلفة

Université ZIANE Achour – Djelfa

كلية العلوم الطبيعية وعلوم الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (FSNV)

Département des sciences de la nature et la vie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Aménagement territoire

Option : Aménagement rurale et développement durable

Thème :

Analyse de l'expansion urbaine dans les zones rurales autour de la ville de Djelfa à l'aide des techniques de télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG)

Présenté par : JABALLAH Sabrina Safa

Devant le jury :

Présidente		Université Ziane Achour de Djelfa
Encadreur	NAFTI Radouane	Université Ziane Achour de Djelfa
Examineurs	SNOUCI Samira	Université Ziane Achour de Djelfa

Année universitaire : 2025-2026

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent d'abord à ALLAH le tout puissant et à son prophète MOHAMED (paix et salut sur lui) pour les chances qui nous sont offertes pour réaliser ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon encadreur Mr. NAFTI Radouane pour son accompagnement, ses précieux conseils, sa disponibilité et son soutien tout au long de la réalisation de ce mémoire. Ses orientations et ses remarques constructives ont largement contribué à l'aboutissement de cette recherche.

J'adresse également mes sincères remerciements aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail et de lui consacrer leur temps et leur expertise.

Mes remerciements vont aussi à l'ensemble des enseignants du département de Géographie et Aménagement du Territoire qui ont contribué à ma formation académique et scientifique durant mon parcours universitaire.

Je souhaite exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes et institutions qui m'ont apporté leur aide dans la collecte des données et des informations nécessaires à cette étude, notamment les services administratifs et techniques concernés

Enfin, j'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes sources d'inspiration ma fille bien aimée Lilya et ma frangine adorée Lilya, leurs soutiens et leurs amours inconditionnels envers moi vaut le monde pour moi, merci pour votre présence, que dieu comble vos vies de bonheur, je serai toujours fière de vous et ravie de vous avoir dans ma vie. Vous êtes les plus beaux cadeaux que dieu m'a offert.

À mes très chers parents, Aucun mot ne saurait exprimer toute ma gratitude, mon respect et mon amour envers vous. Merci pour votre soutien inconditionnel, vos sacrifices, vos encouragements constants et votre confiance qui m'ont permis d'avancer et de réaliser mes objectifs. Que Dieu vous accorde santé, bonheur et longue vie.

À mes frères et sœurs, Pour leur affection, leur soutien moral et leur présence à mes côtés tout au long de mon parcours.

À toute ma famille, Qui m'a toujours encouragée et soutenue dans les moments de doute comme dans les moments de réussite.

À mes amis et collègues, Pour leur amitié sincère, leur aide précieuse et les agréables moments partagés durant ces années d'études.

À tous mes enseignants, Qui ont contribué à ma formation et m'ont transmis leur savoir avec dévouement et professionnalisme.

Enfin, à toutes les personnes qui ont cru en moi et qui ont participé, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail.

Résumé :

Il est aujourd'hui évident que les espaces naturels et ruraux connaissent une régression progressive sous l'effet d'une urbanisation accélérée et souvent peu maîtrisée. Cette dynamique spatiale se traduit par une extension du bâti, généralement marquée par un déficit d'organisation et une insuffisance dans l'application des instruments d'aménagement du territoire. Ce phénomène, observé à différentes échelles, soulève d'importants enjeux environnementaux, fonciers et socio-économiques, ce qui a conduit plusieurs recherches à s'y intéresser afin de mieux comprendre ses mécanismes et ses impacts.

Dans le cadre de ce mémoire, l'objectif est d'analyser l'évolution spatio-temporelle de l'expansion urbaine au niveau des zones rurales périphériques de la ville de Djelfa, en mettant en évidence les transformations des usages du sol ainsi que l'avancée du tissu bâti sur les espaces agricoles et naturels durant la période allant de 2005 à 2025. Cette étude repose sur l'exploitation des techniques de télédétection et des outils des systèmes d'information géographique (SIG), à travers l'analyse d'images satellitaires et de données géographiques. Ainsi, les approches géomatiques constituent aujourd'hui des outils incontournables pour le suivi, l'évaluation et la gestion des mutations spatiales, permettant une meilleure compréhension des dynamiques territoriales et un appui efficace à la planification urbaine durable.

MOT-CLES : espace rural, évolution urbaine, Analyse spatio-temporelle, SIG.

Abstract :

It is now evident that natural and rural areas are undergoing a progressive decline under the pressure of accelerated and often uncontrolled urbanization. This spatial dynamic is reflected in the expansion of built-up areas, generally characterized by a lack of organization and insufficient implementation of land-use planning instruments. This phenomenon, observed at different scales, raises significant environmental, land-related, and socio-economic issues, which has led many studies to focus on understanding its mechanisms and impacts.

Within the framework of this dissertation, the main objective is to analyze the spatio-temporal evolution of urban expansion in the rural peripheral areas of Djelfa, highlighting land-use transformations and the progression of the built environment over agricultural and natural spaces during the period from 2005 to 2025. This study relies on the use of remote sensing techniques and Geographic Information Systems (GIS) tools through the analysis of satellite imagery and geographic data. Thus, geomatics approaches have become essential tools for monitoring, assessing, and managing spatial transformations, providing a better understanding of territorial dynamics and effective support for sustainable urban planning.

KEYWORDS: Rural space, Urban evolution, Spatio-temporal analysis, GIS.

LISTE DES FIGURES

Fig n° 01 : Situation géographique de Djelfa	76
Fig n° 02 : Carte de la topographie de l'Algérie	24
Fig n° 03 : carte de classification de climats en Algérie	25
Fig n° 04: graphe sur l'indice d'aridité.....	26
Fig n°05 : une vue sur la végétation	26
Fig n° 06 : Croissance démographique de la ville de Djelfa	27
Fig n° 07 : élevage ovin.....	28
Fig n° 08 : vue en plan sur le centre ville de Djelfa	29
Fig n° 09 : carte de la commune de djelfa	30
Fig n° 10 Transmission des documents pour une mutation globale	47
Fig n° 11: Croquis de conservation.....	48
Figure 12 Croquis topographique.....	49
Fig 13 : déroulement technique et administratif de la mise à jour	49
Figure 13 Principe de la technique de mise à jour spatiale de type snapshots	58
Figure. 14. Principe de la technique de mise à jour spatiale de type couche de mise à jour	58
Figure. 15. Extrait du plan cadastral en 2000 après mise à jour	59
Figure I6 Hiérarchie des outils d'aménagement et d'urbanisme	63
Fig17 : Schéma synoptique d'élaboration du PDAU	68
Fig n° 18 : Location map of the study area (A: Algeria, B: Djelfa Department, C: The Municipality of Djelfa).....	77
Fig n° 20 : The Predicted LULC of the Municipality of Djelfa in 2030, 2040, and 2050	Erreur ! Signet non défini.
Fig n° 20 : The predicted urban growth of Djelfa City in 2030, 2040, and 2050	89
Fig n °21 : carte d'occupation du sol de djelfa en 2005	90
Fig n °22 : carte d'occupation du sol de djelfa en 2025	93
Figure 22. Comparaison des surfaces par classe entre 2005 et 2025.	102
Figure 23. Variation nette des classes entre 2005 et 2025.	103

Fig n °24 : dynamique des transitions de l'occupation du sol entre 2005 et 2025	95
Fig n °25 : carte d'occupation du sol djelfa en 2025	107
Fig n ° 26 : carte de projet de rehabilitation du barrage vert dans la wilaya de djelfa	110

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Exemple de dictionnaire de données cadastrales	37
Tableau 2. Contribution des données cadastrales à la gestion du territoire.	38
Tableau 4 Transmission des documents pour une mutation partielle	48
Tableau 5. Causes théoriques des mises à jour avec des exemples sur les données cadastrales	50
Tableau n° 6 :	51
Tableau n° 7 :	52
Tableau. 8. Travaux de recherches sur la détection des changements par approche bi- temporelle	53
Tableau. 9 .Travaux de recherches sur la détection des changements par approche bi- temporelle	54
Tableau. 10. Travaux de recherches sur la détection des changements par approche de séries temporelles	55
Tableau. 11. Table à archiver (méthode de table versionning)	56
Tableau. 12. Table de mise à jour (méthode de table versionning)	56
Tableau. 13. Exemple sur la méthode d'attribut versionning	57
Tableau. 14. Exemple sur la méthode de tuple versioning	57
1- D'un rapport d'orientation qui présente :	66
2- D'un règlement qui fixe les règles applicables pour chaque zone comprise dans les secteurs urbanisés, à urbaniser, d'urbanisation future et non urbanisables, en déterminant :	66
3- De documents graphiques comprenant notamment :	66

Liste des abréviations

SIG : Système d'Information Géographie

LULC : Land Cover / Occupation du Sol

THRS : Très Haute Résolution Spatiale

Landsat TM 5 : Thematic Mapper

Sentinel MSI-2 / MultiSpectral Instrument

SOMMAIRE

Chapitre 1 : Introduction générale	14
Introduction	15
Problématique	15
Intérêt scientifique et méthodologique	16
Hypothèses de recherche	16
Objectifs de la recherche :	17
CADRE THÉORIQUE ET CONCEPTUEL	17
1.1. Le concept d'expansion urbaine	17
1.2. L'étalement urbain (Urban Sprawl)	17
1.3 La périurbanisation et les dynamiques urbain-rural	18
1.4 Théories explicatives de l'expansion urbaine	18
1.5. Transformation des espaces ruraux	19
1.6. Télédétection et analyse des changements d'occupation du sol	19
1.7. Rôle des SIG dans la planification territoriale	19
CHAPITRE 2 ;	
PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE	
Localisation géographique et situation administrative	76
Cadre physique et environnemental	24
1.1. Relief et topographie	24
1.2. Climat	25
1.3. Sols et couvert végétal	26
Contexte démographique et socio-économique	27
1. Croissance démographique	27
2. Activités économiques	28
4. Organisation spatiale et dynamique urbaine	29
5. Enjeux territoriaux et environnementaux	29
1. Consommation foncière	29
2. Fragmentation du paysage	29
3. Pression sur les ressources naturelles	30
4. Déséquilibre spatial	30
6. Justification du choix de la zone d'étude	30

Conclusion	31
CHAPITRE 3	
MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES	
Démarche méthodologique générale	33
Collecte et préparation des données	33
1. Données satellitaires	33
2. Données cartographiques et administratives	33
3. Données de terrain	33
4. Classification de l'occupation du sol	34
4.1. Définition des classes	34
4.2. Analyse diachronique des changements	34
4.3. Analyse spatiale sous SIG	34
Le cadastre et la maîtrise foncière	35
1. La documentation cadastrale	35
1.1. <i>Le plan cadastral</i> :	36
1.2. <i>La matrice cadastrale</i> :	36
1.3. <i>Le registre des états de section</i> :	36
2. Rôle du cadastre en aménagement du territoire : état de l'art	38
3. Le foncier et la politique d'aménagement	42
4. Principaux documents de mise à jour	43
4.1. Les extraits cadastraux :	43
4.2. Les documents d'arpentage :	44
4.3. Les croquis de conservation :	44
4.4. Les états descriptifs de division :	44
I.3. Les mutations: définitions, cas de figures et intervenants	46
5. Les mutations juridiques	47
5.1. Mutation globale	47
5.2. Mutation partielle	47
5.3. Les mutations techniques	48
6. Déroulement technique et administratif de la mise à jour	49
6.1. Les évolutions terrain :	50
6.2. Les corrections d'erreurs :	50
6.3. Les changements des spécifications :	50
6.4. Les enrichissements de la base :	50

7. Détection des changements par imagerie spatiale: état de l'art	51
7.1. Les méthodes bi-temporelles	51
7.2. Les méthodes mixtes	53
7.3. Les méthodes d'analyse des séries temporelles	55
8. Techniques de mise à jour spatiale et attributaire : état de l'art	55
8.1. Mise à jour attributaire	55
8.2. Mise à jour spatiale	57
9. Les outils d'urbanisme et d'aménagement : Instruments et législation	63
9.2. Définition des outils d'urbanisme et d'aménagement	64
9.2.1. Le Schéma National d'Aménagement du Territoire	64
9.2.2. Le Schéma Régional d'Aménagement du Territoire	64
9.2.3. Le Plan d'Aménagement de Wilaya	64
9.2.4. Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme	65
9.2.5. Le Plan d'Occupation des Sols (POS)	69
9.3. Rôle des instruments d'urbanisme dans la gestion du territoire	70

CHAPITRE 4

ANALYSE DES RESULTATS ET DISCUSSION

Analyse de la dynamique spatiale de l'expansion urbaine	75
1. Évolution du tissu urbain	77
2. Formes spatiales observées	83
3. Transformations socio-économiques des zones rurales	84
3.1 Mutation des activités agricoles	84
3.2 Évolution démographique	96
3.3 Impacts environnementaux	96
Gouvernance territoriale et planification	97
1. Limites des instruments d'urbanisme	97
2. Urbanisation informelle	97
Analyse avancée des changements d'occupation du sol (LULC) 2005 – 2025	98
1. Méthodologie de classification supervisée par Maximum Likelihood Classification (MLC)	98
1.1. Principe de la méthode MLC	98
1.2. Prétraitement et sélection des bandes	98
1.3. Intégration des indices spectraux	99
1.4. Constitution des échantillons d'apprentissage	99

1.5. Mise en œuvre de la classification	100
1.6. Intérêt scientifique de la démarche	100
1.7. Résumé méthodologique	100
Analyse par classes de l'évolution de la ville entre 2005 et 2025:	101
1. Résumé exécutif	101
2. Méthodologie	101
3. Visualisation synthétique	102
4. Analyse par classe	104
5. Transitions dominantes	105
6. Origine des surfaces urbanisées en 2025	106
7. Consommation de la végétation	108
8. Interprétation générale	111
Conclusion	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion générale	

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

Introduction

L'information géographique est la représentation d'un objet ou d'un phénomène réel ou imaginaire, présent, passé ou futur, localisé dans l'espace à un moment donné et quelles qu'en soient la dimension et l'échelle de représentation. Cette information subit avec le temps des changements qui peuvent affecter sa qualité géométrique ou sémantique. L'information cadastrale en tant qu'un type particulier de l'information géographique structurée sous forme d'un plan cadastral graphique et d'une documentation littérale décrivant l'îlot de propriété et son propriétaire, subit quant à elle des changements de géométrie ou d'information sémantique, il faut donc la mettre à jour.

L'Agence Nationale du Cadastre en Algérie, a défini une procédure technique et administrative permettant de mettre à jour cette documentation, décrite dans l'instruction N° 16 promulguée et mise en application depuis le 24 Mai 1998 néanmoins, sur le plan pratique d'exécution, plusieurs remarques ont été enregistrées, notamment les points relatifs aux solutions de détection de changements et les solutions de mise à jour.

La croissance urbaine constitue aujourd'hui l'un des phénomènes territoriaux les plus marquants à l'échelle mondiale. Selon plusieurs travaux récents (Li et al., 2025 ; Salem et al., 2025), l'expansion urbaine se manifeste principalement par un étalement spatial horizontal, souvent au détriment des terres agricoles et des espaces naturels. Dans les pays en développement, cette dynamique est généralement accélérée par la croissance démographique, les mutations socio-économiques et l'insuffisance des instruments de planification territoriale.

En Algérie, et particulièrement dans les Hautes Plaines steppiées, les villes connaissent une transformation rapide de leur structure spatiale. La ville de Djelfa illustre parfaitement cette dynamique. Au cours des dernières décennies, son expansion urbaine s'est progressivement étendue vers les zones rurales périphériques, entraînant une modification significative des modes d'occupation du sol. Les terres agricoles et pastorales, qui constituent une ressource essentielle pour l'économie locale, subissent une pression croissante liée à l'urbanisation.

Problématique

Les zones rurales situées autour de la ville de Djelfa connaissent une expansion urbaine importante au cours des dernières décennies, résultant de la croissance démographique et des mutations socio-économiques.

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

Cependant, cette expansion s'effectue souvent de manière non planifiée, générant une consommation excessive du foncier rural et une fragmentation du paysage. Les travaux récents sur l'expansion urbaine démontrent que l'étalement non contrôlé entraîne des impacts significatifs sur les terres agricoles. Dans les zones steppiques, ces impacts peuvent être amplifiés en raison de la vulnérabilité environnementale.

Dans le cas de Djelfa, l'absence de suivi spatial précis sur le long terme limite la compréhension des transformations territoriales. Les documents d'urbanisme existants ne permettent pas toujours de quantifier précisément l'ampleur de l'expansion ni d'en analyser les directions privilégiées.

Ainsi, la question centrale de cette recherche est formulée comme suit :

Dans quelle mesure l'expansion urbaine a-t-elle modifié les modes d'occupation du sol dans les zones rurales autour de Djelfa entre 2000 et 2025, et comment les techniques de télédétection et des systèmes d'information géographique peuvent-elles contribuer à son analyse et à son suivi spatial ?

Intérêt scientifique et méthodologique

L'originalité de cette recherche repose sur l'intégration des techniques de télédétection et des SIG pour analyser l'évolution spatiale sur une période de 25 ans. Les avancées technologiques dans le traitement des images satellitaires permettent aujourd'hui d'obtenir des classifications fiables des occupations du sol.

offrent des outils pertinents pour détecter les changements dans les surfaces végétalisées, bâties et hydriques.

L'analyse spatiale sous SIG permet en outre de quantifier les superficies transformées, d'étudier la direction de l'expansion et d'identifier les zones les plus vulnérables.

Hypothèses de recherche

Cette étude repose sur trois hypothèses principales.

1. L'expansion urbaine dans le milieu rural de Djelfa se développe de manière désordonnée, affectant négativement les terres agricoles et pastorales.
2. Les techniques de télédétection et de SIG permettent de détecter et de quantifier ces changements avec précision.
3. L'analyse spatiale peut orienter les décisions d'aménagement pour une meilleure gestion du territoire rural.

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

Objectifs de la recherche :

L'objectif principal de cette recherche est d'analyser la dynamique de l'expansion urbaine dans les zones rurales périphériques de Djelfa entre 2000 et 2025.

Plus spécifiquement, il s'agit de :

1. Suivre et cartographier l'évolution de l'expansion urbaine dans les zones rurales de Djelfa entre 2005 et 2025.
2. Identifier et évaluer les impacts de cette expansion sur les terres agricoles et pastorales.
3. Produire des cartes thématiques d'occupation du sol à différentes dates.
4. Proposer des orientations d'aménagement visant à limiter l'étalement urbain non contrôlé.

CADRE THÉORIQUE ET CONCEPTUEL

1.1. Le concept d'expansion urbaine

L'expansion urbaine désigne l'augmentation spatiale des surfaces urbanisées au détriment des espaces naturels ou agricoles. Selon Li et al. (2025), ce phénomène résulte de facteurs combinés tels que la croissance démographique, le développement économique et les politiques d'infrastructure.¹

Elle peut se manifester sous différentes formes :

- Étalement diffus
- Urbanisation linéaire le long des axes routiers
- Croissance périphérique concentrée

1.2. L'étalement urbain (Urban Sprawl)

L'étalement urbain est défini comme une croissance spatiale peu dense, fragmentée et consommatrice d'espace. Il se caractérise par :

- Faible densité
- Séparation fonctionnelle des activités
- Dépendance automobile

¹ KAREN C.Seto, Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012) . **Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools**. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 109(40), 16083–16088.

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'étalement urbain constitue l'une des principales causes de perte des terres agricoles à l'échelle mondiale. 2

1.3 La périurbanisation et les dynamiques urbain-rural

La périurbanisation correspond à l'extension des fonctions urbaines au-delà des limites administratives de la ville. Selon l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE, 2021),³ les espaces ruraux proches des villes connaissent une recomposition fonctionnelle intense.⁴

Tacoli (2018) souligne que dans les pays du Sud, cette transition s'accompagne d'une hybridation des activités agricoles et urbaines. Brenner et Schmid (2015) développent le concept d'« urbanisation planétaire », affirmant que la distinction entre urbain et rural devient de plus en plus floue. 5

1.4 Théories explicatives de l'expansion urbaine

L'analyse de l'expansion urbaine s'appuie sur plusieurs cadres théoriques.

Pour Henri Lefebvre (1974), l'espace est socialement produit : l'urbanisation résulte de rapports de pouvoir et de logiques économiques. 6

David Harvey (2012) interprète l'étalement urbain comme un mécanisme d'absorption du capital à travers l'investissement immobilier. 7

Batty (2018), dans ses travaux sur la modélisation urbaine, met en évidence les dynamiques complexes et auto-organisées des villes contemporaines. 8

2 van Vliet, J. (2021). **Urban sprawl and land-use change dynamics**. Environmental Research Letters / land-use change studies.

3 Tacoli, C. (2018). **Urbanisation, rural transformations and food systems: the role of small towns**. International Institute for Environment and Development (IIED).

4 OECD (2021). **Rural Well-being: Geography of Opportunities**. Organisation for Economic Co-operation and Development.

5 Brenner, N., & Schmid, C. (2015). **Towards a new epistemology of the urban?** City, 19(2-3), 151-182.

6 Lefebvre, H. (1974). **La production de l'espace**. Anthropos, Paris.

7 Harvey, D. (2012). **Rebel Cities: From the Right to the City to the Urban Revolution**. Verso Books.

8 Batty, M. (2018). **Inventing Future Cities**. MIT Press.

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

1.5. Transformation des espaces ruraux

La périurbanisation entraîne une mutation des structures rurales traditionnelles. Les terres agricoles sont progressivement converties en zones résidentielles, commerciales ou industrielles (d'Amour et al., 2020), cela cause l'apparition de la spéculation foncière. 9

Dans les zones steppiques, cette transformation peut accentuer :

- L'érosion des sols
- La fragmentation des parcours
- La dégradation de la biodiversité 10

1.6. Télédétection et analyse des changements d'occupation du sol

La télédétection permet d'observer les transformations territoriales sur de longues périodes grâce aux images satellitaires.

Les méthodes de classification supervisée et non supervisée permettent de distinguer les différentes classes d'occupation du sol avec un niveau de précision élevé

Les indices spectraux jouent un rôle central :

- NDVI → suivi du couvert végétal
- NDBI → détection des surfaces bâties
- NDWI → identification des surfaces en eau

1.7. Rôle des SIG dans la planification territoriale

Les SIG constituent un outil stratégique d'aide à la décision. Ils permettent :

- L'analyse spatiale multi-critères
- La modélisation de l'expansion future
- L'évaluation des scénarios d'aménagement
- Selon Arsanjani et al. (2021), l'intégration des SIG dans les politiques urbaines améliore la durabilité territoriale et la maîtrise de l'étalement urbain. 11

1.8. Principales techniques de détection des changements.

L'utilisation des images de télédétection pour la détection des changements est basée sur

9 d'Amour, C. B., Reitsma, F., Bai, Y., et al. (2017/2020). **Future urban land expansion and implications for global croplands**. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS).

10 Food and Agriculture Organization (FAO) (2018–2022). **The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture**.

11 Arsanjani, J. J., et al. (2021). **Urban planning and GIS-based spatial decision support systems**. Land Use Policy / GIS applications studies.

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

l'hypothèse suivante :

- les changements dans la réalité sont traduits en des changements

dans les valeurs de luminance enregistrées par les capteurs. Ces changements de luminance doivent être plus importants que ceux causés par d'autres facteurs comme la variation de la géométrie d'acquisition et les conditions atmosphériques. Pour cela, il faut porter un soin particulier lors du choix des images à utiliser pour réduire l'effet de ces facteurs. Lorsqu'on étudie des phénomènes naturels, une solution consiste à choisir les images prises dans la même période de l'année et de faire une normalisation pour minimiser les différences radiométriques et les erreurs atmosphériques entre les images à comparer.

Il faudrait en plus prêter attention à la superposition entre les deux images à comparer. La précision de cette superposition affecte directement le résultat de la détection. Ceci nécessite l'utilisation d'algorithmes de rectification géométrique pour superposer les images entre elles ou pour projeter les images sur une projection cartographique standard.

Par ailleurs, lors de l'identification des zones de changement et des zones de non changement, une décision doit être prise pour placer les limites de séparation entre ces zones. Ceci se traduit par l'adoption de seuils. Le choix des seuils doit être toujours associé avec des connaissances préliminaires de la scène à étudier. Les valeurs de seuils peuvent aussi être extraites à partir des histogrammes des images.

La détection des changements sur les images peut se faire d'une façon interactive par analyse visuelle. Cependant, cette tâche peut s'avérer longue et ardue. C'est pour cette raison que l'automatisation est très importante. En effet, l'utilisation de l'automatisation dans le processus de détection permet de corréler et de comparer des images d'une même zone prises à des dates différentes et d'identifier les changements ainsi que leurs emplacements. L'interprète pourrait ainsi se concentrer sur l'analyse des zones de changements au lieu d'analyser toute l'image.

Plusieurs méthodes de détection du changement ont été développées. Nous présentons ci-après les méthodes les plus connues en Télédétection selon les traitements préliminaires auxquelles elles font appel. Ainsi, les méthodes de détection de changement peuvent être divisées en trois grandes classes :

- Les techniques basées sur des calculs algébriques.
- Les techniques basées sur des transformations d'images.
- Les techniques basées sur des résultats de classifications.

1.9. Documents relatifs aux méthodes de détection de changement dans les villes et structures urbaines

Techniques basées sur des calculs algébriques

Ce sont des techniques qui utilisent des opérations algébriques pour mettre en relief les changements radiométriques entre des images acquises à des dates différentes. Cette catégorie inclut principalement : la différence d'image, l'analyse en vecteur de changement, la différence d'indice de végétation et l'analyse de régression

Techniques basées sur des transformations d'images

Ces méthodes font d'abord une transformation globale des images utilisées en une image résultante qu'il faut analyser pour identifier les changements. Cette catégorie inclut principalement : l'analyse en composantes principales, la transformation "Tasseled Cap" et la transformation Chi-carré.

Ces techniques permettent de réduire la redondance d'information entre les bandes et d'accentuer l'information différente dans les composantes dérivées. Cependant, elles ne peuvent pas fournir des matrices détaillées du changement et exigent la sélection de seuils pour identifier les régions changées. Un autre inconvénient de cette catégorie est la difficulté d'interprétation et d'identification du changement sur les bandes dérivées.

Techniques basées sur les résultats de classification d'images

Ces méthodes sont basées sur les images classifiées pour produire des informations sur le changement. Trois méthodes sont couramment utilisées : la comparaison post-classification, la classification multi date directe et l'analyse de corrélation croisée.

Ces méthodes sont basées sur les images classifiées. Le nombre et la qualité des zones d'entraînement sont importants pour produire un bon résultat de classification et par la suite de détection de changement. L'avantage majeur de ces méthodes est la capacité de fournir une matrice de changement. Elles permettent également de réduire l'impact de l'effet atmosphérique entre les images multi-temporelles. Cependant, le résultat de ces techniques dépend de la qualité des images à comparer. Dans ce cas, les erreurs sont multiplicatives .

Perspectives.

Les développements réguliers sur plusieurs plans ont permis de nouvelles perspectives de recherche dans le domaine de la détection du changement. On peut citer par exemple la disponibilité des images THRS, le développement rapide dans des domaines connexes

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

comme l'informatique et l'intelligence artificielle, l'émergence de nouvelles techniques de classification des images et l'utilisation de plus en plus de données multi sources (SIG, optique, Radar....).

L'arrivée des images THRS (capteurs Ikonos, Alsat2A, QuikBird, Spot5, Orbview par exemple), de nouvelles applications impliquant la détection d'objets géographiques plus fins sont apparues. Ces images sont utilisées dans des domaines d'application, comme la cartographie urbaine.

Le développement croissant dans le domaine de l'informatique est exploité pour améliorer les capacités de traitement des images numériques. Ainsi, l'utilisation de l'intelligence artificielle et des systèmes experts à base de connaissances constitue un moyen important pour améliorer les résultats de la détection de changement. Leur apport permet d'automatiser ce processus de détection des changements tout en incluant la connaissance humaine des experts. Ainsi, en plus de l'information spectrale, l'intégration de plusieurs Documents relatifs aux méthodes de détection de changement dans les villes et structures urbaines.

Vu que certaines techniques de détection de changement (par exemple la comparaison Postclassification) se basent sur les résultats de la classification des images, la fiabilité de leurs résultats dépend de celle de la méthode de classification utilisée. Une amélioration de cette dernière aura une influence directe sur la précision du processus de détection des changements. Dans le domaine de la classification des images numériques, une nouvelle tendance de techniques est apparue. Il s'agit d'une conséquence immédiate de l'adoption de la modélisation orientée objet et de l'avènement des images THRS.

Ainsi des travaux récents proposent des méthodes de classification orientée objet, qui se basent sur la segmentation multi-échelle et sur la classification à base de connaissances. Ces travaux utilisent des "objets" au lieu de pixels, ce qui a comme avantage d'exploiter de nombreuses informations (spectrales, spatiales, temporelles et contextuelles). De plus, ils utilisent des bases de connaissance qui permettent une meilleure gestion et analyse des données. Bien que les résultats de ces travaux n'aient pas été suffisamment évalués, les recherches conduites actuellement laissent espérer que les travaux futurs aboutiront à des propositions intéressantes.

CHAPITRE 2 :

**PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET
CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE**

Cadre physique et environnemental de la zone d'étude

1.1. Relief et topographie

Le relief de la région est principalement constitué de plateaux semi-arides, avec des altitudes variant généralement entre 800 et 1200 mètres. Les pentes sont modérées mais peuvent présenter des irrégularités locales influençant l'implantation urbaine.

La morphologie du terrain joue un rôle déterminant dans l'orientation de l'expansion urbaine. En effet, les zones à faible pente sont généralement privilégiées pour la construction, tandis que les zones accidentées constituent des contraintes naturelles.

La ville de Djelfa est située dans les Hautes Plaines centrales algériennes, à une altitude moyenne d'environ 1 100 mètres. Le relief est caractérisé par des plateaux steppiques ondulés et des formations montagneuses modérées.

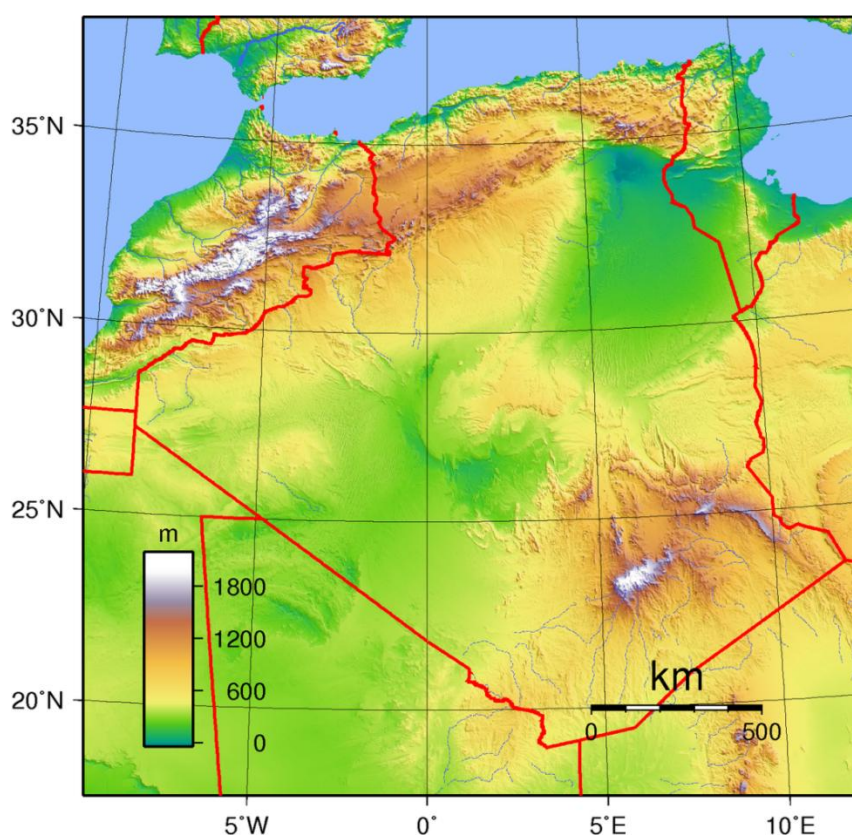


Fig n° 02 : Carte de la topographie de l'Algérie ¹²

¹² • . Monographie de la wilaya de Djelfa.

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

La topographie de Djelfa se distingue par un relief de plateau légèrement ondulé, entrecoupé de collines et de dépressions peu marquées. L'altitude varie entre 900 m et 1 300 m selon les secteurs. Cette morphologie influence fortement l'extension urbaine, qui tend à se développer préférentiellement sur les surfaces planes facilitant la construction et les infrastructures.

La présence de formations montagneuses au sud et à l'ouest constitue une contrainte naturelle limitant l'expansion urbaine dans certaines directions. Ainsi, la topographie joue un rôle structurant dans l'organisation spatiale de la ville.¹³

1.2. Climat

La région de Djelfa est caractérisée par un climat semi-aride à hiver froid et été chaud. Les précipitations sont faibles et irrégulières, oscillant généralement entre 200 et 350 mm par an.

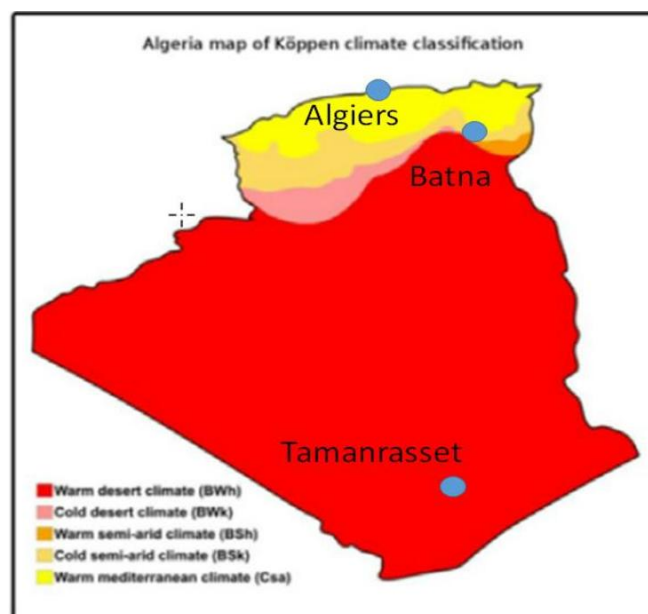


Fig n° 03 : carte de classification de climats en Algérie

Cette faiblesse des ressources hydriques accentue la vulnérabilité environnementale et rend la préservation des terres agricoles et pastorales particulièrement importante dans une perspective de développement durable.¹⁴

¹³ Monographie de la wilaya de Djelfa.

¹⁴ Benmoussa, A. (2019). Caractérisation géomorphologique des Hautes Plaines steppiques de Djelfa.

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

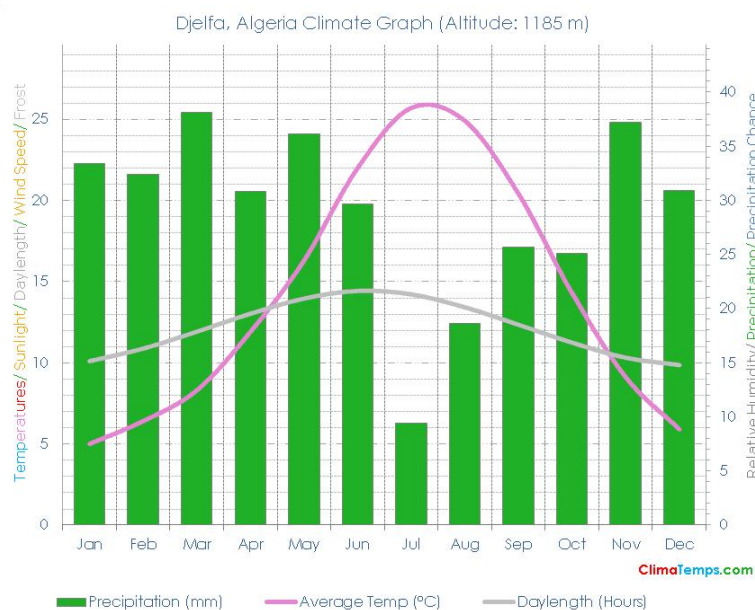


Fig n° 04: graphe sur l'indice d'aridité.¹⁵

1.3. Sols et couvert végétal



Fig n°5 : une vue sur la végétation ¹⁶

Les sols sont majoritairement steppiques, avec une prédominance de formations herbacées naturelles adaptées au pâturage. L'activité pastorale occupe une place centrale dans l'économie locale.

¹⁵ Emanuelle de MARTONNE. Travaux sur l'indice d'aridité.

¹⁶ Haut Commeçariat du Développement de la Steppe (HCDS).

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

Cependant, la pression urbaine entraîne une réduction progressive des surfaces pastorales et agricoles, modifiant l'équilibre écologique et socio-économique du territoire. 17

Contexte démographique et socio-économique

1. Croissance démographique

La wilaya de Djelfa connaît depuis plusieurs décennies une croissance démographique soutenue. Cette augmentation résulte à la fois :

- De la croissance naturelle de la population
- De migrations internes
- Du développement de nouvelles infrastructures¹⁸

La ville de Djelfa constitue un pôle d'attraction pour les populations rurales environnantes, ce qui contribue à l'extension spatiale des quartiers périphériques.

- 1975 : 27 599 hab.
- 1990 : 102 075 hab.
- 2000 : 191 586 hab.
- 2015 : 435 698 hab.

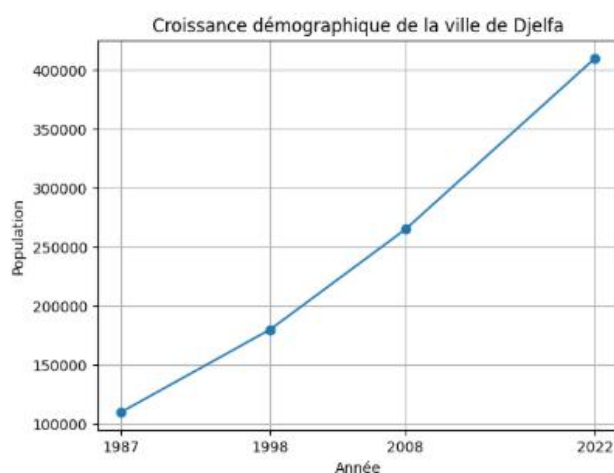


Fig n° 06 : Croissance démographique de la ville de Djelfa

Entre 1975 et 2015, la population de la ville de Djelfa a connu une croissance démographique importante. En 1975, elle était estimée à environ 27 599 habitants, puis a

17 Pierre OZENDA (1991). **Flore et végétation du Maghreb.**

18 Office Nationale de Statistiques (ONS).

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

été multipliée par près de 4 entre 1975 et 1990, atteignant 102 075 habitants, avant de presque doubler entre 1990 et 2000 (191 586 hab.). Enfin, la ville a poursuivi sa croissance forte jusqu'en 2015, avec 435 698 habitants. Ces évolutions reflètent une urbanisation rapide, liée à l'exode rural, à l'augmentation naturelle de la population et au rôle croissant de Djelfa comme centre administratif régional.

L'analyse du graphique met en évidence une croissance démographique soutenue entre 1987 et 2022. La population de Djelfa a connu une augmentation progressive, particulièrement marquée entre 2008 et 2022. Cette dynamique s'explique par l'exode rural, la croissance naturelle élevée et le développement des programmes de logement. Cette pression démographique constitue l'un des principaux facteurs de l'expansion urbaine observée dans les zones périphériques.¹⁹

2. Activités économiques

L'économie locale repose principalement sur :

- L'élevage ovin
- L'agriculture pluviale
- Le commerce
- Les services administratifs

Toutefois, la diversification économique et l'urbanisation croissante entraînent une transformation progressive des fonctions rurales traditionnelles.

La conversion des terres agricoles en zones bâties représente un enjeu majeur pour la sécurité alimentaire locale et la stabilité socio-économique.²⁰



Fig n° 07 : élevage ovin

¹⁹ Ministère de l'intérieur : Monographie de Djelfa

²⁰ Direction des services agricoles de Djelfa

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

4. Organisation spatiale et dynamique urbaine

L'extension urbaine de Djelfa s'est réalisée selon plusieurs directions privilégiées, souvent en lien avec :

- Les axes routiers principaux
- Les disponibilités foncières
- Les programmes de logement
- On observe un développement périphérique caractérisé par :
- Des lotissements résidentiels
- Des équipements publics
- Des zones d'activités

Cette croissance tend à réduire progressivement la séparation nette entre l'espace urbain et l'espace rural.²¹



Fig n° 08 : vue en plan sur le centre ville de Djelfa ²²

5. Enjeux territoriaux et environnementaux

L'expansion urbaine dans la zone d'étude soulève plusieurs enjeux :

1. Consommation foncière

Artificialisation progressive des terres agricoles et pastorales.

2. Fragmentation du paysage

Morcellement des parcelles agricoles et perte de continuité écologique.

²¹ Benabdeli, K. (2020). **Urbanisation et consommation foncière dans les Hautes Plaines algériennes.**

²² Google Maps

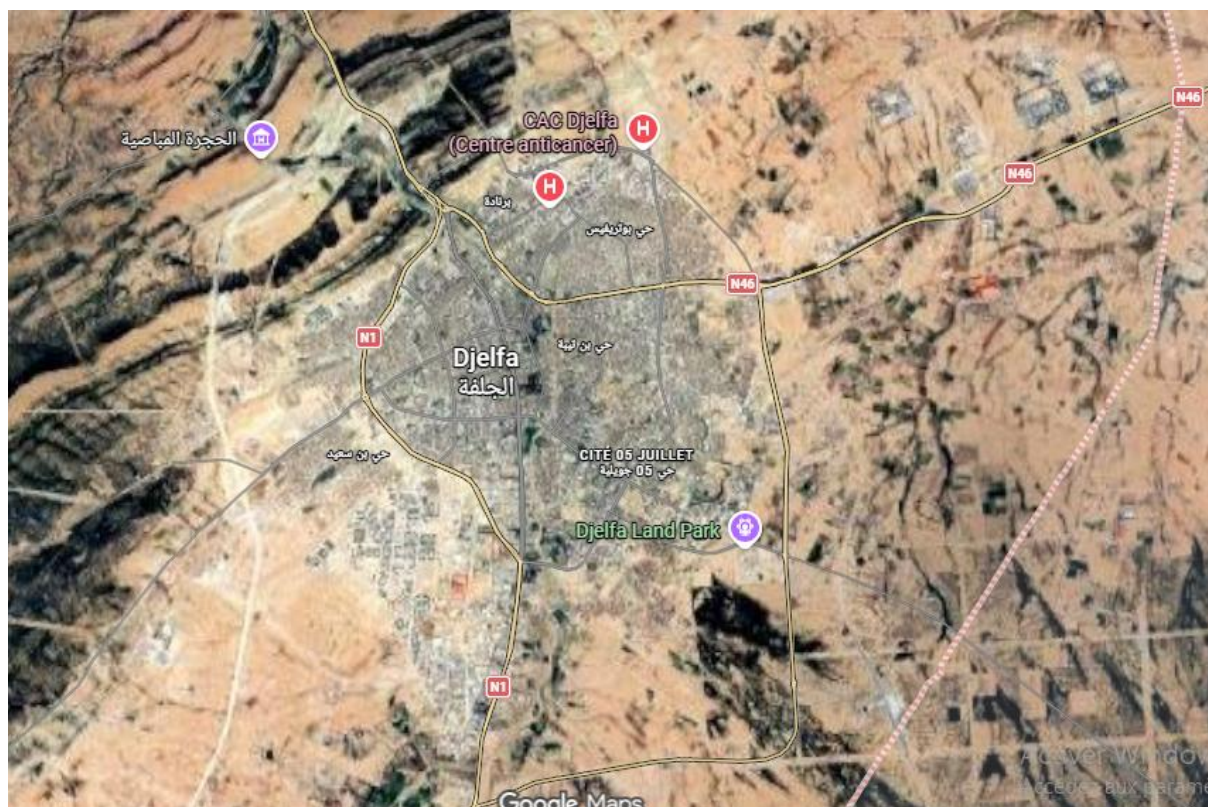


Fig n° 09 : Image satellitaire de la commune de djelfa 23

3. Pression sur les ressources naturelles

Augmentation de la demande en eau et en infrastructures.

4. Déséquilibre spatial

Croissance rapide non toujours accompagnée par une planification adaptée.

Ces enjeux justifient pleinement l'utilisation des outils de télédétection et des SIG pour analyser l'évolution spatiale et orienter les décisions d'aménagement. 24

6. Justification du choix de la zone d'étude

Le choix de la région périphérique de Djelfa repose sur plusieurs critères :

- Dynamique urbaine rapide
- Présence d'espaces agricoles et pastoraux vulnérables
- Accessibilité des données satellitaires multi-dates
- Importance stratégique dans le contexte des Hautes Plaines

23 https://www.researchgate.net/figure/The-predicted-urban-growth-of-Djelfa-City-in-2030-2040-and-2050_fig9_378967138?utm_source=chatgpt.com

24 Bensaïd, A. (2018). *L'expansion urbaine de la ville de Djelfa et ses impacts territoriaux*.

Chapitre 2 ; PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

Cette zone constitue un laboratoire territorial pertinent pour analyser les interactions entre urbanisation et espace rural dans un contexte semi-aride.

Conclusion

La zone d'étude présente des caractéristiques physiques, démographiques et socio-économiques qui favorisent une expansion urbaine significative. La fragilité environnementale du milieu steppique et la pression exercée sur les terres agricoles rendent nécessaire une analyse spatiale approfondie.

Ainsi, l'intégration des techniques de télédétection et des SIG permettra, dans les chapitres suivants, de quantifier précisément les transformations intervenues entre 2000 et 2025 et d'évaluer leurs implications territoriales.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Démarche méthodologique générale

L'objectif principal de cette recherche est d'analyser la dynamique de l'expansion urbaine dans les zones rurales périphériques de Djelfa entre 2005 et 2025, en s'appuyant sur les techniques de télédétection et les systèmes d'information géographique (SIG).

Cette méthodologie permet d'identifier, de cartographier et de quantifier les transformations du territoire sur une période de 20 ans.

Collecte et préparation des données

1. Données satellitaires

L'étude repose sur l'exploitation d'images satellitaires issues des missions :

- Landsat 5 TM (année 2005)
- Landsat -2 MSI (année 2025)

Ces satellites ont été sélectionnés pour :

- Leur disponibilité gratuite
- Leur résolution spatiale adaptée (30 m)
- Leur continuité temporelle ²⁵

2. Données cartographiques et administratives

Les données complémentaires comprennent :

- Limites administratives communales
- Réseau routier
- Modèle numérique de terrain (MNT)

3. Données de terrain

Des observations de terrain ont été réalisées afin de :

- Vérifier les classes d'occupation du sol
- Identifier les zones récemment urbanisées

²⁵ Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic Information Systems and Science*. Wiley.

4. Classification de l'occupation du sol

4.1. Définition des classes

Les principales classes retenues sont :

- Zones bâties
- Terres agricoles
- Sols nus

4.2. Analyse diachronique des changements

Une analyse comparative a été réalisée entre :

- 2005 et 2025

Les changements ont été quantifiés par :

- Calcul des superficies par classe
- Taux annuel d'expansion urbaine

4.3. Analyse spatiale sous SIG

L'analyse spatiale comprend :

4.3.1. Analyse directionnelle

Identification des axes privilégiés d'expansion (Nord, Sud, Est, Ouest) à partir :

- Du centre urbain
- Des buffers concentriques

4.3.2. Analyse des contraintes naturelles

Superposition des zones urbanisées avec :

1. La pente
2. L'altitude
3. Les types de sols

Cette analyse permet d'évaluer si l'urbanisation respecte ou ignore les contraintes naturelles.

4.3.3. Analyse multi-critères

Une analyse multi-critères spatiale peut être appliquée pour identifier les zones les plus vulnérables à l'expansion future.

Le cadastre et la maîtrise foncière

Le cadastre est une source d'informations foncières et économiques d'une **richesse exceptionnelle** pour la maîtrise foncière et la gestion urbaine. Durant les dernières décennies, la propriété foncière a connu des mutations remarquables. Une importante consommation du foncier s'est faite sans qu'il n'ait été possible de suivre son évolution.

L'absence du cadastre et d'un organisme au niveau des collectivités locales en mesure de suivre cette évolution est responsable privée des acteurs dans la programmation.

Par cadastre, on entend l'ensemble de documents établis méthodiquement sur la base de relevés topographiques et d'enquêtes foncières.

Il est considéré comme étant, l'inventaire de la propriété foncière dont il donne une description détaillée. Il est destiné à répondre aux besoins individuels ou collectifs notamment en matière foncière, juridique, fiscale et économique.

Le cadastre est donc un instrument de base pour stimuler un développement économique et social. Les grandes orientations des actes d'aménagement et d'urbanisation futurs dépendront de la gestion et de la maîtrise foncière. C'est pour cela que nous pensons qu'élever la couverture cadastrale au rang de priorité nationale en donnant tous les moyens nécessaires avec fixation d'échéances d'achèvement précises est une nécessité capitale.²⁶

1. La documentation cadastrale

Le cadastre est directement impliqué dans les principes de fonctionnement de la majorité des méthodes adoptées. Notre méthodologie appliquée s'inspire fortement de ce qui a été établi dans des études précédentes. En effet, on s'est adonné à utiliser les fondements particuliers générés dans les autres applications.

Généralement, la majorité des méthodes se base sur l'utilisation des techniques de la télédétection; la disponibilité d'images satellite a permis le développement de procédés diversifiés. Cette disponibilité d'images, et essentiellement leur répétition en des dates différentes permet des études pluri-temporelles et le développement de l'application des sciences de l'imagerie pour contenir les changements potentiels sur le globe terrestre ainsi que l'étude dynamique des phénomènes divers.

Le principe de la détection de changements réside dans un processus destiné à reconnaître les différences d'états des entités (ou phénomènes) par l'intermédiaire d'opérations d'observation en des dates différentes . Ce qui a pour conséquence majeure une capacité de

²⁶ Direction de l'Urbanisme et de la Construction de Djelfa

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

quantifier les effets temporels en utilisant des données multi-temporelles c'est à dire des images prises à des dates différentes.

On pourrait citer différents exemples, telle que l'étude de la déforestation, de la génération, l'étude dans l'agriculture et de la végétation, l'estimation des préjudices post catastrophes naturelles (feux de forêt, séismes, inondations, etc.), le suivi des transmutations environnementales (surveillance des côtes maritimes, désertification, glissement de terrains), le suivi des mutations dans l'occupation du sol, le développement des zones urbaines, etc.

La multiplicité des missions du cadastre et la précision du plan cadastral, rendent indispensable de saisir toute information relative aux objets représentés sur le plan, servant à l'identification du bien et son propriétaire. Pour cela, le cadastre en Algérie procède au remplissage des fiches terrain à des modèles différents (T4, T5, T7, T10....), ce qui donne la particularité au plan cadastral d'avoir à la fois la rigueur métrique et la précision sémantique.

1.1.Le plan cadastral :

le plan cadastral est le document fondamental du cadastre. C'est un plan général au sens qu'il couvre la totalité du territoire de la commune, dont il est l'unique représentation parcellaire à grande échelle.

1.2.La matrice cadastrale :

Un registre dans lequel est ouvert un compte pour chaque propriétaire vie dans la commune, chaque compte est identifié par un numéro porté sur un feuillet (M4) de la matrice cadastrale.

1.3.Le registre des états de section :

Un registre où sont classés dans l'ordre topographique et numéro d'ilot, où est indiqué le numéro de compte du propriétaire. Les états de sections sont obtenus par édition après le traitement informatique de l'information cadastrale.

La structuration de ces fiches sous forme d'une base de données est indispensable, notamment lorsqu'il s'agit de son intégration dans un projet d'aménagement ou d'un SIG.

²⁷

Nous donnons un exemple structuré sous forme de dictionnaire de données dans le tableau suivant :

²⁷ La Direction du Cadastre de la wilaya de Djelfa

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Tableau 1. Exemple de dictionnaire de données cadastrales

Milieu	Fiche terrain	Informations
Rural	T4 : fiche d'îlot de propriété	Numéro de wilaya, commune, section, îlot, compte
		Nature juridique, type d'exploitation
		Superficie, les parcelles, leurs contenances, leurs occupations et les objets qu'elles supportent
	T5 : fiche de propriétaire	Nom, prénom, adresse, numéro de compte
		Travail, nombre d'enfants, les îlots qu'il possède
		Dénomination (s'il est une société), et leur siège
T7 : fiche d'enquête	Nom, prénom, adresse, travail.....	
	Nature juridique, type d'exploitation...	
	Superficie, parcelles et leurs objets supportés	
Urbain	T8 : fiche de description d'immeuble bâti	Numéro de wilaya, commune, section, îlot...
		Nombre des lots et les informations de chaque propriétaire (nom, prénom, numéro de compte)
		Les quotes parts...
	T9 : fiche de copropriétés et d'indivision	Numéro de wilaya, commune, section, îlot
		Numéro de compte, noms et prénoms des indivisaires et leurs mandataires.
		L'adresse de l'îlot et du mandataire....
T10 : fiche d'immeuble	Numéro de wilaya, commune, section, îlot, parcelle	
	Nom, prénom, numéro de compte, superficie	
	Nature juridique, type d'exploitation...	

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

2. Rôle du cadastre en aménagement du territoire : état de l'art

Dans la dernière décennie, les systèmes cadastraux ont fait l'objet d'une modernisation conceptuelle importante et sont devenus, avec les progrès réalisés dans le secteur de la géomatique, de véritables infrastructures informationnelles de gouvernance territoriale. En effet, l'information cadastrale est dorénavant utilisée à des fins aussi diverses que, la planification de l'aménagement, le contrôle de l'utilisation du sol, la prévention des risques naturels et le développement durable. Dans ce tableau, nous présentons un état de l'art des études utilisant la documentation cadastrale comme support de base pour des projets d'aménagement du territoire.

Tableau 2. Contribution des données cadastrales à la gestion du territoire.

L'auteur	Date	Titre	Résumé
Bureau d'études Tr-Engineering	<i>Février 2002</i>	Réalisation du Plan d'Aménagement General (PAG)	Le support graphique du plan d'aménagement général PAG est constitué par les planches cadastrales (la plupart aujourd'hui disponibles sur support informatique) auprès de l'administration du Cadastre et de la topographie
Me Jean-Pierre Amour	<i>St- Juin 2002</i>	La rénovation cadastrale et l'aménagement du territoire municipal	Le cadastre, d'abord conçu comme pierre angulaire du régime de gestion du droit de propriété en matière d'enregistrement foncier, a été utilisé à de multiples fins au point d'ailleurs où toute l'administration des affaires municipales, qu'il s'agisse de travaux de chemin et de cours d'eau ou de la desserte des immeubles, s'est faite en fonction du découpage des lots et des rangs successifs. Quand les municipalités sont

intervenues dans l'aménagement du territoire, c'est en fonction des plans cadastraux qu'ont été dessinés les plans de zonage accompagnant les règlements d'urbanisme et que les règlements de lotissement ont été conçus et appliqués.

<p>J. Dawance et als</p>	<p><i>Septembre 2002</i></p>	<p>Evaluation des besoins et des activités problématique de leur localisation</p>	<p>L'étude consiste à définir le potentiel foncier des zones d'habitat sur la base d'un ensemble de données, dont la documentation cadastrale joue un rôle principal. Pour obtenir de bon résultats, une meilleure connaissance de la distribution des superficies des différentes natures et rubriques cadastrales dans les zones du plan de secteur est nécessaire. Cette connaissance pourrait être acquise à partir d'un échantillon suffisamment représentatif de communes pour lesquelles on disposerait d'un cadastre bien conçu.</p>
<p>Steponas Deveikis Vaiva Deveikienė</p>	<p><i>2004</i></p>	<p>Le rôle du cadastre multilatéral dans l'aménagement du territoire urbain -</p>	<p>L'aménagement des territoires doit s'appuyer sur la coopération interprofessionnelle. Il faut faire le cadastre basé non seulement sur le porté à connaissances juridiques et techniques mais aussi à la culture et la nature de lieu.</p>

La planification doit vérifier une vision d'usage des territoires urbains et transmettre ces données au cadastre.

José AVILA, Francis ROY, Mir A. MOSTAFAVI 2007 **La contribution du cadastre polyvalent à la pratique de l'aménagement territorial des périphéries des villes mexicaines : le cas de la ville Guanajuato au Mexique**

La croissance urbaine évoque généralement l'étalement spatial de la ville en périphérie, ce qui entraîne une conversion des zones rurales à des usages urbains. La problématique est complexe et croissante pour la gestion des processus d'urbanisation en périphérie des villes.

Leur désordre à l'échelle territoriale, met en évidence l'une des préoccupations actuelles de plusieurs pays, particulièrement ceux en voie de développement (le cas du Mexique) pour répondre à la demande de logements à la population dans un contexte d'urbanisation planifiée notamment en périphéries des villes, les zones à haut potentiel de développement.

De cette manière, pour la planification urbaine adéquate des villes, l'information spatiale est un facteur très important et même indispensable. Le plan cadastral constitue un support idéal

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

répondant à ces besoins.

Magali di Salvo	<i>Novembre 2007</i>	PLAN LOCAL D'URBANISME Modèle de cahier des charges de numérisation	Le présent cahier des charges vise à fournir aux communes s'engageant dans une démarche d'élaboration ou de révision de leur Plan Local d'Urbanisme (PLU) les recommandations techniques pour obtenir un document d'urbanisme exploitable sous format numérique et interopérable avec les PLU des autres communes. Le fond de ce plan d'urbanisme est le plan cadastral numérique.
------------------------	----------------------	--	--

Francis Roy, Alain A. Viau	<i>2008</i>	Les systèmes cadastraux : des instruments de base pour la gouvernance des territoires en Amérique latine ?	<p>En Amérique latine le cadastre constitue une composante importante de projets visant à renforcer les mécanismes d'administration des terres, les modes de tenure foncière et la sécurisation des droits immobiliers.</p> <p>De plus, de tels projets s'inscrivent souvent dans le cadre élargi des politiques de décentralisation des pouvoirs, de réduction de la pauvreté, d'égalité des genres et de renforcement des gouvernements locaux.</p>
-----------------------------------	-------------	---	---

Direction Départementale	<i>2009</i>	Numérisation du plan local	Le cadastre vectorisé labellisé,
---------------------------------	-------------	-----------------------------------	----------------------------------

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Finistère	d'urbanisme pour intégration dans un système d'information géographique SIG	contrôlé et mis à jour par la DGI, représente un support cartographique sur lequel peuvent être reportées de nombreuses données thématiques localisées. Parmi celles-ci, le document d'urbanisme applicable localement constitue l'une des premières informations à structurer afin qu'il se superpose intégralement sur le plan cadastral.
A. GOLE, D. LARUELLE (ESRI France)	2010 Documents d'urbanisme POS/PLU Modèle de données Guide utilisateur	Le Conseil National de l'Information Géographique (CNIG) a mis en place un groupe de travail constitué par les représentants de grandes collectivités et de l'Etat. Ce groupe de travail propose un cadre reproductible pour la numérisation des documents d'urbanisme (cartes communales, plans d'occupation des sols, plans locaux d'urbanisme) sur la base d'un fond cadastral.

3. Le foncier et la politique d'aménagement

La problématique du foncier est au cœur de la politique d'aménagement du territoire ; la protection et la valorisation du capital sol est perçue à travers des politiques de rééquilibrage de l'occupation du territoire fondé principalement sur :

2. Une répartition intelligente des populations et des activités à travers les différentes régions du pays (Nord, Hauts Plateaux et Sud).

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

3. Une stricte préservation des ressources rares, notamment les terres de fortes potentialités et une plus grande maîtrise du système urbain autour des grandes métropoles.

Au plan de l'usage des terres, l'aménagement du territoire se trouve aujourd'hui confronté à deux grandes problématiques qui nécessitent des approches différenciées :

- a) 1. Une première concernant les zones, espaces ou régions, pour lesquels la mise en place des conditions du développement est impérative.
- b) Une deuxième liée à la gestion dans des espaces fortement sollicités par les activités et les établissements humains ainsi que les infrastructures.

D'une manière générale, le capital foncier est menacé à la fois par l'accroissement anarchique des établissements humains et par le développement des activités, entre autres, l'industrie (Des logiques économiques des opérateurs industriels qui ont privilégié les sites faciles à aménager proches des réservoirs de main d'œuvre et des utilités nécessaires).

La croissance démographique, l'urbanisation et les politiques de développement menées durant trois décennies ont exercé des pressions dommageables sur le patrimoine foncier, En l'absence d'études d'impact, de vastes étendues de terres agricoles furent consommées.²⁸

4. Principaux documents de mise à jour

Ils sont au nombre de quatre :

- Les extraits cadastraux ;
- Les documents d'arpentages ;
- Les croquis de conservation ;
- Les états descriptifs de division.²⁹

4.1. Les extraits cadastraux :

L'expression « extrait cadastral » s'applique aux extraits spécialement destinés à la publicité foncière dans les communes cadastrées. Ils sont destinés à fournir aux rédacteurs des actes et à tous les autres usagers les renseignements cadastraux dont ils ont besoin. Chaque ilot de propriété est identifié par : sa nature, la commune de situation, la section cadastrale, son numéro de plan cadastral, son lieu-dit et sa commune. Les divers extraits cadastraux :

²⁸ Journal Officiel de la République Algérienne (2001). *Loi n°01-20 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire*. Alger.

²⁹ Journal Officiel de la République Algérienne (1976). *Décret n°76-63 relatif à l'institution du cadastre*. Alger. Expliquant les procédures techniques de mise à jour cadastrale.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

- Des extraits cadastraux modèles PR4bis, qui permettent d'assurer la liaison entre le bureau de la conservation cadastrale, le rédacteur de l'acte et la conservation foncière.
- Des extraits de plans établis sur des imprimés (support transparent) modèle CC15 ou CC16, dont il sera question à propos des documents d'arpentage.
- Des extraits ordinaires des documents cadastraux : extrait de la matrice cadastrale modèle CC11 et extrait de l'état de section CC12.³⁰

4.2. Les documents d'arpentage :

tout changement de limite de propriété doit être constaté par un document d'arpentage. Ce document est soumis au service du cadastre pour vérification et numérotage des nouvelles unités foncières, préalablement à la rédaction de l'acte réalisant le changement de limite. Le document d'arpentage (ou document de modification de l'ilot de propriété) répond à la fois aux nécessités de la publicité foncière et à celles de la conservation du cadastre. Ce document ne peut être dressé que par des personnes agréées.³¹

4.3. Les croquis de conservation :

la mise à jour du plan cadastral est effectuée par l'intermédiaire du croquis de conservation, dont il fait usage dans les cas suivants :

- Le changement ne nécessite pas une délimitation de propriété avec attribution de nouveaux numéros de plans.
- Le changement affecte le numérotage cadastral et il est généralement indépendant de la volonté des propriétaires. Sinon il aurait nécessité d'un document d'arpentage.
- Ils sont établis à l'échelle du plan cadastral, ils représentent la configuration ancienne des parties modifiées et la configuration nouvelle telle qu'elle résulte des constatations effectuées sur le terrain par l'agent du cadastre.³²

4.4. Les états descriptifs de division :

pour certains cas, la division de la propriété n'entraîne pas création de limite, il s'agit notamment de copropriété (verticale, horizontale ou mixte) et de l'affectation hypothécaire

³⁰ Journal Officiel de la République Algérienne (1975). *Ordonnance n°75-74 du 12 novembre 1975 portant établissement du cadastre général et institution du livre foncier*. Alger.

³¹ Journal Officiel de la République Algérienne (1975). *Ordonnance n°75-74 du 12 novembre 1975 portant établissement du cadastre général et institution du livre foncier*. Alger. Cadre juridique général des modifications foncières.

³² Journal Officiel de la République Algérienne (1975). *Ordonnance n°75-74 du 12 novembre 1975 portant établissement du cadastre général et institution du livre foncier*. Alger. Base juridique de la conservation cadastrale.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

d'une partie d'un immeuble bâti ou non. Cet état descriptif est un acte authentique. Les bureaux de la conservation cadastrale reçoivent par l'intermédiaire des conservations foncières des copies ou extraits des états descriptifs de division.³³

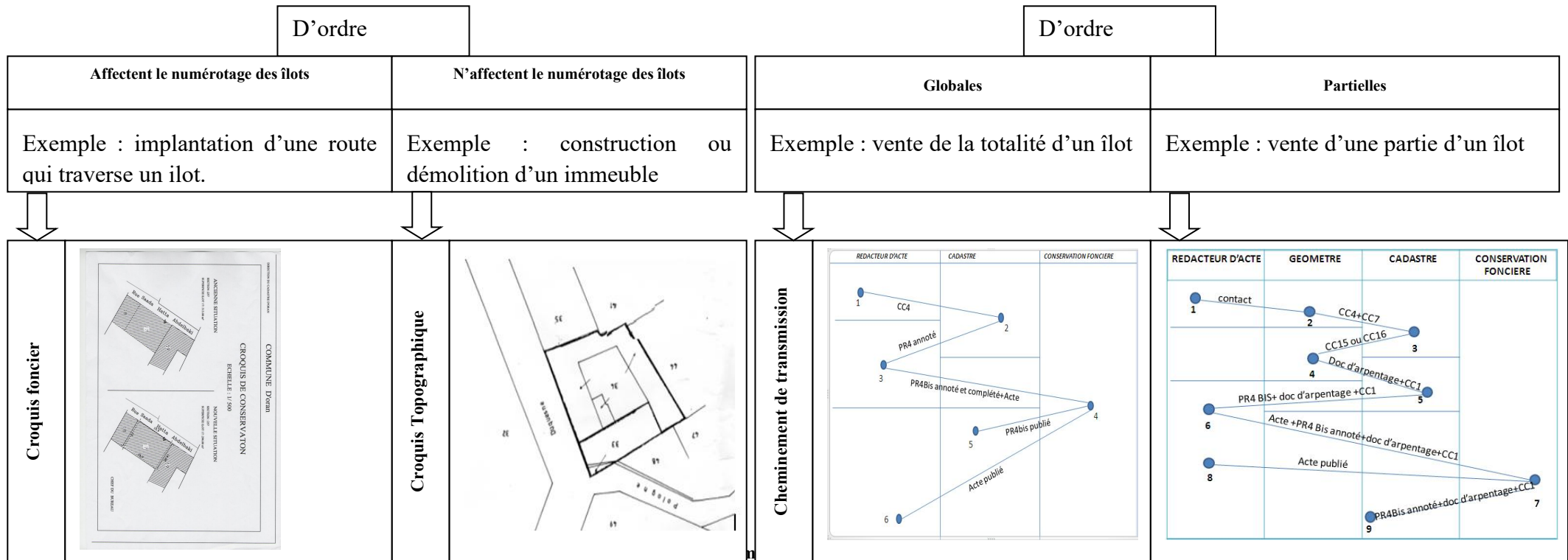
³³ Journal Officiel de la République Algérienne (1976). *Décret n°76-63 du 25 mars 1976 relatif à l'institution du cadastre*. Alger. Encadre les opérations cadastrales et les documents transmis entre conservation foncière et cadastre.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

I.3. Les mutations: définitions, cas de figures et intervenants

Tableau : Mutations foncières

Mutations foncières



5. Les mutations juridiques

Ce sont des mutations foncières qui affectent la situation juridique des immeubles, elles se présentent sous deux formes :

5.1. Mutation globale

Il s'agit de modification qui ne touche que les propriétaires alors que les limites de propriété demeurent inchangées. L'unité foncière est transférée totalement d'un propriétaire à un autre.

Exemple :

- Vente ou donation de la totalité d'un ilot;

Le cheminement de transmission des documents entre les différents organismes est présenté par le tableau suivant :

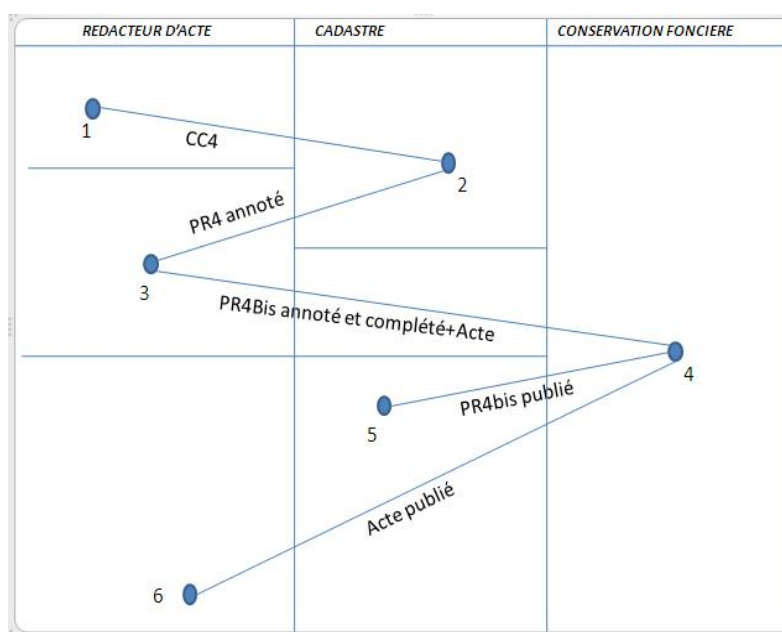


Fig n° 10 Transmission des documents pour une mutation globale

5.2. Mutation partielle

Ce sont des modifications d'ordre juridique qui touchent le propriétaire et la limite de propriété. Une partie de l'unité foncière est transférée d'un propriétaire à un autre.

Exemple :

- Vente ou donation d'une partie d'un ilot ;

Le cheminement de transmission des documents entre les différents organismes est présenté par le tableau suivant :

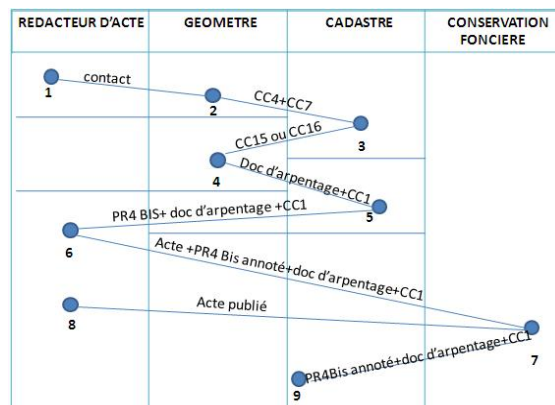


Figure : Transmission des documents pour une mutation partielle

5.3. Les mutations techniques

Ce sont des modifications d'ordre technique qui n'affectent pas la situation juridique de l'immeuble. Elles se présentent sous deux formes :

- Mutations qui affectent la numérotation des îlots: croquis foncier

Les mutations de l'espèce sont induites par d'éventuels changements de limites d'îlot sans que la nature juridique soit affectée:

Exemple: Changement de limite des sections au vue d'une réorganisation territoriale des communes ;

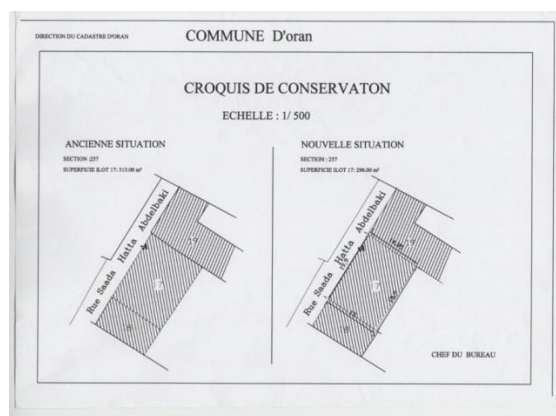


Fig n° 11: Croquis de conservation

- Mutations qui n'affectent pas la numérotation des îlots: croquis topo

Il s'agit de changements intervenus à l'intérieur des îlots de propriété tel que le changement de nature de culture (nouvelle plantation, arrachage,...) ³⁴

³⁴ Ministère de la Justice (Code civil algérien). *Dispositions relatives aux actes translatifs de propriété et droits réels immobiliers.*

→ Encadre juridiquement les ventes, successions, donations et hypothèques

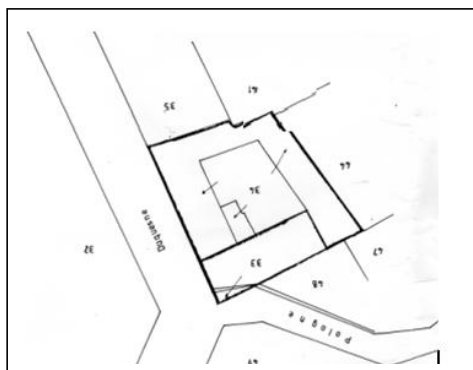


Figure 12 Croquis topographique

6. Déroulement technique et administratif de la mise à jour

Dans cette partie nous reprenons les deux types de mise à jour précédents en définissant le processus pratique : technique et administratif, à travers des cas réels.

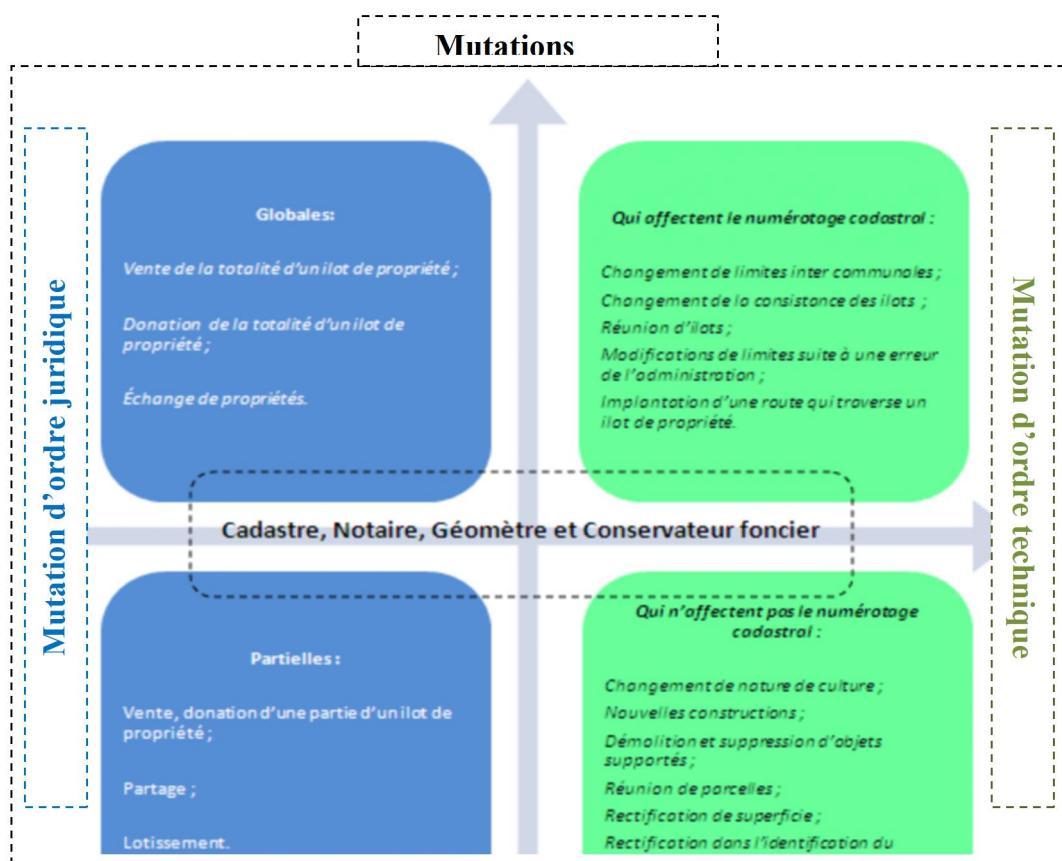


Fig 13 : déroulement technique et administratif de la mise à jour

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

L'évolution du monde réel n'est pas l'unique cause qui entraîne des mises à jour dans les bases de données géographiques. Thierry BADARD dans son étude qui s'intitule « Mise à jour générique des bases de données géographiques » présente différentes causes que nous reprenons ici :

6.1. Les évolutions terrain :

ce sont toutes les évolutions qui touchent les entités du monde réel modélisées dans les BDGs qu'elles soient naturelles (une rivière qui sèche) ou provoquées (changement du trajet d'une route).

6.2. Les corrections d'erreurs :

elles correspondent à des corrections d'une ancienne version de la base de données pour refléter au mieux la réalité terrain même s'il n'y a pas eu d'évolutions. Ces erreurs peuvent provenir directement des données originales (erreur à la source c.à.d. lors de la saisie) ou des traitements successifs de la BD (la généralisation des données erronées, par exemple).

6.3. Les changements des spécifications :

le concepteur du système d'information géographique peut trouver nécessaire de changer le modèle conceptuel de son système afin de le rendre plus riche et/ou de meilleure qualité. Cela le pousse à un changement de spécification, qu'il s'agisse de spécifications de saisie ou de contenu.

6.4. Les enrichissements de la base :

cela consiste à rajouter des informations qui étaient absentes dans base initiale. L'intégration de thème, dans les différentes couches, non contenus initialement dans la base est un bon exemple.³⁵

Les différentes situations qui peuvent être rencontrées au niveau d'une conservation cadastrale :

Tableau 5. Causes théoriques des mises à jour avec des exemples sur les données cadastrales

Cause théorique d'une mise à jour	Cas pratiques enregistrés dans la C.C
Les évolutions terrain	Changements de limites des îlots et des parcelles expropriés pour la réalisation du projet d'autoroute Est-Ouest.
Les corrections d'erreurs	Rectification de la superficie après délivrance du livret foncier.
Les changements des spécifications	Passage de la base de données DFG vers la

³⁵ Ministère des Finances. *Manuel de conservation foncière et cadastrale*.

→ Détaille concrètement les étapes administratives (réception des actes, vérification, mise à jour, transmission).

	base de données GIC ou ArcGis.
Les enrichissements de la base	Introduction des informations d'aménagement et d'urbanisme autres que la délimitation du périmètre du PDAU et du POS et les servitudes.

7. Détection des changements par imagerie spatiale: état de l'art

La détection de changements dans une scène permet l'analyse de phénomènes terrestres, à travers d'observations. Ces changements peuvent être de différents types, de différentes origines et de durées variées. La détection de changements permet, entre autres, d'étudier l'occupation des sols ou d'établir une cartographie des dommages suite à une catastrophe naturelle. On peut distinguer trois grandes familles méthodologiques pour l'analyse de changements : méthodes bi-temporelles, méthodes dites mixtes et méthodes d'analyse des séries temporelles.³⁶

7.1. Les méthodes bi-temporelles

Ces méthodes permettent de situer et d'étudier des changements ayant lieu entre deux observations. Le phénomène à caractériser est généralement court dans le temps, et les observations fournissent une information sur l'état de la scène avant le changement, et une après. Ce type de méthodes inclut la différenciation d'images le ratio d'images ou encore l'analyse par vecteurs de changement.

Tableau n° 6 : Méthode par différence

Travaux de recherches réalisés	Auteurs / Dates
--------------------------------	-----------------

³⁶ Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., & Lambin, E. (2004). *Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review*. International Journal of Remote Sensing, 25(9), 1565–1596.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Méthode par différence d'images	Automatic Analysis of the Difference Image for Unsupervised Change Detection	Lorenzo Bruzzone, Diego Fernández Prieto, 2000
	Remote Sensing and Spatial Metrics Comparison of change detection methods in terms of threshold determination	Taewoo Kim, Yongcheol Suh, Yang-Won Lee 2000
	An adaptive semi parametric and context based approach to unsupervised change detection in multitemporal remote-sensing images	Lorenzo Bruzzone and Diego Fernández Prieto 2002
Ratio d'images	Robustness of Change Detection Algorithms in the Presence of Registration Errors	Ashok Sundaresan, Pramod K. Varshney, and Manoj K. Arora 2007
	Monitoring and Analysis of Urban Land Cover Changes over Stockholm Region between 1986 and 2004 using	Karoliina Kolehmainen October 2008

Tableau n° 7 : Analyse par vecteur de changement

Analyse par vecteur de changement	Land-Use/Land-Cover Change Detection Using Improved Change Vector Analysis	Jin Chen, Peng Gong, Chunyang He, Ruiliang Pu, and Peijun Shi 2003
	Modélisation prédictive de l'occupation des sols en contexte agricole intensif : application à la couverture hivernale des sols en Bretagne	Samuel CORGNE 2004
	Monitoring and Analysis of Urban Land Cover Changes over Stockholm Region between 1986 and 2004 using Remote Sensing and Spatial Metrics	Karoliina Kolehmainen 2008
	Détection de changements dans des	

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

images à très haute résolution spatiale par analyse de texture : application en milieu urbain	Antoine Lefebvre, Thomas Corpetti, Laurence Hubert	2009
---	--	------

Tableau. 8. Travaux de recherches sur la détection des changements par approche bi-temporelle

	A Change Detection Experiment Using Vegetation Indices	John G. Lyon, Ding Yuan, Ross S. Lunetta, and Chris D. Elvidge 1998
Les indices de végétation	Détection des changements dans les oasis péruviennes, analyse multi temporelle à partir de l'indice de végétation NDVI	Anaïs MARSHALL ; Frédéric BERTRAND 2009
	Vegetation Cover Change Monitoring Applying Satellite Data During 1972 to 2007	Radari, Amiri, Meleki 2010

7.2. Les méthodes mixtes

Une seconde famille de méthodes correspond à des techniques mixtes, principalement statistiques, s'appliquant généralement à deux images mais pouvant être combinées pour en analyser plusieurs. Cette famille inclut la comparaison post classification, la transformation linéaire des données (ACP ou MAF Maximum Autocorrelation Factor), la régression et l'interpolation, ou encore l'analyse fréquentielle (ex : décomposition de Fourier ou en ondelette).

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Tableau. 9 .Travaux de recherches sur la détection des changements par approche bi-temporelle

	Travaux de recherches réalisés	Auteurs / Dates
Comparaison post classification	Détection des changements en milieu urbain à partir des images satellitaires à très haute résolution spatiale	Eléonore Wolff,Evelyne Frauman 2005
	Démarche méthodologique pour la détection des changements d'un milieu morcelé en utilisant des images à moyenne résolution spatiale : application à une région littorale au VIÊT-NAM	Thi Thanh Hien PHAM, Ferdinand BONN et Jean-Marie DUBOIS 2006
	Monitoring and Analysis of Urban Land Cover Changes over Stockholm region between 1986 and 2004 using remote Sensing and Spatial Metrics	Karoliina Kolehmainen 2008
Régression et interpolation	Urban Land-Cover Change Detection through Sub-Pixel Imperviousnes mapping Using Remotely Sensed Data	Limin Yang, George Xian, Jacqueline M. Klaver, Brian Deal 2003
	Assessing different remote sensing techniques to detect land use/cover changes in the eastern Mediterranean	S. Berberoglu , A. Akin 2009
Analyse en composante principales ACP	Contours actifs et information a priori pour l'analyse de changements : application à la mise à jour de cartes numériques du bâti urbain à partir	Timothée BAILLOEUL 2005

d'images optiques de télédétection haute résolution

Les changements de l'occupation du sol et ses impacts sur les eaux de surface du bassin versant de la rivière Cáu (Viêt-nam)	HOANG Kim Huong, M. BERNIER, J.P. VILLENEUVE	2007
Détection de changements dans des images à très haute résolution spatiale par analyse de texture : application en milieu urbain	Antoine Lefebvre, Thomas Corpetti, Laurence Hubert	2009

7.3. Les méthodes d'analyse des séries temporelles

Enfin, la dernière famille correspond à des méthodes dédiées à l'étude de séries temporelles d'images. Ces méthodes sont généralement basées sur l'analyse de trajectoires radiométriques de pixels, afin de les comparer ou d'y détecter des ruptures.

Tableau. 10. Travaux de recherches sur la détection des changements par approche de séries temporelles

	Travaux de recherches réalisés	Auteurs / Dates
Etude des séries temporelles	A neural-statistical approach to multitemporal and multisource remote-sensing image classification	BRUZZONE L., PRIETO D., SERPICO S 1999
	Traitement des séries temporelles avec la carte de Kohonen	Bassam Abdel Latif 2008

8. Techniques de mise à jour spatiale et attributaire : état de l'art

8.1. Mise à jour attributaire

Les techniques existantes sont en nombre de trois :

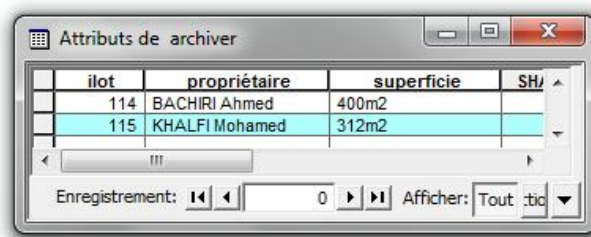
Technique de table-versioning :

toute nouvelle valeur d'un attribut entraîne la création d'une nouvelle version de la table considérée, version dans laquelle apparaîtra la mise à jour. La méthode est très simple à mettre en

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

œuvre mais est également très lourde en terme de redondance d'informations étant donné le recopiage inutile des valeurs inchangées.

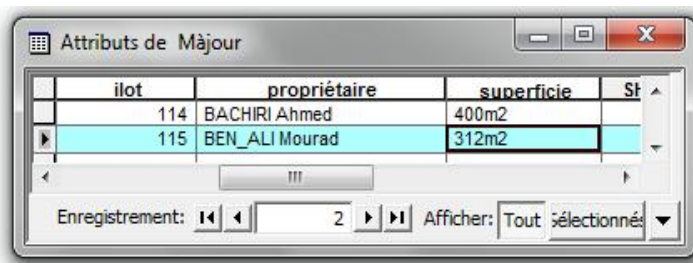
Table à archiver :



ilot	propriétaire	superficie	SH
114	BACHIRI Ahmed	400m2	
115	KHALFI Mohamed	312m2	

Tableau. 11. Table à archiver (méthode de table versionning)

Table de mise à jour :



ilot	propriétaire	superficie	St
114	BACHIRI Ahmed	400m2	
115	BEN_ALI Mourad	312m2	

Tableau. 12. Table de mise à jour (méthode de table versionning)

Technique d'attribute-versioning :

toute nouvelle valeur de l'attribut sera ici stockée sur la même ligne que les anciennes et sera associée à son « intervalle de validité ». On aura donc des enregistrements de longueur variable suivant le nombre de mises à jour effectuées, ce qui va à l'encontre de la recherche d'un état cohérent pour la base de données puisqu'on contredit la première forme normale de dépendance fonctionnelle.

OBJECTID *	SHAPE *	Num ilot	Supilot anc	Supilot nouv	Propriétaire	S
1	Polygone M	120	340m2	340m2	BEN ALI Mohamed	
2	Polygone M	121	220m2	220m2	SAHLI Fatima	
3	Polygone M	122	510m2	560m2	BACHIRI Nacer	
4	Polygone M	123	430m2	430m2	CHERIFI Mokhtar	

Tableau. 13. Exemple sur la méthode d'attribut versionning

Technique de tuple-versioning :

selon cette méthode, toute nouvelle valeur apportée à un attribut d'une entité entraîne la création d'un nouvel enregistrement (donc d'un nouveau tuple). Un des problèmes essentiels rencontrés ici est que la table peut vite devenir « imposante » si on a affaire à des mises à jour fréquentes. Les critères des requêtes temporelles devront par ailleurs préciser à quel(s) tuple(s) de l'entité ils se réfèrent...

OBJECTID	ID ilot	ID section	Num ilot	Mod app	Droit Char	Nat jurilo	Nbr parcel	Num compt	Sup ilot
70	70	5004	31	attribution par titre		bien de l'état	4	31050040018J	264500m2
77	77	5004	89	attribution par titre		bien de l'état	1	31050040018J	223250m2
186	186	5004	90	acquisition	droit d'usage et d'habitation	propriété privée individuelle	3	31050040041K	41250m2
189	189	5004	41				1	31050040022M	125m2
200	200	5004	41	acquisition	droit d'usage et d'habitation	propriété privée individuelle	1	31050040022M	150m2

Tableau. 14. Exemple sur la méthode de tuple versioning

8.2. Mise à jour spatiale

- **L'utilisation d'une séquence temporelle** : veut dire la création d'une séquence d'instantanés ou « snapshots » qui vont permettre de représenter le phénomène à différentes époques (notées ti) ; elle peut être utilisée pour illustrer l'évolution d'un phénomène géographique au cours du temps (exemple : animation satellitaire en météorologie).

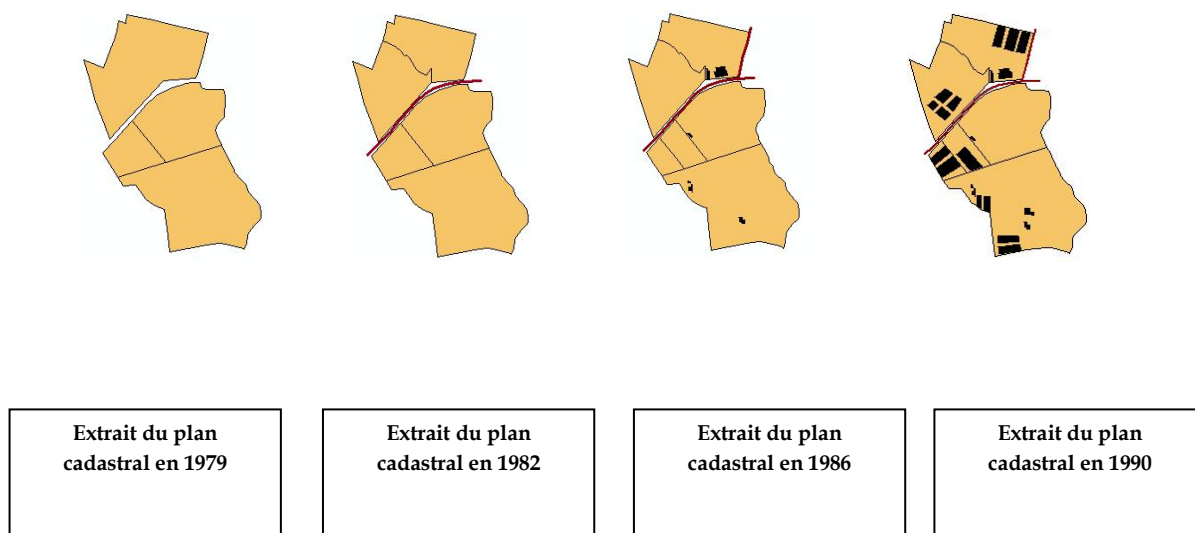


Figure 13 Principe de la technique de mise à jour spatiale de type snapshots

- **L'utilisation de couches de mise à jour** : consiste à créer une nouvelle couche lors de chaque mise à jour (donc à chaque époque t_i), couche qui reprendra tous les changements survenus depuis la mise à jour précédente (donc depuis t_{i-1}).

Le grand avantage de cette deuxième méthode est la réduction considérable de l'espace disque alloué au stockage des informations, et cela même si on a affaire à de fréquentes mises à jour.

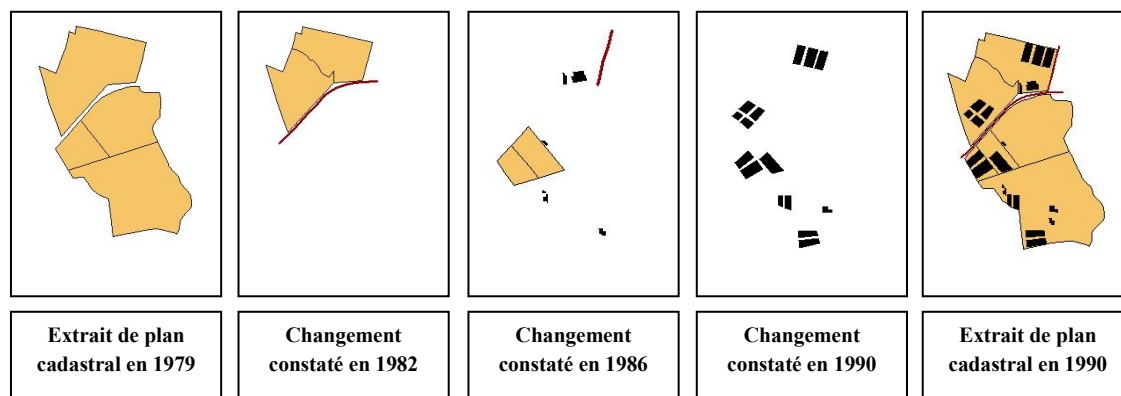


Figure. 14. Principe de la technique de mise à jour spatiale de type couche de mise à jour

- **L'utilisation d'une couche historique** : Elle consiste à créer une « couche historique » qui reprend toutes les extensions issues des opérations de mises à jour spatiale. On n'aura donc plus qu'une couche regroupant, à elle seule, toutes les mises à jour effectuées.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

En complément à cette couche historique, on retrouvera, comme précédemment, une couche de base décrivant la situation à l'époque de référence t_0 .

Ainsi, la reconstitution de la situation correspondant à une époque t_x quelconque, passera par une opération de superposition spatiale entre la couche de base et la couche historique dans son état correspondant à l'époque t_x .

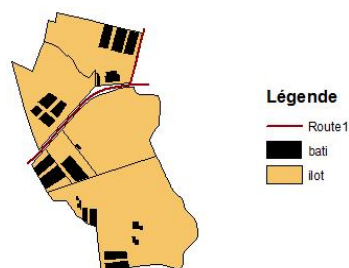


Figure. 15. Extrait du plan cadastral en 2000 après mise à jour

La multiplicité des techniques de mise à jour spatiales et attributaires est le résultat d'une analyse de besoins en information à garder, à supprimer ou à rajouter, des besoins en matériel (capacité de stockage et de traitements) et de besoin en qualité d'information. Pour le cadastre, il faut choisir les méthodes convenables sur la base de ces critères.

Outils et matériels des traitements

La complexité de la problématique, et la variété des applications, nécessitent des outils performants et un matériel spécialement conçu, qui sont présentés dans les tableaux ci-dessous.



CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Tableau Outils et matériels utilisés lors des traitements des données à l'ANC/DRC

Phases d'application siège	Phase collecte et prétraitements des données
Outils et matériels	ANC/DRC Récepteur GPS bi fréquence type : Wild GPS System 300
Matériels topographiques	
Matériel de numérisation	Scanneur Ultra Scan 5000 type : à plat, format : A3. 
Matériel de photogrammétrie	Station de photogrammétrie numérique LPS  (LeicaPhotogrammetry Suit)
Outils de traitements	Logiciel GNSS de traitement des données GPS Logiciel ERDAS 9.2 pour l'ortho rectification et la restitution des images aériennes.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Tableau : Outils et matériels utilisés lors des traitements des données au CTS

Phases d'application siège	Phase de traitement et utilisation des données
Outils et matériels	CTS
Matériel informatique	PC1: RAM 3GO, WINDOWS XP-SP2. PC2: RAM 2 GO, WINDOWS 7.
Logiciels de traitements	Logiciel ERDAS 9.2 pour la détection de changements et l'orthorectification de l'image Quickbird.  ERDAS Imagine
	Logiciel ARCGIS 9.3 pour le géo-référencement des cartes topographiques et les plans cadastraux, détection de changements, base de données cadastrale et mise à jour.  ArcMap

Détection de changements par imagerie spatiale

Cette phase ne constitue pas une étude comparative dans le sens d'étude algorithmique, mais plutôt, on s'intéresse beaucoup plus à la précision, la rapidité et la simplicité des étapes à suivre dans un objectif de faciliter l'application aux agents du cadastre ayant suivis une formation en traitement d'image au CTS.

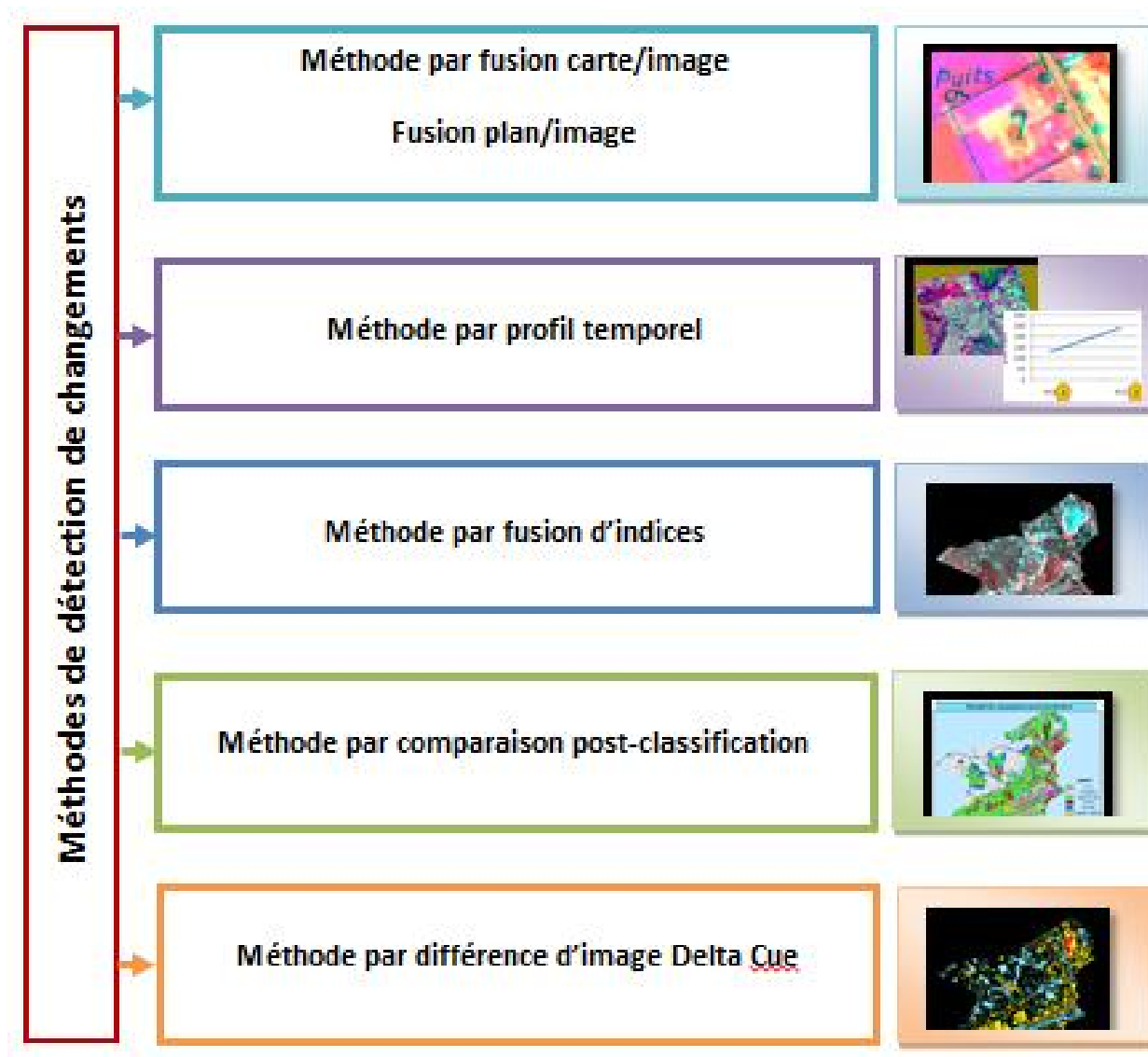


Figure : Méthodes de Détection de changements

Méthode par comparaison poste_classification (Méthode utilisé)

Les méthodes par comparaison post classification fournissent des informations concernant la nature des changements, elles présentent l'avantage de comparer les classes d'objets, paire par paire, ce qui facilite l'extraction des changements avec précision.

L'analyse statistique des résultats des classifications des deux dates permet d'estimer approximativement (selon la quantité de confusion thématique), le taux de changement entre les deux dates.

Pour la comparaison paire par paire, nous j'ai utilisé le logiciel ArcMAP 10.8

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

9. Les outils d'urbanisme et d'aménagement : Instruments et législation

- Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU).
- Le Plan d'Occupation du Sol (POS).

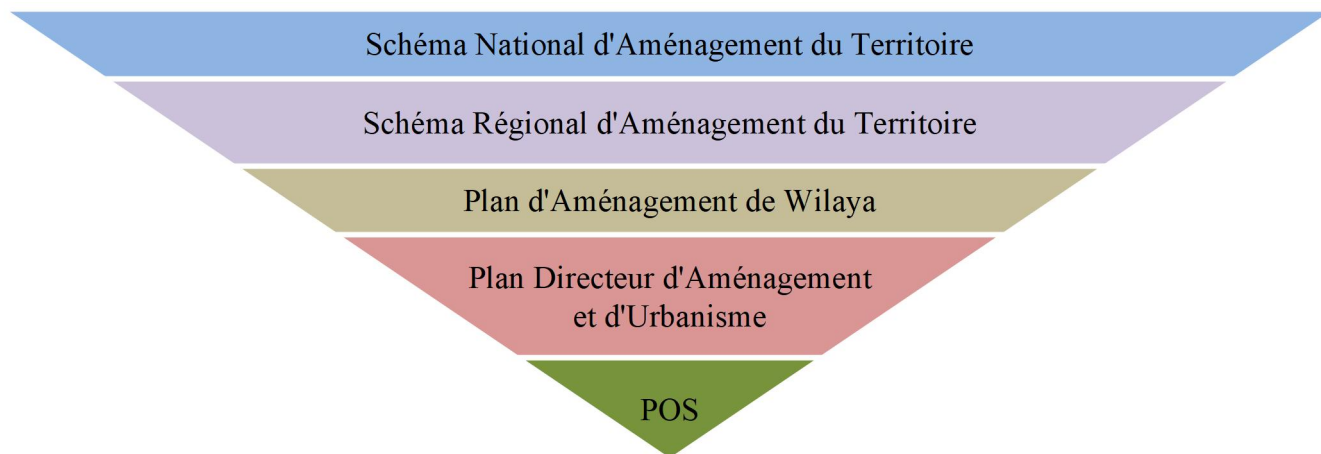


Figure I6 Hiérarchie des outils d'aménagement et d'urbanisme

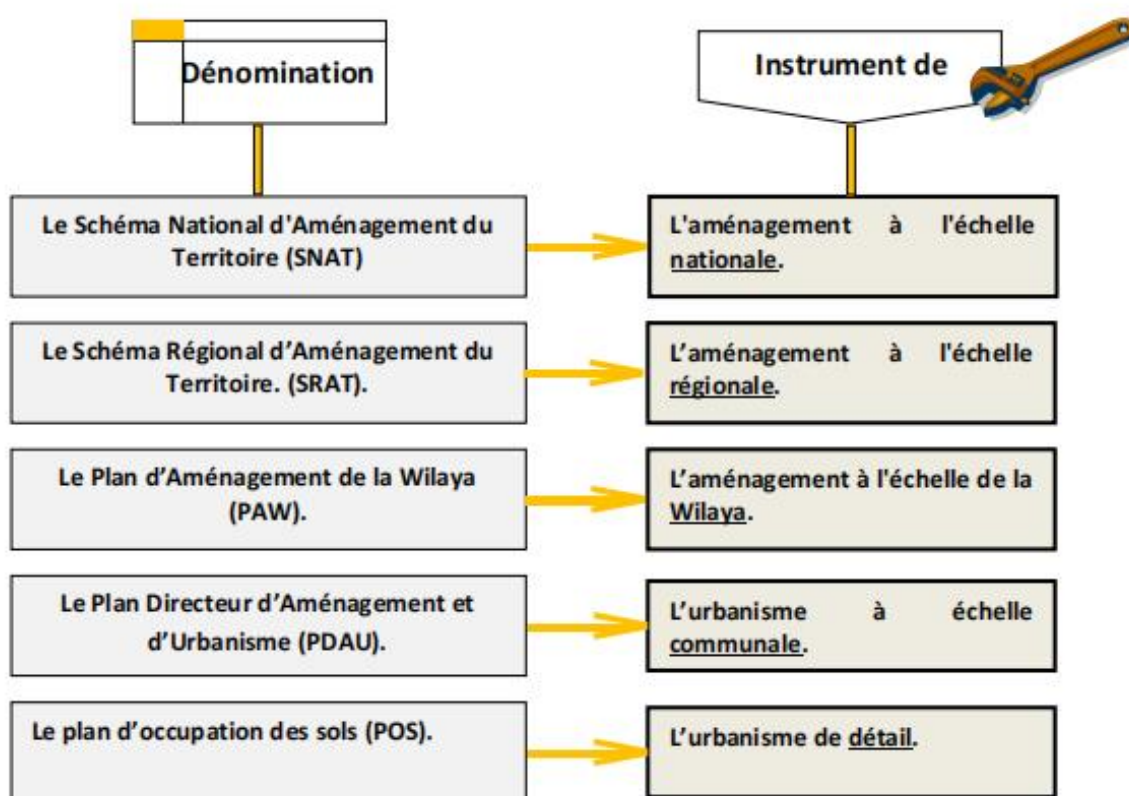


Figure : Les instruments d'aménagements du territoire.

9.2. Définition des outils d'urbanisme et d'aménagement

9.2.1. Le Schéma National d'Aménagement du Territoire

Est un acte par lequel l'état affiche son projet territorial. Il montre donc comment l'état compte assurer, dans un cadre de développement durable, le triple équilibre de l'équité sociale, de l'efficacité économique et de la soutenabilité écologique, à l'échelle du pays tout entier. Le SNAT est un instrument qui traduit et met en forme pour l'ensemble du territoire, comme pour chacune de ses parties, les orientations stratégiques d'aménagement durable du territoire. Il constitue une réponse aux enjeux majeurs du territoire, lesquels résultent du croisement des éléments fournis par le diagnostic territorial et les éléments de prospective, c'est à dire les scénarios possibles pour le développement du territoire.³⁷

9.2.2. Le Schéma Régional d'Aménagement du Territoire

Le SRAT fixe les orientations fondamentales à moyen terme, de développement durable du territoire régional. Il veille à la cohérence des projets d'équipement avec la politique de l'Etat et des différentes collectivités territoriales, il se substitue au plan de la région.

Le SRADT comprendra, désormais, trois documents spécifiques :

- Un document d'analyse prospective (avec une vision interrégionale ou transfrontalière à échéance).
- Une charte d'aménagement et de développement durable du territoire régional (outil d'action et de programmation stratégique).
- Des documents cartographiques (traduction spatiale des orientations et des options retenues).

9.2.3. Le Plan d'Aménagement de Wilaya

Les plans d'aménagement de wilaya (PAW) sont à l'échelle de la wilaya et doivent être initiés par celle-ci ; dans le respect des dispositions du SNAT et des SRAT. Ils fixent les vocations des communes; distribuent les activités et le peuplement à travers leurs territoire ; en localisant les infrastructures ; les zones d'activité économique et les zones de mise en valeur. Le PAW identifie la hiérarchie urbaine dans les wilayas. Ils déterminent les aires de planification intercommunales pour les communes à forte solidarité et distribuent les services publics dans la wilaya.

³⁷ Journal Officiel de la République Algérienne (1990). *Loi n°90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme*. Alger.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

9.2.4. Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

Décret exécutif n° 05-317 du 6 Chaâbane 1426 correspondant au 10 septembre 2005 modifiant et complétant le décret exécutif n° 91-177 du 28 mai 1991 fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et le contenu des documents y afférents.

Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) est un instrument de planification spatiale et de gestion urbaine fixant les orientations fondamentales de l'aménagement du territoire de la ou les commune(s) concernée(s).

Cet instrument indispensable au développement de la collectivité locale, joue un rôle important dans la rationalisation d'utilisation des sols et leur prévision pour la satisfaction des besoins présents et futures (développement durable).

Chaque commune doit être couverte par un plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme dont le projet est établi à l'initiative et sous la responsabilité de Président de L'A.P.C.

Le PDAU détermine :

- La destination générale des sols, définit l'extension Urbaine, la localisation des services et activités, la nature et l'implantation des grands équipements et infrastructures.
- Les zones d'intervention sur les tissus urbains existants et les zones à protéger (sites historiques, forêts terres agricoles, littoral).
- Le PDAU divise le territoire auquel il se rapporte en secteurs urbanisés, à urbaniser, d'urbanisation future et non-urbanisables.
 - Les secteurs urbanisés incluent tous les terrains occupés par les constructions agglomérées y compris les emprises des équipements nécessaires à leur desserte (constructions).
 - Les secteurs à urbaniser concernent les terrains destinés à être urbanisés à court et à moyen termes.
 - Les secteurs d'urbanisation future incluent les terrains destinés à être à long terme aux échéances prévues par le PDAU.
 - Les secteurs non urbanisables sont ceux dans lesquels les droits à construire sont édictés et réglementés.
- Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme définit les termes de référence du Plan d'occupation des sols (POS).

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Le contenu du PDAU

Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme se compose :

1- D'un rapport d'orientation qui présente :

L'analyse de la situation existante et les principales perspectives de son développement compte tenu de l'évolution économique, démographique sociale et culturelle du territoire considéré.

La partie d'aménagement proposée compte tenu des orientations en matière d'aménagement du territoire.

2- D'un règlement qui fixe les règles applicables pour chaque zone comprise dans les secteurs urbanisés, à urbaniser, d'urbanisation future et non urbanisables, en déterminant :

- L'affectation dominante des sols et s'il y'a lieu la nature des activités qui peuvent être interdites ou soumises à des conditions particulières,
- La densité générale exprimée par le coefficient d'occupation des sols,
- Les servitudes à maintenir, à modifier ou à créer,
- Les périmètres des plans d'occupation des sols avec les termes de référence y afférents en faisant apparaître les zones d'intervention sur les tissus urbains existants et ceux des zones à protéger,
- La localisation et la nature des grands équipements, des infrastructures, des services et des activités

Il définit en outre les conditions de construction particulières à l'intérieur de certaines parties du territoire tel que le littoral, les territoires à caractère naturel et culturel marqué, les terres agricoles.....

3- De documents graphiques comprenant notamment :

- Le plan de l'état de fait faisant ressortir le cadre bâti actuel, les voiries et les réseaux divers les plus importants;
- Le plan d'aménagement délimitant:
 - les secteurs urbanisés, à urbaniser, d'urbanisation future et non urbanisables.
 - certaines parties du territoire : le littoral, les terres agricoles à préserver, les territoires à caractère naturel et culturel marqués.
 - Les périmètres des plans d'occupation des sols.
- le plan des servitudes à maintenir, à modifier ou à créer.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

- Le plan d'équipement faisant ressortir le tracé des voiries, d'adduction en eau potable et d'assainissement les plus importants ainsi que la localisation des équipements collectifs et ouvrages d'intérêt public.

Phases d'élaboration du PDAU

❖ **Phase 1 : le diagnostic**

Les données nécessaires pour une étude du PDAU sont les données statistiques ; des anciens documents d'urbanismes, de toute étude relative à l'aire d'étude, les orientations des schémas d'aménagement du territoire et enfin des orientations et des objectifs de la commande de la commune et qui représente le projet communal ; car il ne faut jamais perdre de vue que l'action d'urbanisme n'est pas seulement une action technique ; c'est aussi une action politique.

Deux éléments de diagnostic sont déterminants dans une situation réelle de projet et il serait utile de les rappeler. D'abord, la connaissance du marché foncier notamment de la nature de la propriété et les prix de terrain selon les secteurs. Ces données sont indispensables pour la commune qui apprécie de cette manière son aptitude à réaliser concrètement le PDAU et ses objectifs et fixe ainsi un programme conforme à ses possibilités réelles. Le diagnostic permet de mettre en place les mécanismes de la prévision ; notamment l'identification des secteurs d'urbanisation et leur évolution future. Comme toute démarche prospective, l'élaboration du PDAU doit envisager plusieurs hypothèses d'évolution du territoire communale ou variantes de développement.

❖ **Phase 2 : les options d'aménagement**

L'aménagement préconisé se base essentiellement sur l'analyse de l'état de fait du territoire, le paramètre du développement agricole, le développement de l'infrastructure hydraulique, routière et sur le paramètre industriel, en tenant compte des orientations d'aménagement. Les orientations d'aménagement du territoire reposent sur la mise en cohérence de différents critères, à la fois objectifs (contraintes naturelles, règlementaires, techniques,...) auxquels le territoire communal est soumis, et subjectifs (choix politiques, définition des priorités...).

❖ **Phase 3: l'aménagement définitif et règlement**

Le choix définitif d'une variante par la commune ; est conditionné par le projet communal et l'évaluation des avantages et des inconvénients de chaque variante sur la base des tendances d'évolution souhaitables ; de la cohérence dans l'affectation des sols ; du cout de l'urbanisation confronté aux finances locales (réalisation des infrastructures, cout de l'expropriation, programmes d'équipements) et des domaines d'investissement souhaités

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

La variante choisie sera réalisée selon un scénario fixant les délais d'exécution des objectifs pour chaque secteur ; les dispositions réglementaires et les périmètres des POS et leur orientation.

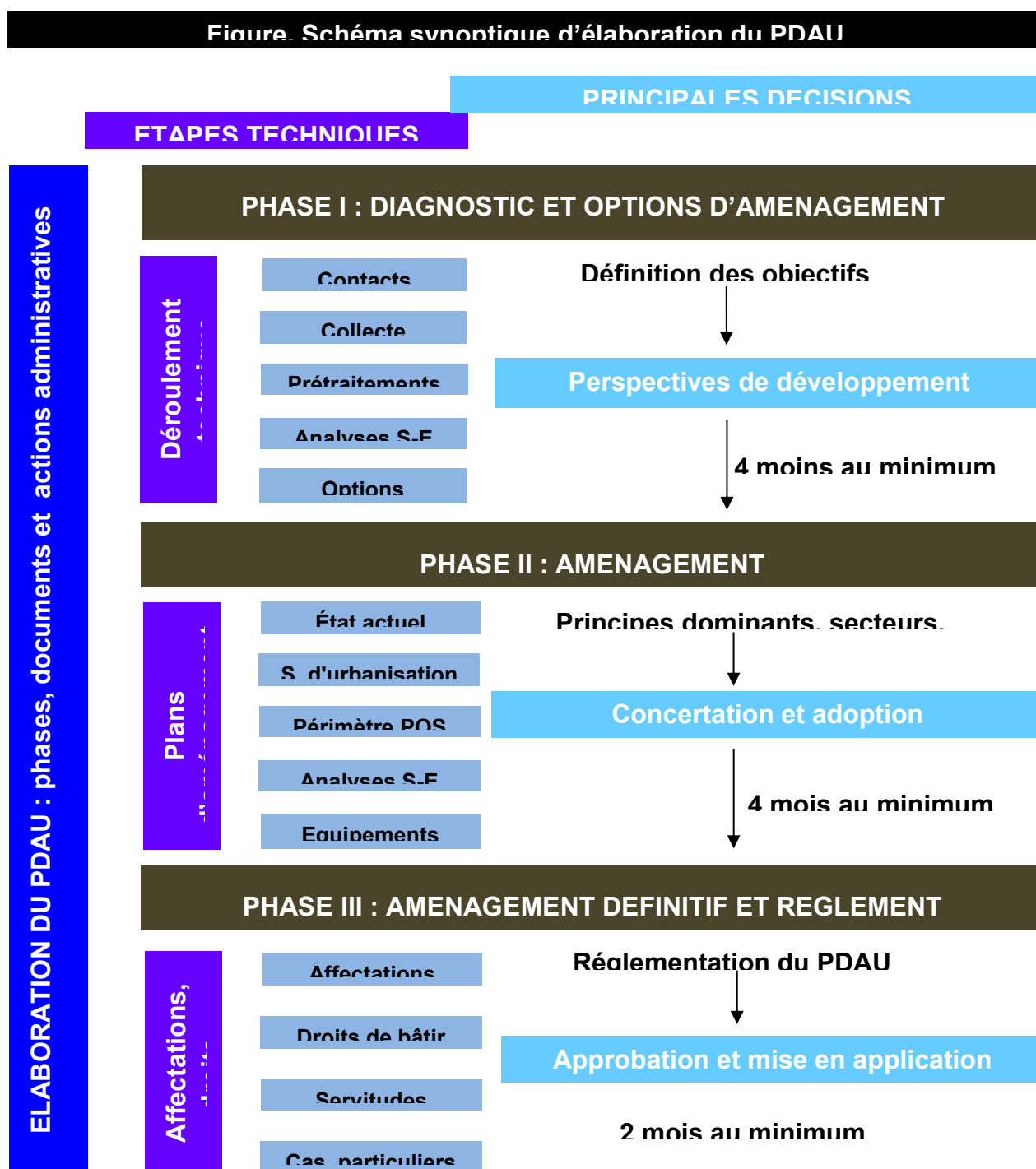


Fig17 : Schéma synoptique d'élaboration du PDAU

9.2.5. Le Plan d'Occupation des Sols (POS)

Le plan d'occupation des sols fixe les droits à construire de façon détaillée, tant par l'échelle des documents que par les prescriptions réglementaires, de telle sorte que les demandes de permis de construire peuvent être traitées sur dossier.

Le POS fixe la forme urbaine; la forme générale de la ville est en principe définie par le PDAU qui fixe le parti urbanistique global et les règles de composition qui doivent permettre de préserver ou de renforcer l'image de la ville et son unité.

Le POS Correspond à un ou plusieurs projets qui s'insèrent dans l'image projetée de la ville et qui contribuent à sa réalisation.

Le plan d'occupation des sols est constitué d'un règlement et de documents graphiques. Le règlement comprend une note de présentation et des règles.

La note de présentation doit contenir la justification du plan d'occupation des sols par rapport au plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et le programme retenu.

A ces documents, il faut rajouter le rapport géotechnique accompagnant la carte des contraintes géotechniques.

Les règles doivent être fixées pour chaque zone homogènes en tenant compte des dispositions particulières propres à certaines parties du territoire d'étude (terres agricoles, sites historiques et culturels, littoral....)

Sur le ou les plans eux-mêmes seront indiqués pour chaque parcelle les prescriptions spécifiques (type de construction autorisée, implantation autorisée ou surface constructible, COS.....).

Les documents graphiques sont constitués d'un plan de situation au 1/2000^e ou 1/5000^e, d'une ou de plusieurs perspectives ou axonométrie illustrant les formes urbaines et architecturales souhaitées et d'une série de plans au 1/500^e et 1/1000^e parmi lesquels:

- ✓ le plan topographique;
- ✓ la carte des contraintes géotechniques,
- ✓ le plan de l'état de fait faisant ressortir le bâti, la voirie, les réseaux divers et les servitudes existantes,
- ✓ le plan d'aménagement général précisant :
 - La délimitation des zones réglementaires homogènes, les équipements et ouvrages d'intérêt général et d'utilité publique, la voirie et les réseaux divers à la charge de l'état, des collectivités locales, Les espaces à préserver, à protéger.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

- Le plan de composition urbaine contenant toutes les prescriptions réglementaires.

9.3. Rôle des instruments d'urbanisme dans la gestion du territoire

Les études réalisées dans ce contexte sont nombreuses, et le rôle ou l'utilisation diffère d'un domaine à un autre, selon la problématique et les besoins exprimés. Par ordre d'auteur, de date de publication, de l'intitulé et avec un résumé, sont classés dans le tableau ci-dessous des travaux de recherches du plus ancien au plus récent.³⁸

Tableau. 11. Les études réalisées sur les instruments d'urbanisme

Auteur	Date	Titre	Résumé
S.Hattab & M.Ziane	2003	'Le coefficient d'occupation du sol cos et la promotion des techniques modernes de la gestion urbaine cas de la ville d'Alger'	Les systèmes traditionnels de contrôle de la densité, lors de l'établissement du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme PDAU dont la responsabilité communale s'exerce, imposent des innovations rapides et fondamentales des techniques modernes de gestion urbaine. L'objet de ce travail est la mise au point d'une méthode théorique et analytique du COS, qui met en évidence ses facteurs déterminants et sa relation avec les espaces fonctionnels de l'habitat.
Abdelmalek Boudjenouia , André Fleury, Abdelmalek Tacherift	2004	'L'agriculture périurbaine à sétif: Quel avenir face à la croissance urbaine ?'	La conversion des terres agricoles, généralement de grande qualité, en terres non agricoles, est principalement le résultat du développement urbain aux dépens de l'agriculture. Les besoins en foncier pour répondre à la demande socioéconomique urbaine ont rendu bien difficile l'exercice de l'activité agricole et ont conduit à un recul de

³⁸ Journal Officiel de la République Algérienne (2001). *Loi n°01-20 relative à l'aménagement du territoire et au développement durable*. Alger.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

l'agriculture dans les zones périurbaines. cette étude basée sur l'utilisation des instruments d'urbanisme, a permis de dégager quatre éléments principaux : les difficultés rencontrées par l'agriculture périurbaine, la forte pression urbaine et ses conséquences et la nécessité de définir la place développement durable de la ville.

M.Samir Grimes	2007	'Stratégie de développement du tourisme durable'	Ce rapport porte sur la stratégie de développement durable du tourisme dans la zone côtière algéroise avec un focus et des orientations opérationnelles pour la zone côtière de Tipaza. Il est réalisé dans le cadre du projet "destinations" qui a pour objectif "la définition de stratégies pour un tourisme durable dans les pays méditerranéens".
----------------	------	--	--

Document rédigé par le groupe de travail régional, animé par le graie	2009	'Guide pour la prise en compte des eaux pluviales dans les documents de planification et d'urbanisme'.	La maîtrise du cycle de l'eau sur un territoire doit être intégrée dans l'aménagement, que ce soit par la définition de zones constructibles ou non, par des règles constructives relatives à des surélévations, à l'assainissement non collectif, au raccordement des eaux pluviales ou à l'imperméabilisation des sols, ainsi que par des pratiques agricoles. L'objectif peut être de rétablir des zones d'expansion des crues et interdire les constructions en zones inondables, de limiter les rejets aux milieux récepteurs, de ne pas aggraver les crues torrentielles, de préserver la capacité de collecte et de traitement du système d'assainissement,
---	------	--	--

Frw ; Michel

Jourez, Francis 2011

Delporte.

‘Aménagement
du territoire
urbanisme
et patrimoine’.

Le territoire de la Région wallonne est un patrimoine commun de ses habitants.

La Région et les autres autorités publiques sont gestionnaires et garants de l’aménagement du territoire. Elles rencontrent de manière durable les besoins sociaux, économiques, de mobilité, patrimoniaux et environnementaux de la collectivité par la gestion qualitative du cadre de vie, par l’utilisation parcimonieuse du sol et de ses ressources, par la performance énergétique de l’urbanisation et des bâtiments et par la conservation et le développement du patrimoine culturel, naturel et paysager.

L’aménagement du territoire est conçu au moyen du schéma de développement de l’espace régional, du schéma de structure communal et du rapport urbanistique et environnemental.

L’aménagement du territoire et l’urbanisme sont fixés par les plans et les règlements suivants :

- 1° les plans de secteur ;
- 2° les plans communaux d’aménagement ;
- 3° les règlements régionaux d’urbanisme ;
- 4° les règlements communaux d’urbanisme.

La gestion du territoire littoral et des mers côtières fait intervenir de nombreux acteurs du fait de la décentralisation et du rôle croisé de l’Europe, de l’État, des régions, des communes et de leurs regroupements. Les

Commissariat

général au

développement 2011

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

durable, service de l'observation et des statistiques (france)

‘Les outils d'urbanisme, de gestion et d'aménagement’

plans locaux d'urbanisme (PLU) et les schémas de cohérence territoriale (Scot) sont proportionnellement nettement plus importants en bord de mer que dans le reste du territoire, les tensions foncières poussant les collectivités à se doter de tels outils. L'échelle supra-communale tient une place centrale alors que les échelles intermédiaires, comme la façade ou l'écorégion marine, deviennent des échelles de cohérence, de suivi et d'évaluation. Petit à petit, les concepts de développement durable et de gestion intégrée prennent de l'importance et sont déclinés dans les directives européennes mais aussi dans les grands principes des outils d'aménagement et de gestion, à terre et en mer.

France nature environnement, 2013
provence alpes, cote d'azur.

Gestion de l'eau dans les documents d'urbanisme.

Les associations soucieuses de défendre une finalité d'intérêt général ont un rôle important à jouer en amont de la prise de décision sur les orientations de leur territoire. L'élaboration d'un document d'urbanisme, SCOT ou PLU, est un des moments privilégié pour un débat local citoyen. Un moment où vous pouvez être force de proposition.

CHAPITRE 4

APPLICATION ET ANALYSE DES RESULTATS

Analyse de la dynamique spatiale de l'expansion urbaine

1 Objectif de l'étude

Le développement de l'espace rural / urbain est un fait inéluctable, car il constitue une suite à la progression rapide de l'évolution universelle dans le monde. Cette évolution, imposante et imposée à l'espèce humaine, bienfaitrice et nécessaire, ramène son côté moins avantageux et même destructeur à long terme. En effet, ces évolutions requièrent de l'espace et de l'énergie (entre autres); et cet espace s'acquière au préjudice d'un milieu naturel de plus en plus maltraité et diminué par l'intermédiaire d'une technologie imposante et dans bien des cas néfaste. Dans notre étude il est prévu l'usage de données diverses, l'objectif étant de quantifier et qualifier l'état de l'occupation du sol (différenciation entre rural et urbain), en deux dates différentes.

À cet effet, nous avons utilisé des images satellites dont les résolutions permettent de définir les caractéristiques décisives. Ces caractéristiques concernent aussi bien le volet quantitatif que qualitatif. La partie quantitative consiste à mesurer certaines dimensions utiles et nécessaires dans l'application. Comme par exemple : la surface du bâti, les périmètres urbains, la végétation, etc.

La partie qualitative consiste estimer certaines caractéristiques des bâti et le non bati.

2 Zone D'étude

Localisation géographique et situation administrative

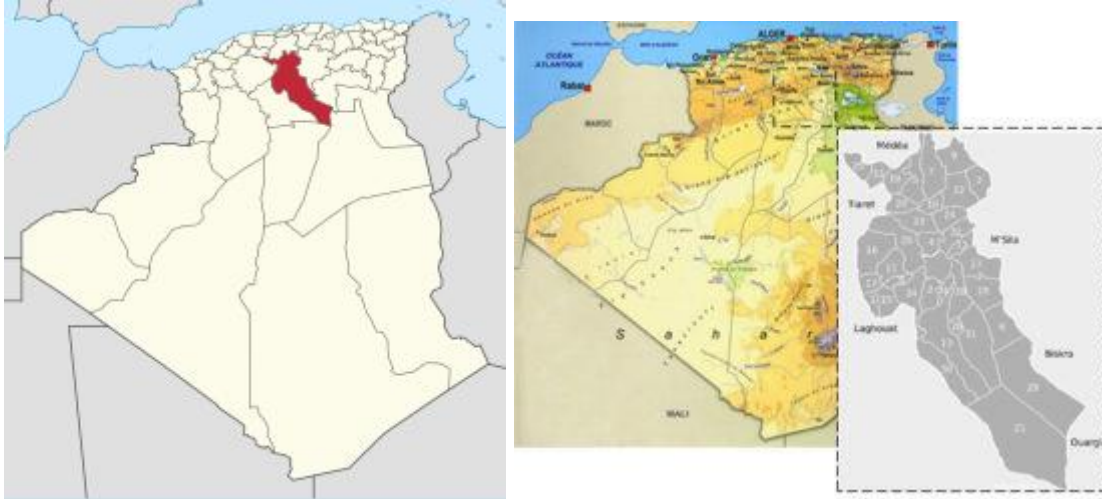


Fig n° 01 : Situation géographique de Djelfa

La zone d'étude se situe dans la wilaya de Djelfa, au centre des Hautes Plaines algériennes. Cette région constitue une zone de transition entre le Tell au nord et le Sahara au sud. Elle occupe une position stratégique sur l'axe routier reliant Alger aux régions sahariennes, ce qui favorise les échanges économiques et la mobilité des populations.³⁹

Administrativement, l'étude porte sur les espaces ruraux périphériques de la ville de Djelfa ainsi que sur les communes avoisinantes suivantes :

- Hassi Bahbah
- Aïn Oussera
- El Idrissia
- El M'Ghebara

Ces communes constituent des zones de transition entre l'espace urbain consolidé et les territoires ruraux à vocation agricole et pastorale.

La wilaya de Djelfa couvre une superficie importante caractérisée par un relief relativement ondulé, dominé par des plateaux steppiques et des zones de parcours.⁴⁰

³⁹ (ONS).Office Nationale de Statistiques Annuaire statistique de la wilaya de Djelfa.

⁴⁰ Ministère de l'intérieur et des collectivités locales. **Monographie de la wilaya de Djelfa**

2 Évolution du tissu urbain

L'analyse diachronique des images satellitaires (2005, 2025) met en évidence une croissance spatiale rapide et discontinue autour de la ville de Djelfa.

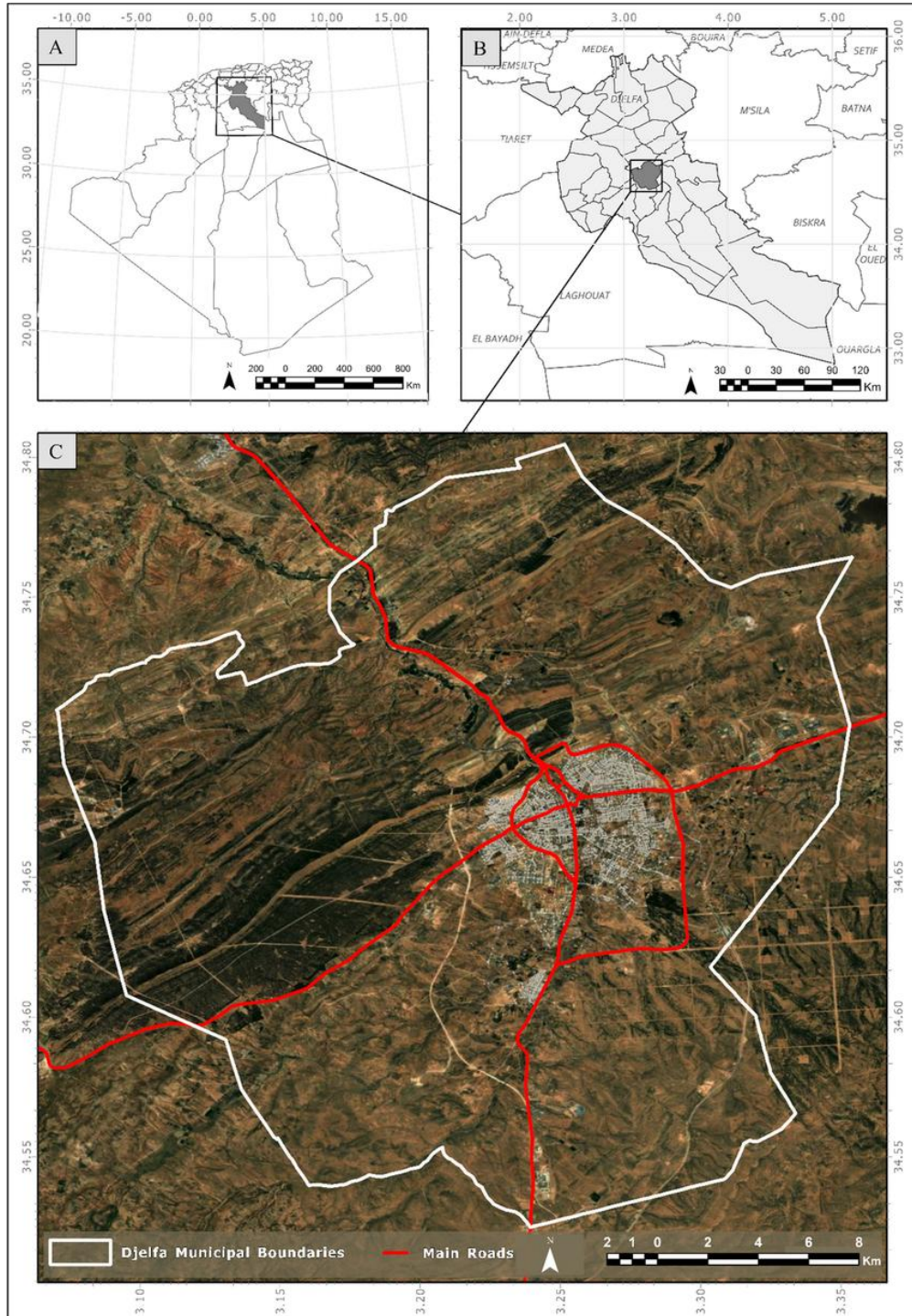


Fig n° 18 : Localisation de Djelfa

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

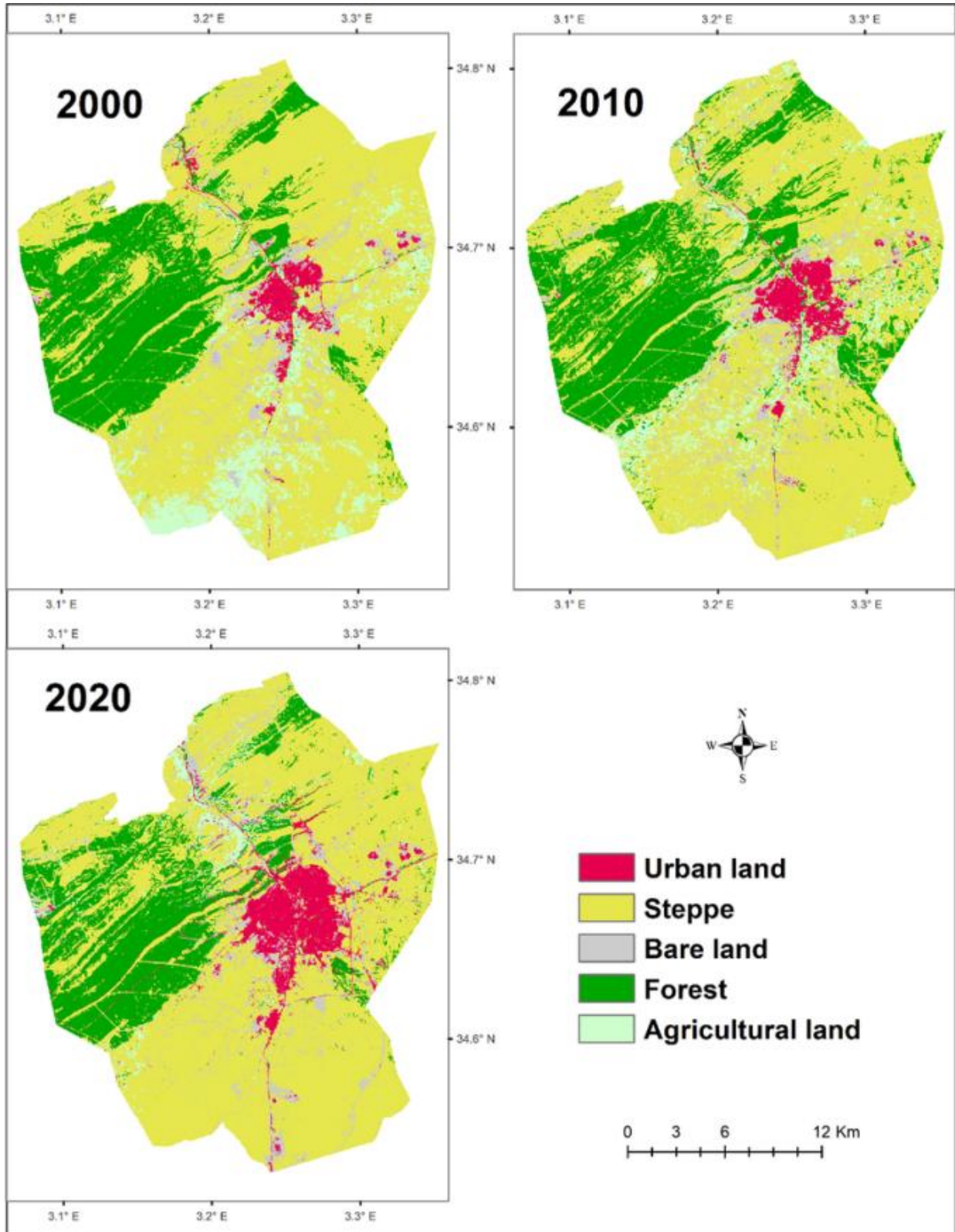


Fig n° 19 : Carte de evolution urbaine de Djelfa en 2000, 2010 et 2020

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

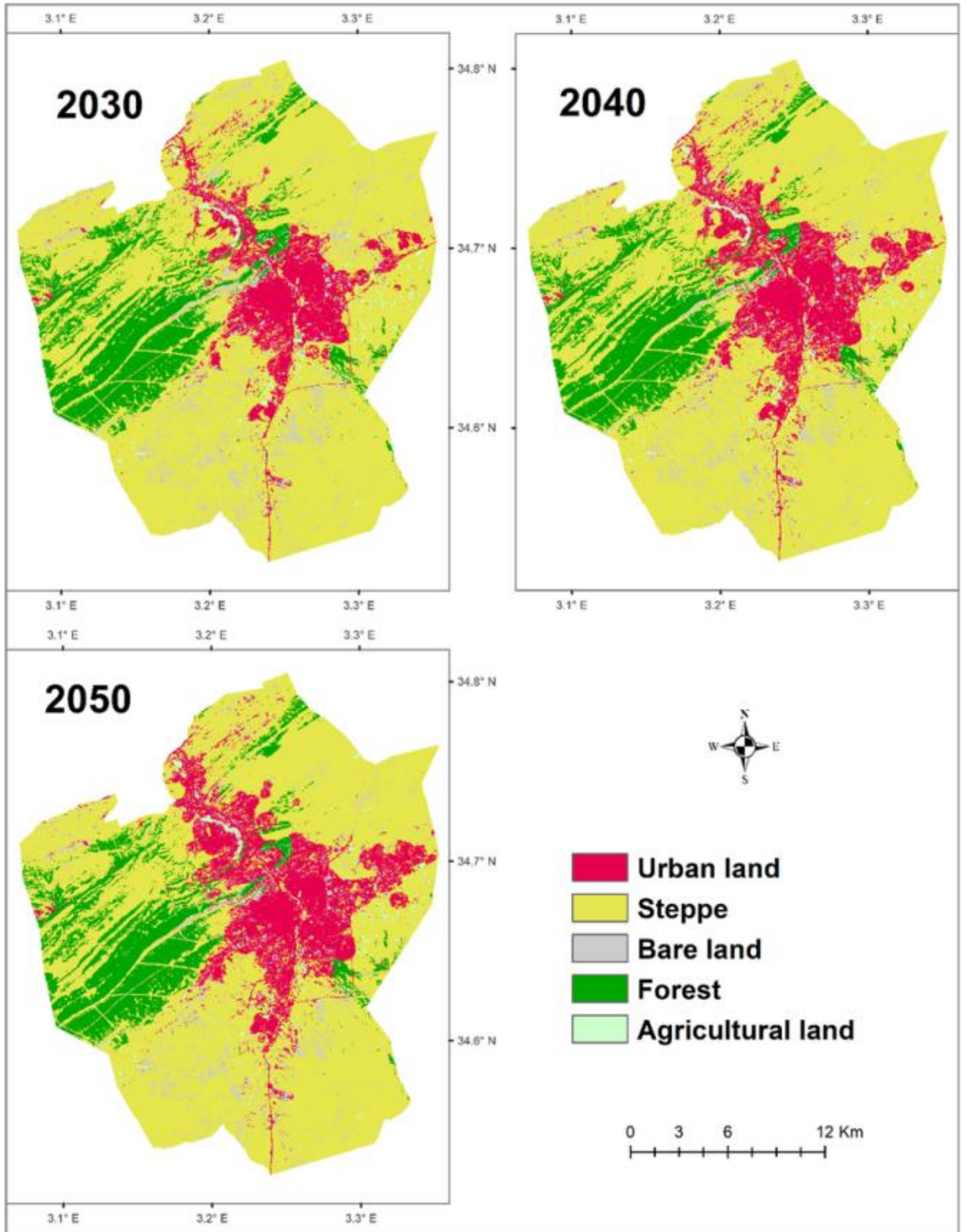


Fig n° 20 : Prédiction de la carte de evolution urbaine de Djelfa en 2030, 2040 et 2050

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

Les cartes montrent :

- Une extension principalement orientée vers le nord et l'est.
- Une multiplication des lotissements périphériques.
- Une fragmentation du tissu rural.

Entre 2000 et 2023, la surface urbanisée a augmenté de manière significative, avec une accélération notable après 2010. Cette évolution confirme le phénomène d'urbanisation périphérique décrit par Henri Lefebvre dans sa théorie de la production de l'espace, où l'espace urbain tend à absorber les territoires ruraux adjacents.

3. Les données utilisées



L'établissement de notre étude s'est basé sur l'usage de données diverses. Ces données concernent aussi bien le volet géographique que le volet descriptif. Les données géographiques sont sous forme d'images TM.

Les images TM et OLI :

Deux images ont été utilisées:

1. Une image datant du 28 avril 2005 ayant les caractéristiques suivantes:

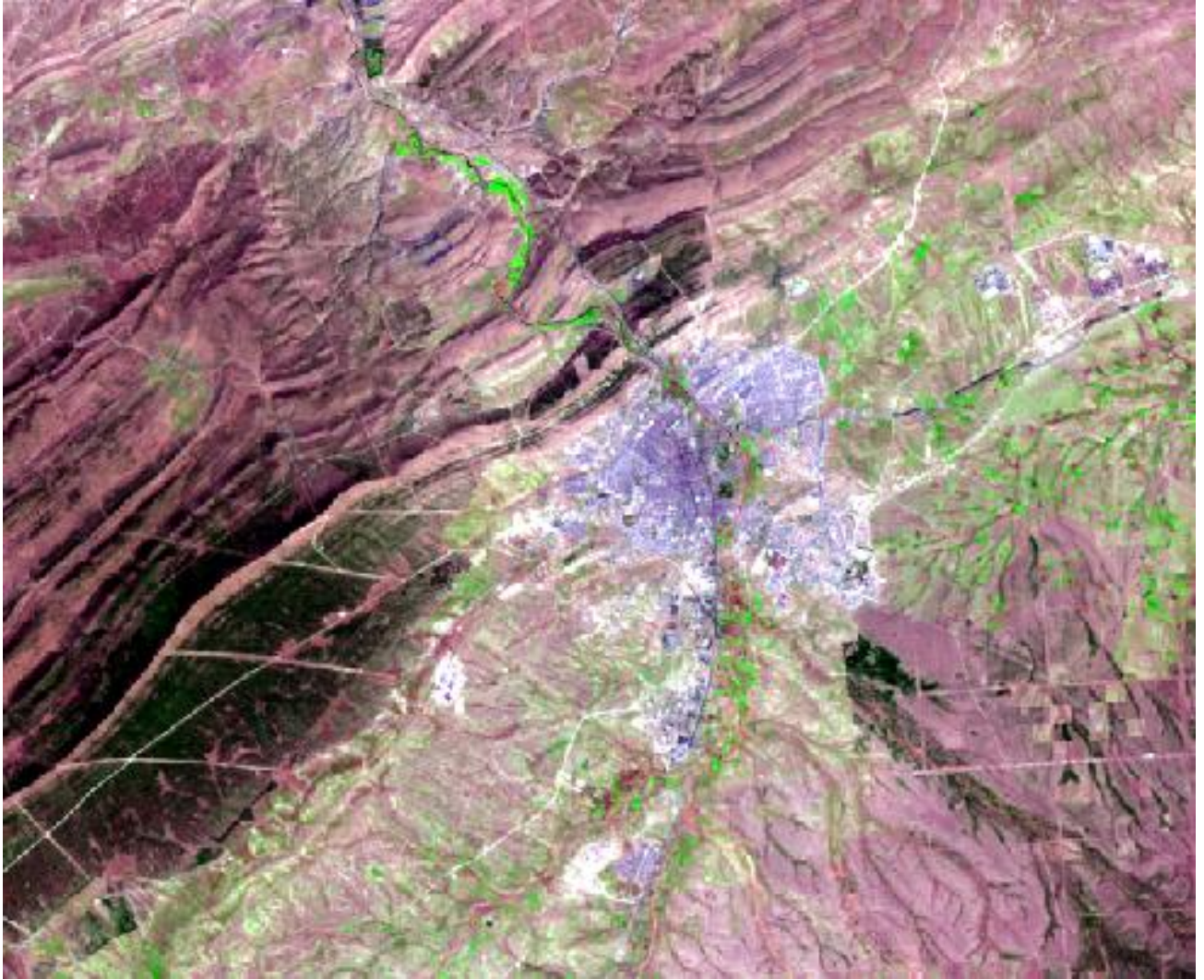


Fig : commune de Djelfa en 2005

- Type d'élément Tiff.
- Application aux images Landsat 5 TM
- Résolution Pixel = $30\text{ m} \times 30\text{ m} = 900\text{ m}^2 = 0,09\text{ ha}$
- Taille 29.8 Mo.

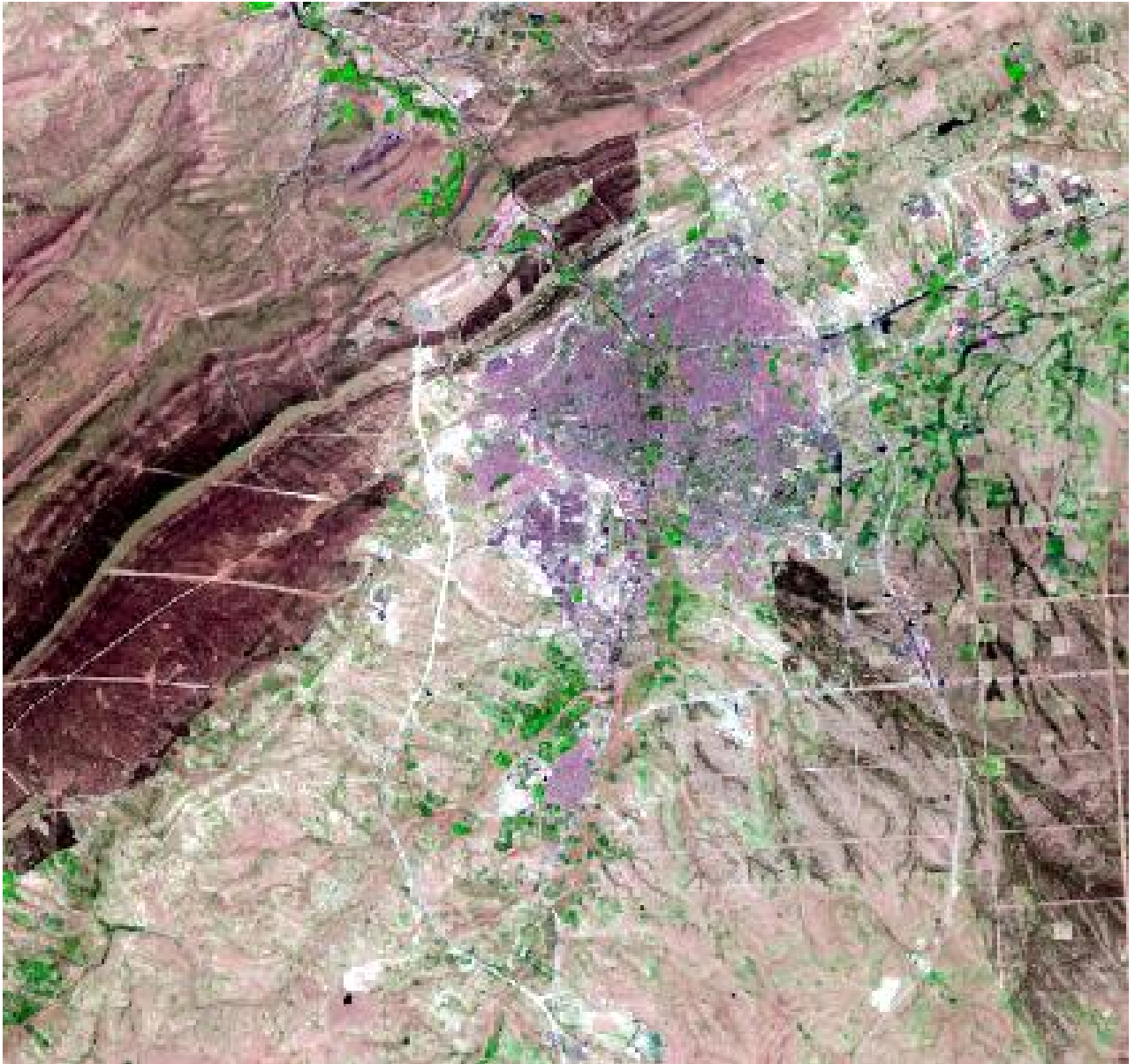


Fig : commune de Djelfa en 2025

2. Une image datant du 21 mai 2025 ayant les caractéristiques suivantes:

- Type d'élément Tiff.
- Application aux images Landsat 8 OLI
- Résolution Pixel = $30\text{ m} \times 30\text{ m} = 900\text{ m}^2 = 0,09\text{ ha}$
- Taille 29.8 Mo.

Capteur à très haute résolution qui peut acquérir des images en deux modes:

Tableau n° : les bandes spectrales

Mode	Bande	Bande spectrale	Resolution
Multispectracle	1	0.450 - 0.520 μm (bleu)	30 m
	2	0.520 - 0.600 μm (vert)	30 m
	3	0.630 - 0.690 μm (rouge)	30 m

4. Traitements numériques des images satellitaires.

Le traitement d'image est basé sur plusieurs étapes, il recouvre l'ensemble des techniques consistant à modifier une image dans le but de faciliter son interprétation ou d'extraire des informations d'ordre quantitatif (telle que la carte d'occupation du sol).

Il faut avoir à l'esprit que l'œil est un senseur de contraste et que le cerveau est un interpréteur de ce contraste. Le traitement de l'image a pour but de restituer l'information sous la forme la plus contrastée possible en faisant usage de niveau de densité du noir et du blanc ou de la couleur.

Les images spatiales présentent des objets redondants nous permettant d'envisager des traitements de type statistique et peu coûteux. Les résultats seront plus ou moins précis et dépendent de la calibration des données. Le traitement d'image est basé essentiellement sur des étapes dites de prétraitements suivies par les traitements.

Prétraitements Les images obtenues (après acquisition) ne sont pas utilisables directement pour interprétation. La présence de défaut ne permet pas d'avoir une qualité avec une définition uniforme pour l'ensemble d'une campagne de prise de vue.

Pour cela, le prétraitement doit fournir à partir des images brutes des images propres, et de qualité aussi.

2 Formes spatiales observées

L'analyse morphologique révèle trois formes principales d'expansion :

1. Extension continue : prolongement du tissu urbain existant
2. Urbanisation linéaire : le long des axes routiers
3. Habitat diffus (sprawl) : constructions dispersées dans les zones agricoles

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

Le phénomène de sprawl correspond aux caractéristiques décrites par David Harvey, notamment l'étalement horizontal et la faible densité.

3. Transformations socio-économiques des zones rurales

3.1 Mutation des activités agricoles

Le calage de l'image permet de la positionner relativement à un système de référence.

Les différents points de calage déduits sont des points dans un système de coordonnées UTM fuseau 30, ellipsoïde de Clarke 1880.



Fig : exemple de calage

Le principe consiste donc à positionner l'image dans l'espace relativement au système de projection adopté. On utilise des points de référence. Ces points connus proviennent de plusieurs origines.

La procédure suivie pour identifier les points afin de les utiliser sur l'image pour permettre un positionnement parfait des points calage, dans le même système que celui du fichier routes.

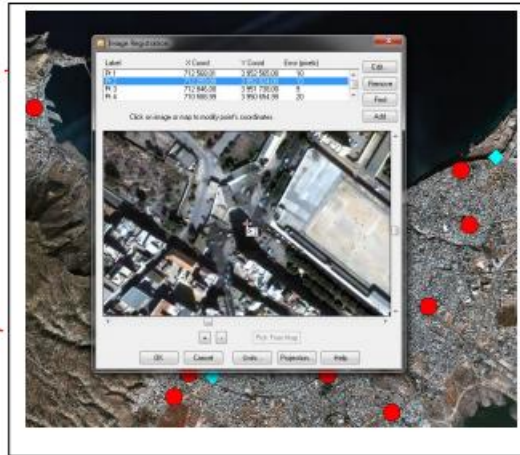


Fig : Procédure d'identification des points sur image.

Quelques opérations de corrections sont requises avant d'aborder l'analyse principale et l'extraction de l'information, ces opérations de prétraitement se divisent en 2 types :

1- Correction géométrique :

La télédétection s'inscrit comme un outil permettant d'appréhender globalement une région et de définir les thèmes qui seront approfondis sur le terrain (eau, sol, végétation).

L'observation de la surface terrestre représente une source d'information capitale dans de nombreux domaines d'applications. Les images saisies par les satellites peuvent avoir des aspects variés liés aux modes d'acquisition, au rayonnement et à la résolution.

Toutes les images brutes obtenues par la télédétection affichent, au départ, une ou plusieurs formes de distorsion géométrique. Les corrections géométriques sont appliquées sur les images afin de réduire ces déformations géométriques intervenues lors de l'enregistrement de la scène.

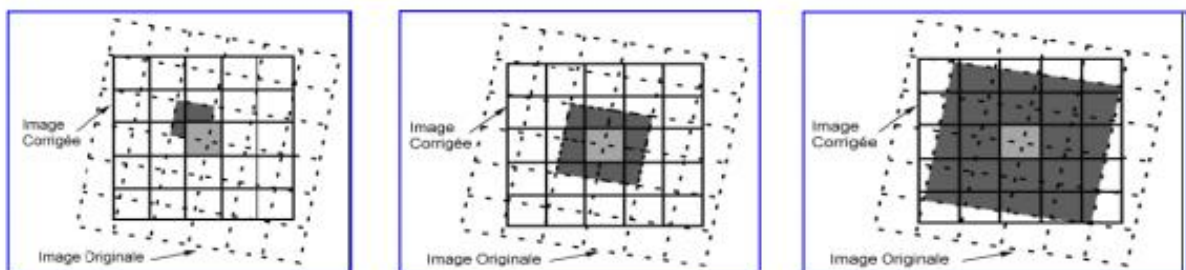


Fig : correction géométrique

Corrections radiométriques:

Les corrections radiométriques sont dues à l'effet de sensibilité du détecteur. Cette correction s'effectue par calibration du détecteur.

Soit L_{min} et L_{max} les radiances min et max qui caractérisent le détecteur, et soit DN les valeurs numériques de l'image. La relation qui relie DN aux radiances est :

$$L = DN (L_{max} - L_{min}) / 255 + L_{min}.$$

Avec L la radiance exprimée en $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$.

Ce type de correction n'est pas obligatoire quand on veut faire des classifications. Elle ne devient obligatoire que lorsqu'on veut faire une analyse radiométrique sur différents capteurs (MSS, TM, SPOT, etc.).

Les L_{min} et L_{max} varient en fonction du type de capteur (MSS, TM, SPOT, etc.), et aussi en fonction du canal (XS1, XS2, etc.).

Traitements et changements spatio-temporels

Les 2 images TM utilisées couvrent chacune l'agglomération qui nous concerne. Ces images ont été traitées par des outils utilisant différentes fonctionnalités de traitements numériques, (classification, filtrage, composition colore)

Pour l'identification de l'évolution urbaine, nous avons utilisé la méthode classique est de visualiser les canaux vert, rouge et proche infrarouge en leur affectant respectivement les couleurs bleu, vert et rouge. La superposition des trois selon le principe colorimétrique de la synthèse additive (voir figure ci-dessous) permet d'obtenir une image en infrarouge fausse couleur comparable aux photographies aériennes. Cette opération s'appelle: Composition colorée.

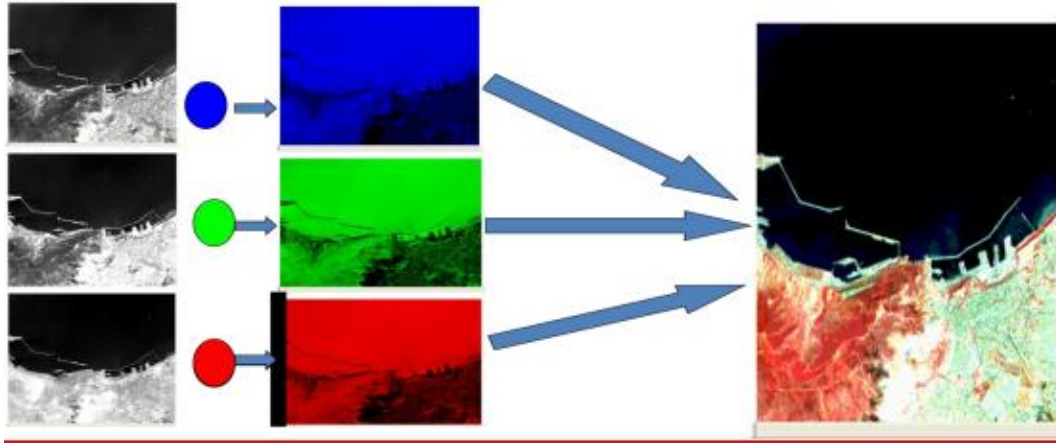


Fig : Principe de la composition colorée.

L'affichage sur un écran d'ordinateur d'une image numérique enregistrée par une caméra digitale s'effectue de manière évidente: on associe au canal "rouge" du système d'affichage l'image enregistrée par le canal "rouge" de la caméra, au canal vert le canal vert, etc.

L'image résultante correspond donc fidèlement à ce que l'œil d'un observateur direct aurait vu: l'image d'un objet de couleur rouge est rouge, etc.

Dans les systèmes de télédétection, nous avons la possibilité de détecter et d'enregistrer des parties du spectre électromagnétique qui ne sont pas décelables à l'œil nu (comme l'infrarouge). Pour pouvoir visualiser cette information, on associe aux bandes spectrales du système d'observation des couleurs d'affichage (rouge-vert-bleu), qui ne leur correspondent pas nécessairement. Ce faisant, on crée des compositions colorées, appelées parfois "images en fausses couleurs".

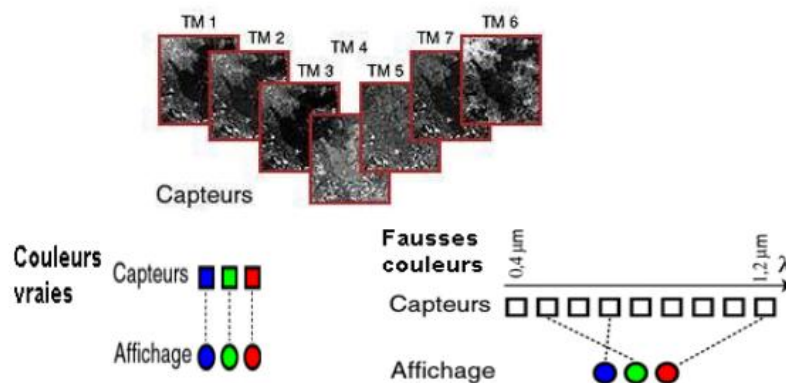


Fig : Vraies et fausses couleurs.

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

Cette méthode est très efficace car elle permet d'analyser en un coup d'œil des données ayant trois composantes: comme indiqué précédemment, en faisant varier de 0 à 255 les composantes rouge, verte et bleue définissant la couleur d'un pixel d'une image numérique, on peut obtenir plus de 16 millions de couleurs différentes. L'œil de l'interprète s'avère être un puissant outil d'analyse, car il permet de comparer la couleur de différents objets, mais aussi d'analyser la manière dont les couleurs sont juxtaposées, la forme et la taille des objets, etc.

Cette possibilité est à la base des techniques de photo-interprétation des images de télédétection. Pour illustrer quelques-unes des nombreuses possibilités de composition des 7 bandes spectrales du capteur **Thematic Mapper**.

La composition colorée : se fait par la superposition des trois images TM en effectuant à chaque image une couleur primaire (bleue, verte ou rouge) on obtient une image couleur qui nous aide à l'interprétation visuelle.

Les caractéristiques des images:

Images	Année de PV	Taille	largeur	hauteur	Type
Images_RBV_2005	2005	29.8 Mo	6145 pixels	4674 pixels	tiff
Images_RBV_2025	2025	36.3 MO	5993 pixels	4705 pixels	tiff

Ces images ont permis d'évaluer les zones urbaines épandues sur la périphérie de la ville comme zone rurale à considérer,

L'intégration des images dans un SIG permet (après les opérations de positionnement Absolu) de matérialiser les contours des zones urbaines à traiter (relativement à chaque Image), et de calculer les périmètres urbains (superficies et longueurs des contours), les Évolutions s'en déduisent à postériori.

Images	2005 - 2025			
Commune de Djelfa	Evolution surfacique absolue (km ²)	Evolution surfacique annuelle	Evolution absolue du perimeter	Evolution annelle du perimeter

	(km ² / an)	(km ²)	(km ² / an)
	+ 9.35	+ 0.584	+ 1.993
			+ 4705 pixels

Le tableau représente les évolutions spatiales dans la ville de Djelfa. Ces évolutions sont étudiées d'une façon globale dans l'étendue de chacune de deux périodes distinctes; entre l'année 2005 et 2025.

Le tableau indique les variations de la superficie de la zone étudiée. Ces variations concernent les superficies et les périmètres. Il est évidemment remarquable que toutes les surfaces ont augmenté.

L'évolution urbaine / rural de Djelfa

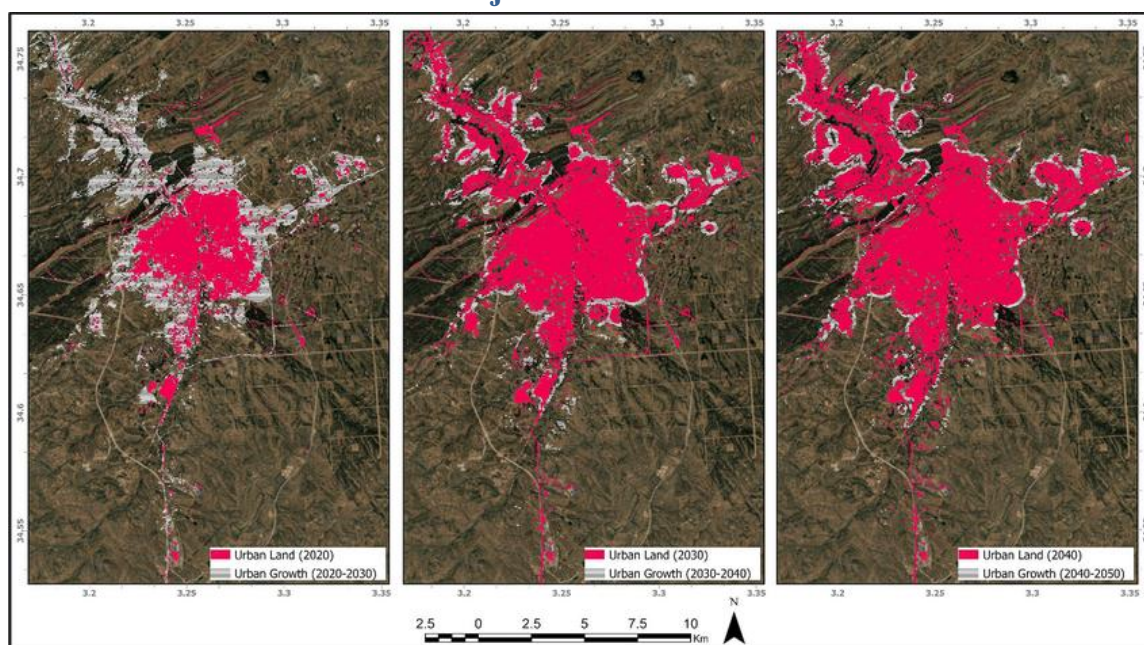


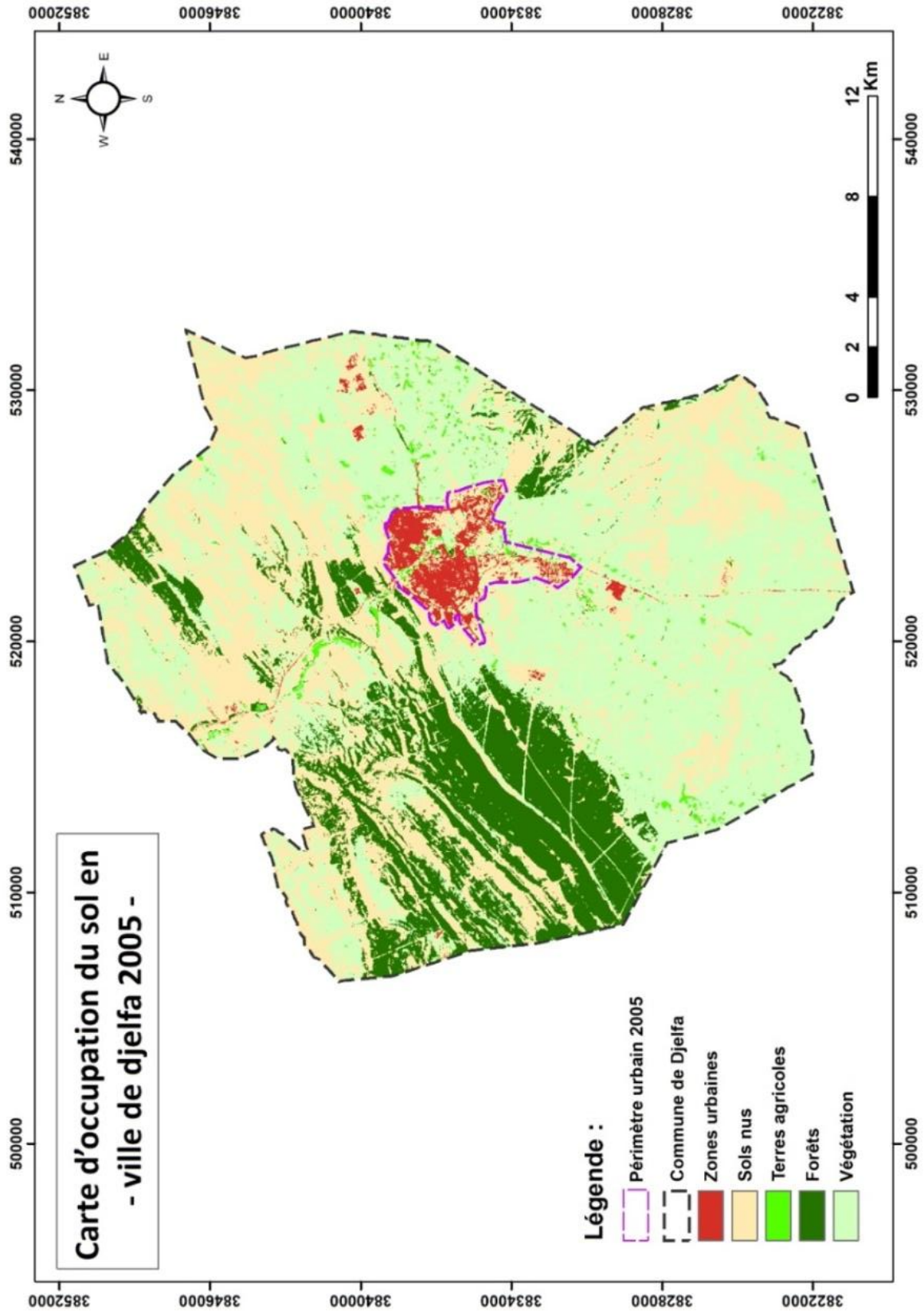
Fig n° 20 : Prediction de l'évolution de Djelfa dans les années 2030, 2040 et 2050

L'étude montre :

- Une réduction progressive des terres agricoles
- Une reconversion partielle vers des activités commerciales
- Une hausse de la valeur foncière

La pression foncière entraîne une mutation fonctionnelle des espaces ruraux, confirmant les analyses d'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), qui souligne que les zones périurbaines des pays en développement sont particulièrement vulnérables à la perte de terres cultivables.

Lecture de la Carte de Djelfa en 2005 :



n °21 : carte d'occupation du sol de djelfa en 2005

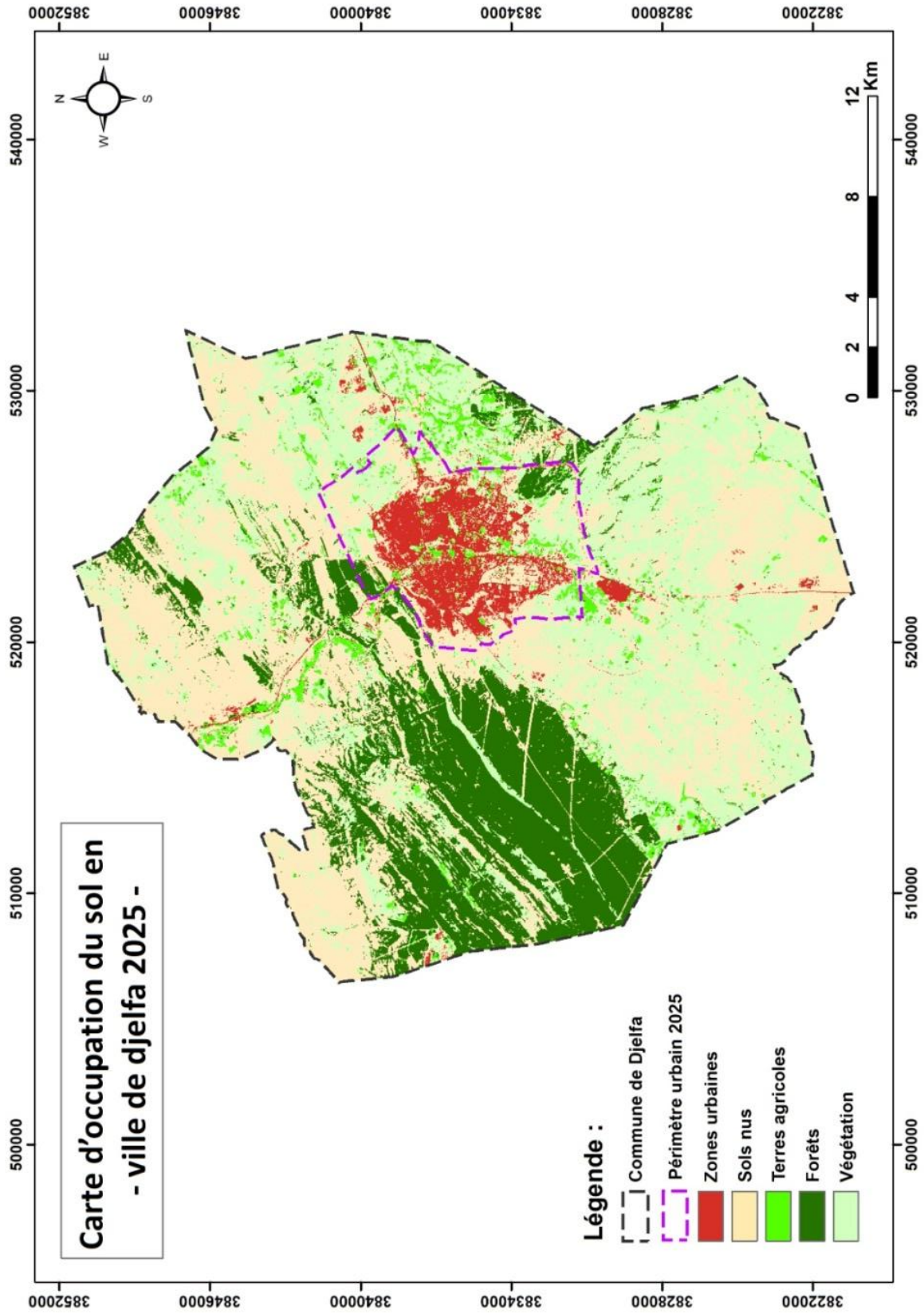
Fig

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

La carte d'occupation du sol de Djelfa en 2005 démontre l'occupation du sol de la commune de Djelfa révèle une prédominance marquée des **espaces ruraux** et naturels sur les espaces urbanisés. Les **sols nus** constituent la classe dominante, reflétant le caractère steppique et semi-aride de la région. La **végétation** et les **massifs forestiers** se concentrent principalement dans les zones périphériques, notamment à l'ouest et au nord-ouest, assurant un rôle écologique important. Les **terres agricoles** apparaissent de manière dispersée autour du noyau urbain ainsi au niveau de la périphérie de la ville. Quant à l'**espace urbain**, il reste compact et centralisé, traduisant une urbanisation encore modérée avec les premiers signes d'extension spatiale, avec une faible urbanisation sur la périphérie rurale, un niveau du côté sud.

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

- *Lecture de la Carte de Djelfa en 2025 :*



ig n °22 : carte d'occupation du sol de djelfa en 2025

F

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

Cette carte d'occupation du sol, issue d'un traitement de données de **téledétection** au sein d'un **SIG**, met en évidence une forte polarisation spatiale de la commune de Djelfa. L'**étalement urbain** (*en rouge*) se structure de manière radio-concentrique, rigoureusement contenu dans le **périmètre urbain** projeté. Cette dynamique anthropique s'exerce au détriment de l'**espace rural** environnant. Ce dernier présente une nette fragmentation : une dominance de **sols nus** (*en beige*) traduisant une vulnérabilité à la désertification, contrastant avec des massifs de **forêts** denses (*en vert foncé*) à l'ouest et une mosaïque de **terres agricoles** (*en vert vif*) révélant la discontinuité des paysages ruraux.

- *dynamique des transitions de l'occupation du sol entre 2005 et 2025*

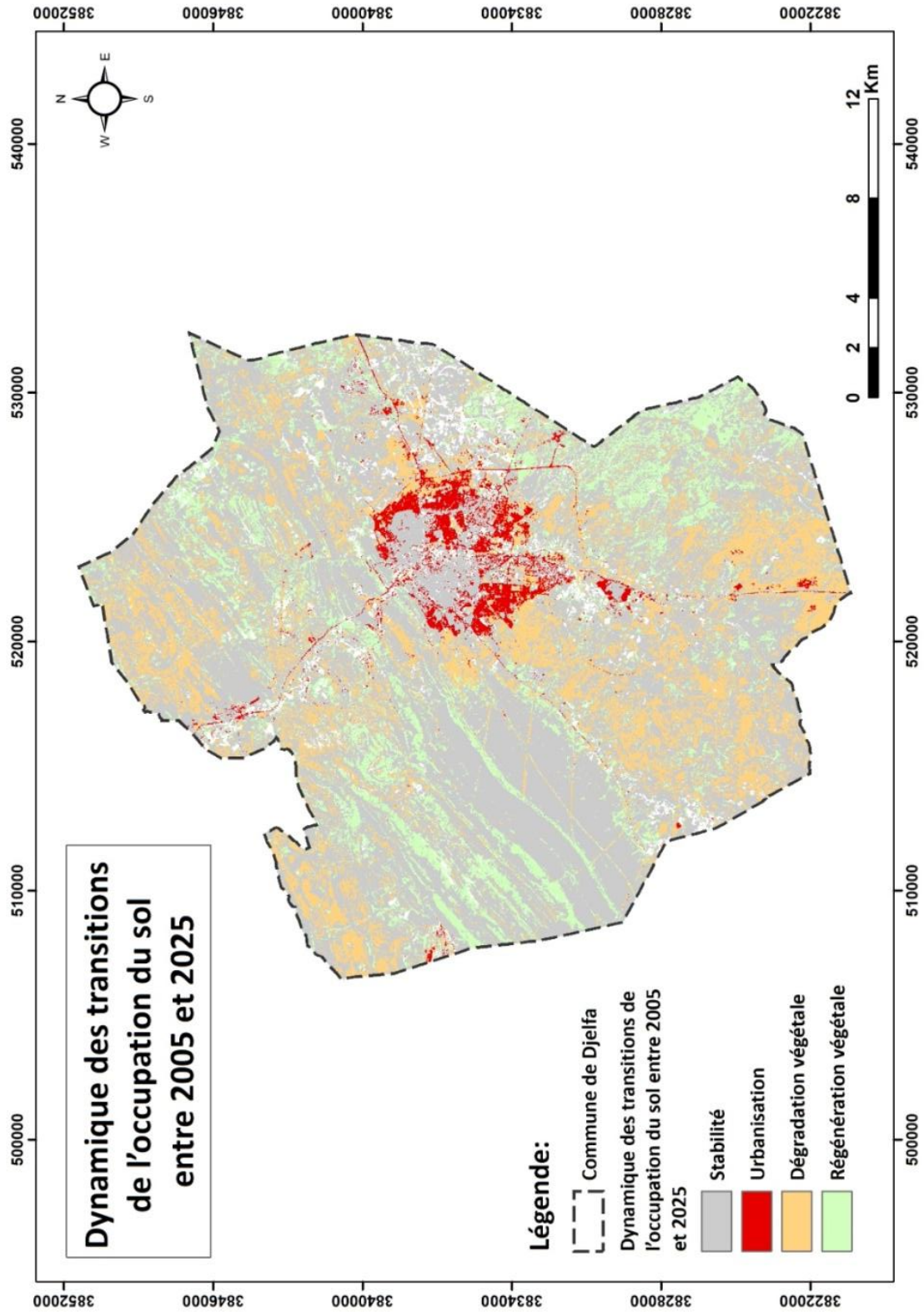


Fig n°24 : Dynamique des transitions de l'occupation du sol entre 2005 et 2025

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

La carte cartographie la dynamique des mutations spatiales, offrant une lecture claire des processus environnementaux et anthropiques qui transforment le territoire de la commune de Djelfa :

- **La permanence des structures paysagères (Stabilité) :** Les surfaces en *gris* représentent le bruit de fond spatial où l'occupation du sol n'a pas changé. Bien que majoritaire, cette stabilité est fortement grignotée sur les franges et les axes stratégiques.
- **Un front d'urbanisation centralisé :** Les taches *rouges* matérialisent le processus d'**urbanisation** (artificialisation). L'extension s'opère de manière centrifuge à partir du noyau urbain préexistant, révélant une absorption irréversible des couronnes périphériques de l'**espace rural**.
- **La crise écologique au sud et à l'est (Dégradation végétale) :** Les surfaces *orangées/jaunes* mettent en évidence une régression massive de la couverture végétale, particulièrement concentrée dans la partie méridionale et orientale de la commune. Ce phénomène, couplé à la présence historique de sols nus, caractérise une dynamique de désertification et de fragilisation environnementale de l'**espace rural**.
- **Des poches de résilience (Régénération végétale) :** Localisées principalement au nord-ouest et le long de couloirs spécifiques, les zones en *vert clair* indiquent des trajectoires positives de recolonisation végétale (naturelle ou par reboisement). Elles témoignent d'une hétérogénéité des dynamiques biophysiques au sein de la commune.

3.2 Évolution démographique

La ville a vécu :

1. Une croissance démographique périphérique
2. Un déplacement des populations urbaines vers les zones rurales
3. Une diversification sociale

3.3 Impacts environnementaux

Dégradation des terres et artificialisation

L'expansion urbaine entraîne :

- L'imperméabilisation des sols

- La disparition des parcours steppiques
- Une pression accrue sur les ressources hydriques

Dans un contexte semi-aride comme celui de Djelfa, ces transformations aggravent la vulnérabilité écologique. Les études sur les villes steppiques algériennes montrent que l'artificialisation rapide modifie profondément les équilibres environnementaux locaux.

Fragmentation des écosystèmes

La multiplication des constructions isolées entraîne une fragmentation des milieux naturels. Ce phénomène réduit la continuité écologique et accélère les processus de dégradation.

Gouvernance territoriale et planification

1. Limites des instruments d'urbanisme

L'analyse révèle :

- Un décalage entre planification et réalité du terrain
- Une urbanisation parfois informelle
- Un manque de contrôle dans les zones périphériques

Les instruments tels que le PDAU montrent des limites dans la régulation de l'expansion.

2. Urbanisation informelle

Une part importante de l'expansion périphérique se développe hors du cadre réglementaire, ce qui complique :

- L'équipement en infrastructures
- La planification des services publics
- La gestion environnementale

Cette situation reflète les difficultés structurelles rencontrées dans les villes intermédiaires algériennes.

Analyse avancée des changements d'occupation du sol (LULC)

2005 – 2025

Comparaison des matrices

$$\text{Pixel} = 30 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 900 \text{ m}^2 = 0,09 \text{ ha}$$

1. Méthodologie de classification supervisée par Maximum Likelihood

Classification (MLC)

Application aux images Landsat 5 TM (2005) et Landsat 8 OLI (2025)

L'analyse de l'occupation du sol a été réalisée à partir de deux scènes Landsat comparables dans une approche diachronique : une image Landsat 5 TM acquise le 28 avril 2005 et une image Landsat 8 OLI acquise le 21 mai 2025. Les deux produits sont fournis au niveau L2SP, ce qui signifie qu'ils sont déjà corrigés et distribués en surface reflectance. Par conséquent, ils peuvent être utilisés directement pour la classification thématique sans correction atmosphérique supplémentaire.

1.1. Principe de la méthode MLC

La classification supervisée par Maximum Likelihood Classification (MLC) repose sur un principe probabiliste. Pour chaque pixel, l'algorithme estime la probabilité d'appartenance à chacune des classes définies à partir des signatures spectrales d'apprentissage. Le pixel est ensuite affecté à la classe présentant la probabilité maximale. Cette méthode est particulièrement adaptée aux images multispectrales lorsque les classes étudiées présentent des distributions spectrales relativement distinctes.

Dans cette recherche, la MLC a été retenue en raison de sa robustesse statistique et de sa capacité à discriminer des unités d'occupation du sol contrastées, notamment les surfaces urbaines, les sols nus, l'agriculture, la forêt et la végétation. L'objectif est d'obtenir deux cartes thématiques comparables, puis d'analyser les dynamiques de changement entre les deux dates.

1.2. Prétraitement et sélection des bandes

La première étape a consisté à sélectionner uniquement les bandes spectrales utiles à la discrimination des classes d'occupation du sol. Les bandes thermiques et les bandes de qualité n'ont pas été intégrées dans la classification, car elles ne contribuent pas directement à la séparation thématique dans un cadre MLC classique.

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

Pour Landsat 5 TM, les bandes exploitées sont les bandes 1 à 5 et la bande 7. La bande 6, de nature thermique, est exclue du processus de classification. Pour Landsat 8 OLI, les bandes retenues sont les bandes 2 à 7, qui correspondent au visible, au proche infrarouge et au moyen infrarouge ; les bandes 10 et 11, thermiques, ainsi que la bande panchromatique et la bande cirrus, sont écartées de la classification supervisée.

Tableau. 12. Tableau 1. Bandes utiles pour la MLC

Capteur	Bandes utiles	Rôle spectral	Utilisation pour la MLC
Landsat 5 TM	B1, B2, B3, B4, B5, B7	Visible, NIR, SWIR1, SWIR2	Oui
Landsat 8 OLI	B2, B3, B4, B5, B6, B7	Visible, NIR, SWIR1, SWIR2	Oui

1.3. Intégration des indices spectraux

Afin d'améliorer la séparation entre les classes spectrales proches, notamment entre les surfaces bâties, les sols nus et les formations végétales, deux indices complémentaires ont été calculés : le NDVI et le NDBI. Le NDVI renforce l'identification de la végétation, tandis que le NDBI permet de mieux mettre en évidence les surfaces minéralisées et urbanisées. Ces indices peuvent être ajoutés au composite multibande afin d'enrichir l'espace de décision de la classification.

$$\text{NDVI (Landsat 5)} : (B4 - B3) / (B4 + B3)$$

$$\text{NDBI (Landsat 5)} : (B5 - B4) / (B5 + B4)$$

$$\text{NDVI (Landsat 8)} : (B5 - B4) / (B5 + B4)$$

$$\text{NDBI (Landsat 8)} : (B6 - B5) / (B6 + B5)$$

Dans ArcGIS 10.8, ces indices sont calculés à l'aide du Raster Calculator, puis ajoutés au composite si l'analyse requiert une discrimination plus fine des classes. L'usage de la fonction Float est recommandé afin d'éviter les erreurs d'arithmétique entière et de préserver la précision des valeurs radiométriques.

1.4. Constitution des échantillons d'apprentissage

La phase d'apprentissage constitue une étape déterminante dans la qualité de la MLC. Des polygones d'entraînement homogènes ont été définis pour chacune des classes retenues : urbain, sols nus, agriculture, forêt et végétation. Les échantillons ont été choisis de manière à

couvrir la variabilité spatiale de la scène et à représenter fidèlement les signatures spectrales de chaque classe.

Pour assurer la représentativité statistique, plusieurs échantillons ont été répartis sur l'ensemble de la zone d'étude, en évitant les zones mixtes ou les pixels de transition. Cette stratégie limite les confusions entre classes proches, en particulier entre les sols nus et les zones urbaines, ou entre la végétation clairsemée et les surfaces agricoles.

1.5. Mise en œuvre de la classification

Après constitution des signatures spectrales, les images ont été soumises à l'algorithme MLC séparément pour chacune des deux dates. Le traitement a été réalisé dans ArcGIS Desktop 10.8 à partir du composite multibande, puis les classes ont été extraites sous forme de cartes thématiques. Les résultats ont ensuite fait l'objet d'un post-traitement visant à réduire les effets de bruit cartographique, notamment à travers des filtres spatiaux adaptés.

Les cartes finales obtenues pour 2005 et 2025 ont servi de base à l'analyse diachronique. Leur comparaison permet d'identifier les transformations de l'occupation du sol, les conversions entre classes et les dynamiques d'urbanisation, de dégradation du couvert végétal et de réorganisation des espaces naturels et agricoles.

1.6. Intérêt scientifique de la démarche

L'intérêt de cette méthodologie réside dans la combinaison de données Landsat de niveau de traitement homogène, d'une classification supervisée fondée sur une logique probabiliste robuste et d'une comparaison temporelle sur vingt ans. Cette approche offre un cadre méthodologique cohérent pour étudier les transformations du territoire, mettre en évidence les pressions exercées sur les milieux naturels et quantifier l'extension des espaces urbanisés.

1.7. Résumé méthodologique

Landsat 5 TM (28/04/2005) et Landsat 8 OLI (21/05/2025), produits L2SP, sélection des bandes utiles, calcul éventuel du NDVI/NDBI, création des échantillons d'apprentissage, application de la MLC, post-traitement et analyse diachronique des changements.

Analyse par classes de l'évolution de la ville entre 2005 et 2025:

1. Résumé exécutif

L'analyse porte sur 68 667 pixels soit 6 180.03 ha. Les pixels stables représentent 34 684 pixels (50.51 %) tandis que les pixels en changement atteignent 33 983 pixels (49.49 %).

La dynamique dominante est marquée par une forte expansion de la classe URBAN, alimentée principalement par la conversion des SOLS NUS et de la VEGETATION. En parallèle, la VEGETATION enregistre la plus forte régression nette, ce qui traduit une pression d'urbanisation soutenue sur les espaces naturels et semi-naturels.

Tableau. 13. Lecture des valeurs des indicateurs

Indicateur	Valeur	Unité	Lecture
Surface totale analysée	6180.03	ha	Emprise commune des deux cartes
Pixels stables	34 684	pixels	Aucune transition
Pixels changés	33 983	pixels	Transition interclasse
Taux de changement	49.49	%	Niveau de dynamique spatiale

2. Méthodologie

Les deux rasters LULC 2005 et 2025 ont été croisés au moyen de la formule $(LULC_{2005} \times 100) + LULC_{2025}$. Cette approche permet d'identifier chaque transition par un code unique : par exemple 201 signifie une surface classée SOL NU en 2005 devenue URBAN en 2025, tandis que 505 correspond à VEGETATION stable.

L'interprétation repose sur une matrice de transition complète. Les lignes indiquent la classe d'origine (2005), les colonnes la classe de destination (2025). La surface a été calculée à partir du nombre de pixels multiplié par 900 m², puis convertie en hectares.

3. Visualisation synthétique

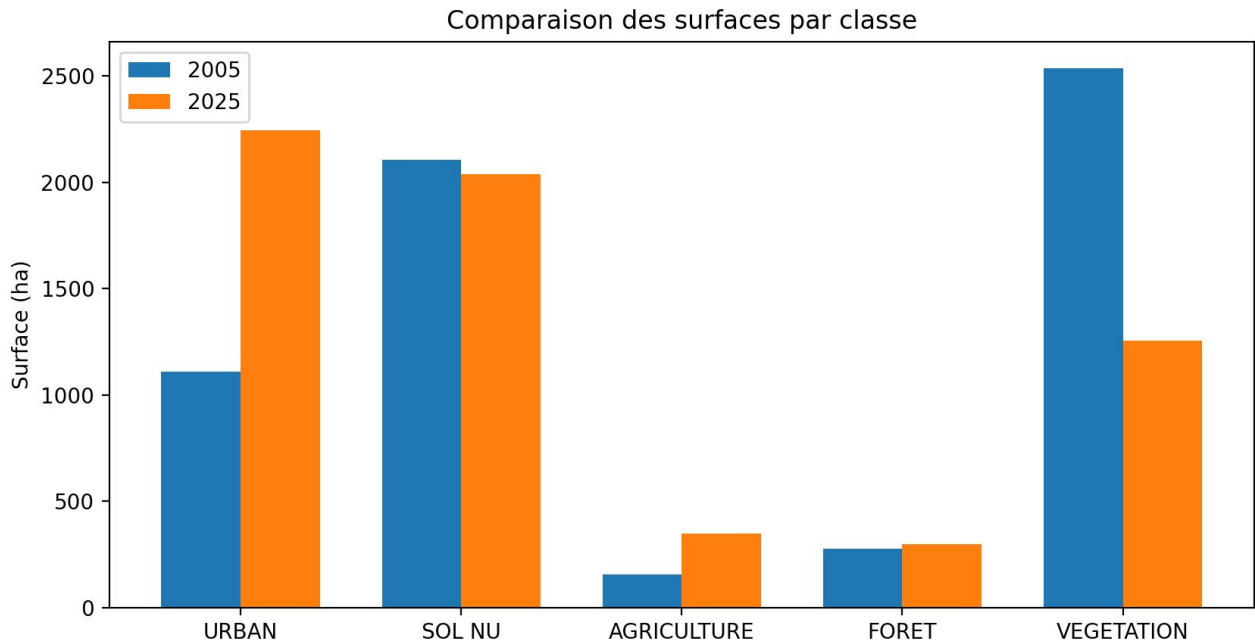


Figure 22. Comparaison des surfaces par classe entre 2005 et 2025.

Analyse quantitative de la dynamique paysagère (2005 - 2025)

Le schéma permet de mesurer précisément les mutations de l'espace rural et urbain sur une période de 20 ans :

- **L'explosion de l'étalement urbain** : La classe *URBAN* a quasiment doublé, passant d'environ 1100 ha en 2005 à près de 2250 ha en 2025. Cette forte transition de statut du sol témoigne d'une pression anthropique majeure et d'une artificialisation accélérée du territoire.
- **Le recul drastique des milieux naturels** : La classe *VEGETATION* subit la plus forte régression, s'effondrant de plus de la moitié (de ~ 2530 ha à environ 1250 ha). Cette perte massive a directement profité à l'extension urbaine et aux dynamiques de mutation de l'espace rural.
- **Les dynamiques agricoles et forestières** : On observe une progression notable de la classe *AGRICULTURE* (qui passe de ~ 150 ha à 350 ha), traduisant une intensification ou une extension des périmètres agricoles au sein de l'espace rural. La classe *FORET* reste quant à elle relativement stable (~ 300 ha).
- **La persistance de la vulnérabilité** : Les *SOLS NUS* connaissent une très légère diminution mais se maintiennent à un niveau critique (autour de 2000 ha), confirmant la fragilité écologique du milieu face aux risques de désertification.

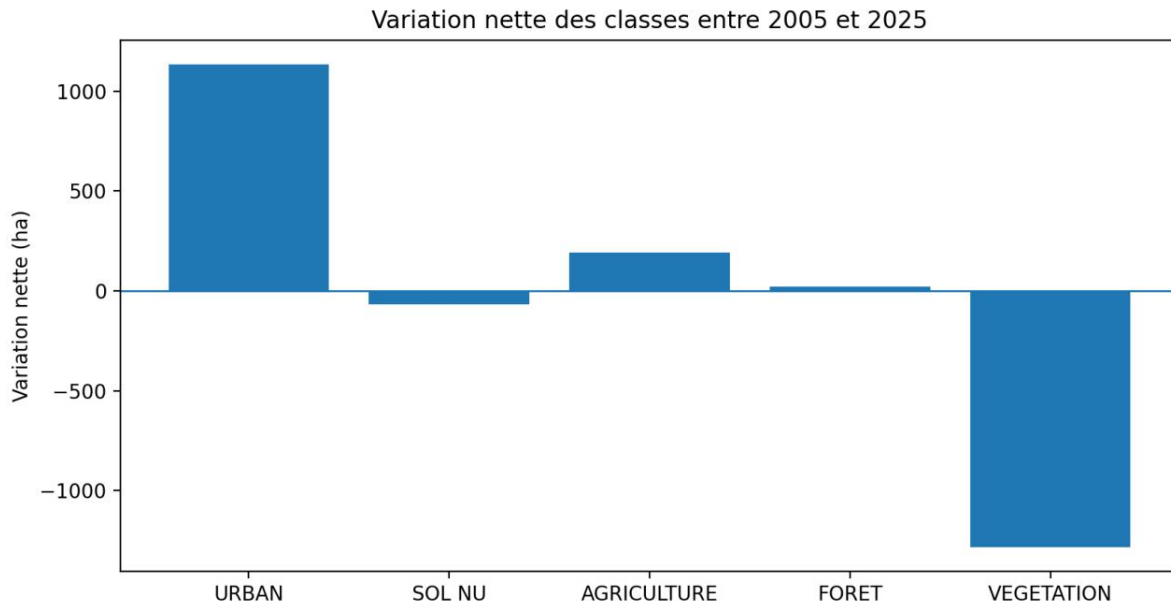


Figure 23. Variation nette des classes entre 2005 et 2025.

Cette approche diachronique permet de synthétiser la trajectoire environnementale et urbaine du territoire :

- 1) **Une dynamique d'artificialisation majeure** : La classe *URBAN* affiche le gain net le plus massif du graphique, s'élevant à plus de **+1100 ha**. Cela confirme une extension urbaine agressive qui bouscule l'équilibre des autres composantes spatiales.
- 2) **La déprise de la végétation naturelle** : À l'exact opposé, la classe *VEGETATION* enregistre un effondrement net spectaculaire, frôlant une perte de **-1300 ha**. En géographie, ce déséquilibre met en lumière un processus de transfert direct (ou indirect) de ces espaces naturels vers l'étalement des infrastructures ou d'autres mutations du sol.
- 3) **La restructuration de l'espace rural** : L'espace rural subit des trajectoires contrastées :
 - L'*AGRICULTURE* progresse nettement avec un gain d'environ **+200 ha**, signe d'une conquête de terres ou d'une intensification des pratiques locales.
 - La *FORET* montre une variation positive très timide (quelques dizaines d'hectares), traduisant une relative stagnation ou des efforts de préservation locaux.
 - Le *SOL NU* enregistre une légère baisse nette d'environ **-70 ha**, mais qui reste marginale au vu du stock global présent sur le territoire.

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

4. Analyse par classe

Le tableau suivant présente, pour chaque classe, les surfaces occupées en 2005 et 2025, le bilan net, ainsi que les pertes et gains bruts.

Tableau. 14. La différence entre les surface entre les années 2005 et 2025

Classe	2005 (px)	2025 (px)	2005 (ha)	2025 (ha)	Bilan net (ha)	Pertes (px)	Gains (px)
URBAN	12 320	24 939	1108.80	2244.51	1135.71	1 494	14 113
SOL NU	23 386	22 638	2104.74	2037.42	-67.32	12 822	12 074
AGRICULTURE	1 716	3 849	154.44	346.41	191.97	1 144	3 277
FORET	3 077	3 314	276.93	298.26	21.33	706	943
VEGETATION	28 168	13 927	2535.12	1253.43	-1281.69	17 817	3 576

URBAN passe de 12320 pixels en 2005 à 24939 pixels en 2025, soit un gain net de 1135.71 ha.

VEGETATION recule de 28168 pixels à 13927 pixels, avec une perte nette de 1281.69 ha.

Les SOL NU restent une classe très importante spatialement, avec une légère régression nette de 67.32 ha, ce qui montre une concurrence forte entre stabilité de cette couverture et sa conversion vers l'urbain ou la végétation.

5. Transitions dominantes

Les transitions les plus importantes expliquent l'essentiel de la dynamique spatiale. Le tableau ci-dessous présente les dix plus fortes transitions.

Tableau. 15. La différence entre les pourcentages des surfaces entre les années 2005 et 2025

Transition	Code	Pixels	Surface (ha)	Part du total (%)
URBAN → URBAN	101	10 826	974.34	15.77
SOL NU → SOL NU	202	10 564	950.76	15.38
VEGETATION → SOL NU	502	10 472	942.48	15.25
VEGETATION → VEGETATION	505	10 351	931.59	15.07
SOL NU → URBAN	201	8 508	765.72	12.39
VEGETATION → URBAN	501	5 252	472.68	7.65
SOL NU → VEGETATION	205	2 788	250.92	4.06
FORET → FORET	404	2 371	213.39	3.45
VEGETATION → AGRICULTURE	503	1 699	152.91	2.47
URBAN → SOL NU	102	1 227	110.43	1.79

Les trois transitions les plus structurantes sont : URBAN → URBAN, SOL NU → SOL NU, et VEGETATION → SOL NU. Cependant, du point de vue fonctionnel, les transitions de consommation les plus sensibles sont surtout SOL NU → URBAN et VEGETATION → URBAN, car elles traduisent une artificialisation directe du territoire.

6. Origine des surfaces urbanisées en 2025

La classe URBAN en 2025 totalise 24 939 pixels. Elle provient de quatre origines principales : l'urbain ancien, les sols nus, la végétation et, marginalement, l'agriculture et la forêt.

Tableau. 16. La différence entre les surface entre les années 2005 et 2025 en ha

Origine 2005	Pixels vers URBAN 2025	Surface (ha)	Part de l'urban 2025 (%)
URBAN	10 826	974.34	43.41
SOL NU	8 508	765.72	34.12
VEGETATION	5 252	472.68	21.06
AGRICULTURE	302	27.18	1.21
FORET	51	4.59	0.20

La principale source d'expansion urbaine est la conversion des SOL NU vers URBAN (8 508 pixels), suivie de la VEGETATION vers URBAN (5 252 pixels). À elles deux, ces transitions représentent l'essentiel des nouveaux espaces urbanisés. Cela montre que l'urbanisation s'est principalement faite sur des espaces ouverts et peu protégés.

Sachant que la périmètre urbain était d'une surface de 2 352.22 HA EN 2005 et de 6 180.32 HA EN 2025 selon les PDAU de ces années.

Analyse comparative de l'évolution du périmètre urbain de Djelfa (2005 - 2025)

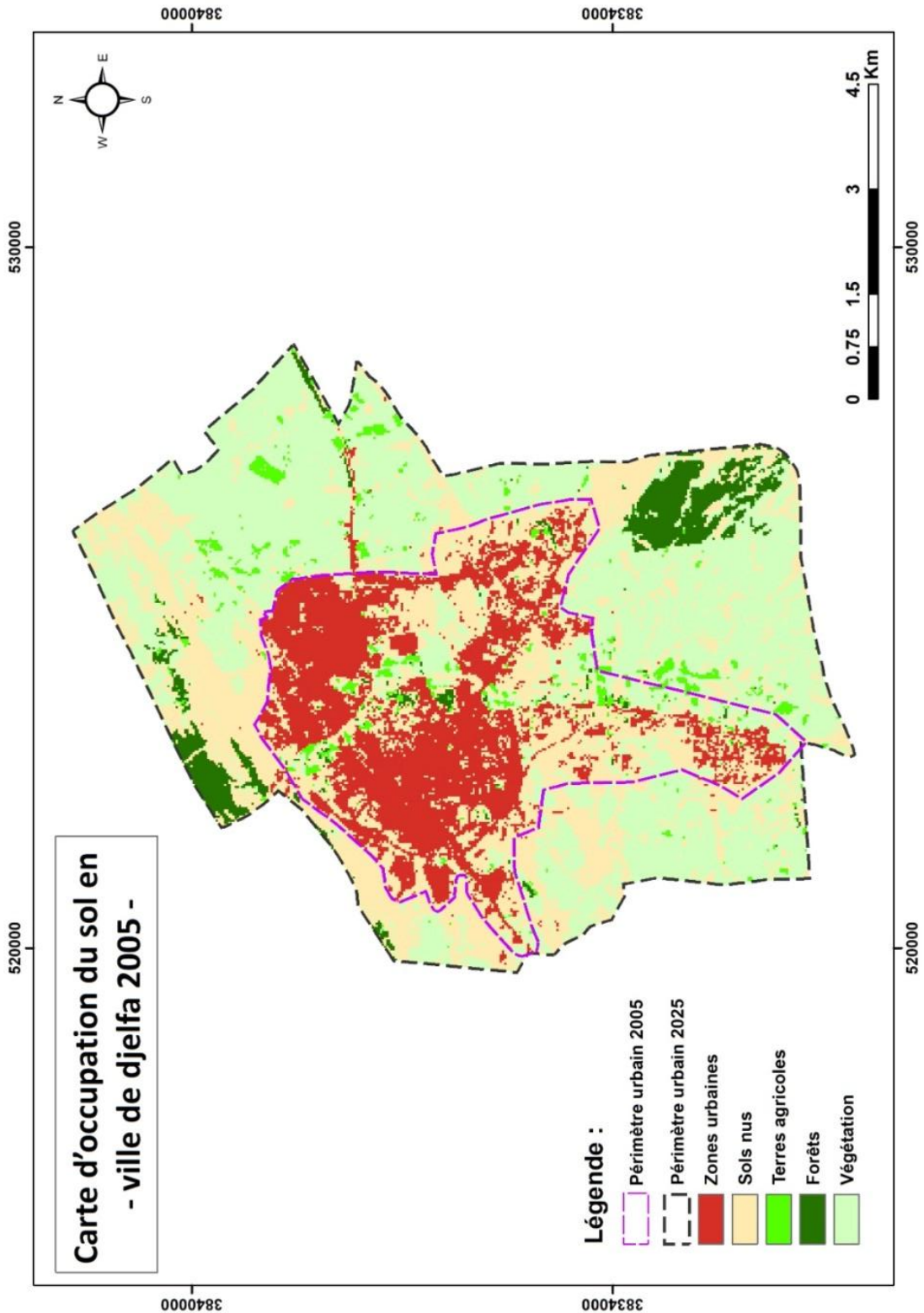


Fig n °25 : carte d'occupation du sol djelfa en 2005 montrant les deux périmètre urbains

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

L'analyse diachronique de l'image met en évidence une restructuration majeure des limites administratives et réglementaires de la ville, traduisant une forte planification face à l'étalement urbain.

- **Morphologie et extension spatiale du périmètre :**
 - Le **Périmètre urbain 2005** (*ligne discontinue violette*) présente une forme polygonale compacte et restreinte, centrée sur le noyau urbain historique dense. En 2005, les zones urbaines (*en rouge*) commençaient déjà à saturer cet espace, s'étendant de manière linéaire le long des axes de transport, notamment vers le sud.
 - Le **Périmètre urbain 2025** (*ligne discontinue noire*) montre une extension géométrique considérable dans toutes les directions (nord, est, ouest et sud). Cette redéfinition réglementaire multiplie la surface d'accueil de l'urbanisation future.
- **Consommation de l'espace rural et des écosystèmes :** L'élargissement du périmètre entre 2005 et 2025 englobe d'importantes surfaces de l'**espace rural** environnant. En comparant les limites, on constate que le nouveau périmètre de 2025 intègre :
 - De vastes zones de **végétation** et de **terres agricoles** à l'est et au nord-est, risquant d'accentuer le mitage et l'artificialisation des sols productifs.
 - Des massifs forestiers (*en vert foncé*) sur la frange nord-ouest, ce qui pose des enjeux cruciaux en matière de vulnérabilité environnementale (interfaces forêts-habitat, risques d'incendies).
 - De grandes étendues de **sols nus** (*en beige*), intégrant ainsi les contraintes biophysiques de la région directement au tissu de la planification urbaine.

7. Consommation de la végétation

La VÉGÉTATION en 2005 représente une réserve foncière importante, mais elle est fortement consommée en 2025. Ses principales sorties se font vers SOL NU et URBAN.

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

Tableau. 17. Les surfaces des classes durant l'année 2025

Destination 2025	Pixels	Surface (ha)	Part de la VEGETATION 2005 (%)
SOL NU	10 472	942.48	37.18
VEGETATION	10 351	931.59	36.75
URBAN	5 252	472.68	18.65
AGRICULTURE	1 699	152.91	6.03
FORET	394	35.46	1.40

Tableau n ° :

La combinaison VEGETATION → SOL NU (10 472 pixels) et VEGETATION → URBAN (5 252 pixels) confirme une fragmentation forte de la couverture végétale. Cette évolution est souvent associée à une extension du bâti, à des remaniements de terrain ou à une dégradation des espaces naturels.

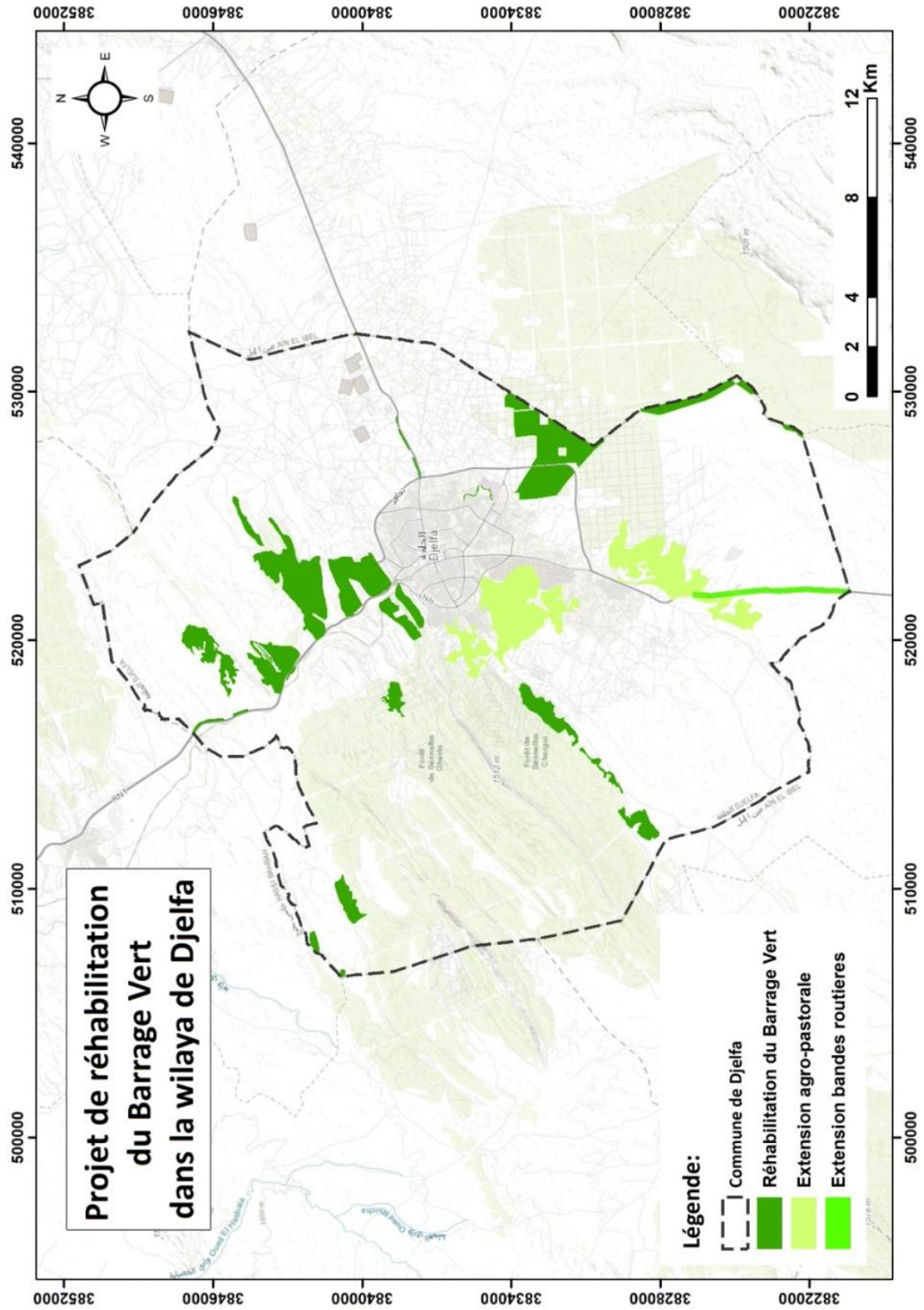


Fig n ° 26 : carte de projet de rehabilitation du barrage vert dans la wilaya de djelfa

La carte met en évidence les stratégies d'aménagement environnemental visant à lutter contre la désertification et à restructurer l'**espace rural** de la commune de Djelfa à travers trois actions majeures :

- **La Réhabilitation du Barrage Vert (*en vert foncé*)** : Les actions de reboisement et de restauration écologique se concentrent principalement dans la moitié nord de la commune ainsi que sur les franges orientales et la forêt de Sénéba Chergui au sud-ouest. Ces massifs ciblés font face aux dynamiques de dégradation végétale identifiées précédemment, agissant comme des boucliers forestiers contre l'avancée du désert.
- **L'Extension agro-pastorale (*en vert clair*)** : Ce zonage se déploie de manière contiguë au tissu urbain de Djelfa, particulièrement sur ses flancs sud et sud-ouest. En délimitant ces espaces, le projet cherche à stabiliser l'**espace rural** périurbain en combinant préservation de la biomasse et maintien d'activités économiques durables (pastoralisme, petite agriculture), limitant ainsi l'étalement urbain anarchique vers le sud.
- **L'Extension des bandes routières (*en vert vif*)** : Visibles sous forme de tracés linéaires le long des grands axes routiers (notamment vers le sud et le nord-ouest), ces infrastructures vertes (alignements d'arbres/brise-vents) jouent un rôle clé de corridors écologiques connectant les différents blocs de végétation tout en protégeant le réseau de transport contre l'ensablement.

8. Interprétation générale

Le bilan net montre une forte croissance de l'URBAN (+12 619 pixels ; +1 135.71 ha), une hausse modérée de l'AGRICULTURE (+2 133 pixels ; +191.97 ha) et de la FORET (+237 pixels ; +21.33 ha), alors que la VEGETATION régresse fortement (-14 241 pixels ; -1 281.69 ha). Les SOL NU connaissent une variation plus faible (-748 pixels ; -67.32 ha), mais restent un stock de surfaces très sollicité.

En résumé, l'analyse met en évidence une consommation foncière nette au profit de l'urbain, principalement au détriment de la végétation et des sols nus. Cette dynamique traduit une pression d'extension spatiale marquée et une recomposition profonde des usages du sol à l'échelle du périmètre étudié.

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

L'évolution observée traduit une transformation rapide de l'occupation du sol entre 2005 et 2025. Le système spatial se caractérise par une urbanisation diffuse, qui mobilise en priorité les sols nus et la végétation. Les terres agricoles sont également touchées, mais dans une proportion moindre. La forêt, bien que moins étendue, n'est pas épargnée et subit des conversions vers les autres classes, y compris vers l'urbain.

Entre 2005 et 2025, le territoire étudié a connu une mutation nette de son occupation du sol. La ville s'est étendue en transformant surtout des sols nus et des espaces végétalisés. La matrice de transition montre que près de la moitié des pixels ont changé de classe, ce qui confirme une dynamique territoriale active. Pour une lecture de type mémoire, ce résultat peut être interprété comme une artificialisation croissante et une diminution des marges naturelles disponibles.

Document préparé à partir de la matrice de transition fournie et de la taille de pixel de 30 m.

L'analyse des résultats met en évidence :

- ✓ Une expansion urbaine rapide est peu maîtrisée
- ✓ Une transformation profonde des espaces ruraux
- ✓ Des impacts environnementaux significatifs
- ✓ Des limites dans la gouvernance territoriale

Ces constats soulignent la nécessité d'une planification intégrée prenant en compte :

- La protection des terres agricoles
- La densification urbaine
- La régulation foncière
- La durabilité environnementale

Conclusion générale

Le travail de ce mémoire de fin d'étude traite la problématique de l'évaluation de l'impact de l'évolution du milieu urbain sur la zone rural périphérique de la ville, cette thématique couvre plusieurs facettes d'étude, pour cela, l'objectif de ce travail s'est consacré à un volet important de cette problématique, consistant à utiliser les techniques des SIG et de la télédétection pour quantifier et qualifier les caractéristiques spatiotemporelles du milieu urbain, par l'usage d'images satellites prises à des dates distinctes, avec des résolutions différentes et qui restent significatives. Le cadre dans lequel s'est inscrit le travail devrait permettre d'aboutir à la mise en œuvre d'un système améliorant d'une façon générale les caractéristiques spécifiques à la gestion de l'urbain et la préservation du rural, en déployant les principes contemporains permettant aux décideurs des prises de décision cohérentes et efficaces.

Les problèmes de l'envahissement du milieu urbain aux préjudices du rural sont des problèmes d'actualité, et l'ont toujours été, depuis que la notion de ville a été conférée à l'homme. Ces problèmes ont pris de l'ampleur au point de constituer un réel danger dans certains cas, dont les retombées nuisent grandement au cycle de vie des populations. La gestion de l'occupation de sol est un fait inséparable de l'aménagement du territoire, de la gestion économique et sociale, de l'écologie, etc.,

Les techniques mises au point se référant à des systèmes basés sur des études théoriques et empiriques à la fois, et utilisent des moyens de plus en plus performants combinant l'informatique aux techniques de géomatique dédiées à la manipulation de l'information géographique. L'application établie permet une vision générale sur les évolutions des parties urbaines du sol; elle démontre une célérité relative dans les changements (qui paraissent logiques, vues les tendances mondiales de l'urbanisation massive). Ces changements ont pu être quantifiés et qualifier moyennant des méthodes basées sur la télédétection et les SIG. Ces méthodes requièrent évidemment des couvertures satellitaires prises à des dates différentes, assez espacées pour exprimer des résultats fiables. Les réponses immédiates aux interrogations et les éditions sous les formes diverses (cartes, graphes, tableaux..) sont d'une grande utilité pour les usagers et les décideurs des services concernés.

En résumé, l'étude met en évidence une consommation foncière nette au profit du rural, principalement au détriment de la végétation et des sols nus. Cette dynamique traduit une pression d'extension spatiale marquée et une recomposition profonde des usages du sol à

Chapitre 4 : Analyse des résultats et discussion

l'échelle du périmètre étudié. La problématique centrale s'est concentrée sur l'impact d'une croissance démographique rapide et d'une urbanisation souvent **non planifiée** sur les ressources foncières et environnementales fragiles de cette région steppique. L'objectif principal, qui consistait à cartographier et quantifier ces transformations et leur impact sur l'espace rural à l'aide des **techniques de télédétection et des SIG**, a été pleinement atteint. Les résultats finaux confirment les hypothèses de recherche initiales : l'expansion urbaine s'est opérée de manière **désordonnée et discontinue**, marquée par un étalement horizontal au détriment des espaces naturels. L'analyse diachronique révèle une augmentation massive des zones bâties, avec un **gain net de 1135,71 hectares**, tandis que la végétation a subi une régression alarmante de **1281,69 hectares**. Les outils géospatiaux ont prouvé leur efficacité en démontrant que l'urbanisation a principalement consommé les **sols nus** (34,12 %) et la **végétation** (21,06 %), *confirmant une pression constante sur les marges rurales*. Cette dynamique valide l'hypothèse selon laquelle le suivi spatial précis est indispensable pour pallier l'insuffisance des instruments de planification actuels, comme le PDAU, qui peinent à contenir l'urbanisation informelle.

Au regard de ces conclusions, plusieurs **recommandations** s'imposent pour une meilleure gestion territoriale. Il est impératif de **renforcer la gouvernance foncière** en intégrant systématiquement les SIG et un **cadastre modernisé** dans l'élaboration des futurs documents d'urbanisme pour un suivi en temps réel. Les autorités locales doivent privilégier la **densification urbaine** et la restructuration des tissus existants afin de limiter la consommation excessive de terres agricoles et pastorales. De plus, la mise en place de **périmètres de protection stricts** autour des zones à forte vulnérabilité environnementale est essentielle pour préserver la biodiversité et lutter contre la fragmentation des paysages. Enfin, une coordination accrue entre les services techniques et administratifs est nécessaire pour aligner la réalité du terrain avec les objectifs de **développement durable**.

Nous concluons ce mémoire en mettant l'accent sur le fait que les techniques de SIG se sont imposées à tous les niveaux, comme des outils qui facilitent l'analyse de l'espace et la manipulation des données, jusque-là difficile à réaliser par les moyens classiques.

Par ailleurs, le temps imparti pour la réalisation du mémoire ne nous a pas permis d'approfondir certains volets (tels que les juridiques et administratifs) pouvant intervenir dans l'accomplissement exhaustif de l'étude.