



Université d'Oran 2

Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat « L.M.D »

En Géographie et Aménagement de Territoire

Activité Agricole Périurbaine dans les milieux littoraux de l'ouest algérien
Développement, Maintien et Régression par une approche géomatique

Présenté et soutenue publiquement par :

GACEMI Mohamed el-Amine

Devant le jury composé de :

M. GHODBANI Tarik, Président,	Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
M. SOUIAH Sid Ahmed, (Directeur de Thèse), Rapporteur,	Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
M. HADEID Mohamed, Examineur,	Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
M. NOURINE Rachid, Examineur,	Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella
M. MEBARKI Azzedine, Examineur,	Université de Constantine 1, Frères Mentouri
M. BOUDER Abdelmadjid, Examineur,	Université des Sciences et de la Technologie, Alger

Année 2023/2024

Résumé

Cette thèse examine l'expansion des zones périurbaines à Mostaganem, en Algérie, en mettant en lumière les dynamiques complexes d'urbanisation qui affectent les terres agricoles. La croissance démographique et les migrations vers les villes, conjuguées à des politiques d'urbanisation souvent non planifiées, entraînent une pression accrue sur les terres agricoles, conduisant à leur requalification en zones résidentielles ou commerciales. Cette situation pose un défi majeur : définir et cartographier les espaces périurbains, qui mêlent caractéristiques rurales et urbaines. Le manque de méthodes universelles pour identifier ces zones rend difficile l'analyse et la gestion des conséquences de cette transformation sur la sécurité alimentaire et l'écosystème local.

L'étude propose une approche innovante pour délimiter ces espaces en s'appuyant principalement sur des données géospatiales et de recensement. En utilisant des techniques de télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG), la recherche vise à développer une méthode objective et standardisée pour identifier les zones urbaines, périurbaines et rurales. Cette approche permet de réduire la dépendance aux critères socio-économiques, souvent subjectifs, et d'offrir aux décideurs locaux des outils d'aide à la décision pour mieux gérer l'urbanisation et protéger les terres agricoles.

Le cadre d'étude se concentre sur la wilaya de Mostaganem, dont le climat semi-aride et la richesse naturelle en font un site d'analyse idéal. L'objectif principal est de cartographier les terres agricoles périurbaines potentiellement urbanisables, fournissant ainsi aux autorités locales des informations précieuses pour une planification urbaine durable. En somme, cette thèse aspire à contribuer à une meilleure compréhension des dynamiques périurbaines à Mostaganem, tout en proposant des solutions concrètes pour garantir un développement équilibré entre l'urbanisation et la préservation des ressources agricoles.

Mots clés : Urbanisation, Zones périurbaines, Terrains agricoles, Télédétection, SIG (Systèmes d'information géographique), Mostaganem, Concurrence foncière, délimitation périurbaine

ملخص

تتناول هذه الرسالة توسع المناطق الحضرية في مدينة مستغانم، الجزائر، من خلال تسليط الضوء على الديناميات المعقدة للتوسع الحضري التي تؤثر على الأراضي الزراعية. إن النمو السكاني والهجرات نحو المدن، بالإضافة إلى السياسات العمرانية التي غالبًا ما تكون غير مخططة، تؤدي إلى ضغط متزايد على الأراضي الزراعية، مما يؤدي إلى إعادة تصنيفها كمناطق سكنية أو تجارية. إن طرح هذه الحالة تحديًا رئيسيًا: وهو تحديد ورسم خرائط المساحات الحضرية، التي تجمع بين الخصائص الريفية والحضرية. إن عدم وجود طرق عالمية لتحديد هذه المناطق يجعل من الصعب تحليل وإدارة العواقب الناجمة عن هذا التحول على الأمن الغذائي والنظام البيئي المحلي.

تقترح الدراسة نهجًا مبتكرًا لتحديد هذه المساحات بالاعتماد بشكل أساسي على البيانات الجغرافية المكانية وبيانات التعداد السكاني. باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، تهدف البحث إلى تطوير طريقة موضوعية ومعارية لتحديد المناطق الحضرية والريفية وشبه الحضرية. يسمح هذا النهج بتقليل الاعتماد على المعايير الاجتماعية والاقتصادية، التي غالبًا ما تكون ذات طابع شخصي، وتوفير أدوات اتخاذ القرار للجهات المحلية لإدارة التوسع الحضري وحماية الأراضي الزراعية بشكل أفضل.

تركز إطار الدراسة على ولاية مستغانم، التي يجعلها مناخها شبه الجاف وثروتها الطبيعية موقعًا مثاليًا للتحليل. الهدف الرئيسي هو رسم خرائط الأراضي الزراعية شبه الحضرية القابلة للتحضر، مما يوفر للسلطات المحلية معلومات قيمة للتخطيط الحضري المستدام. باختصار، تأمل هذه الرسالة في الإسهام في فهم أفضل للديناميات الحضرية في مستغانم، مع تقديم حلول ملموسة لضمان تنمية متوازنة بين التوسع الحضري والحفاظ على الموارد الزراعية.

كلمات مفتاحية

- التوسع الحضري، المناطق شبه الحضرية، الأراضي الزراعية، الاستشعار عن بُعد، نظم المعلومات الجغرافية، مستغانم، المنافسة على الأراضي، تحديد المساحات شبه الحضرية.

Remerciements

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de cette thèse de doctorat.

*En premier lieu, je souhaite remercier chaleureusement mon directeur de thèse, Monsieur **Sid Ahmed SOUIAH**, pour son encadrement, ses conseils avisés, et son soutien indéfectible tout au long de ce parcours. Sa disponibilité et son expertise ont été pour moi des sources d'inspiration et de motivation constantes, me permettant de surmonter les défis rencontrés et de m'épanouir dans ma recherche.*

*Je remercie également Monsieur **Tarik GHODBANI**, Président du jury, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider cette soutenance. Sa présence et son expertise donnent une grande valeur à cette étape finale de mon travail.*

*Mes remerciements vont également à Monsieur **Mohamed HADEID**, rapporteur de cette thèse, ainsi qu'aux examinateurs, Messieurs **Rachid NOURINE**, **Azzedine MEBARKI**, et **Abdelmadjid BOUDER**. Leur rigueur, leurs remarques constructives, et leur implication m'ont permis d'enrichir cette recherche et de progresser vers l'excellence. Leur bienveillance et leurs suggestions éclairées ont été d'une grande aide pour améliorer la qualité de ce travail.*

Je tiens enfin à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont soutenu durant ce parcours. Que ce soit par leur soutien moral, leurs encouragements ou leur aide pratique, chacun d'entre eux a contribué à faire de ce projet une réussite. Je n'oublie pas ma famille, mes amis et collègues dont l'appui constant m'a permis d'avancer sereinement vers cet objectif.

Dédicaces

À mon père et à ma mère, dont l'amour inébranlable, les sacrifices constants et la foi indéfectible ont toujours été pour moi une source d'inspiration.

À mon épouse, pour son soutien sans faille, sa patience infinie et l'amour qui m'a permis de persévérer dans les moments les plus difficiles.

À mes enfants, Zakaria, Yahia, Youssef et Ishak, qui illuminent ma vie et sont ma plus grande source de motivation.

A mes frères et sœurs Aziz, Atika, Amina et Djamel pour leur affection sincère qui a toujours réchauffé mon cœur.

À mes amis Bouabdallah, Nacer et Lazher pour leur amitié sincère et leur soutien indéfectible tout au long de ce parcours.

A mes amis du CTS , Mohamed, Djamel, Ahmed pour leur soutien et encouragements

Je dédie ce travail à vous tous avec une profonde gratitude et un amour incommensurable.

Table des Matière

Résumé.....	2
ملخص.....	3
1. Introduction.....	22
2. Problématique	22
3. Hypothèse.....	24
4. Structure de la Thèse :.....	25
5. Cadre d'étude :.....	27
I.1. Présentation du cadre de l'étude : la wilaya de Mostaganem	27
Chapitre I : État de l'art sur les études périurbaines.....	30
1. Introduction.....	31
2. Recherche bibliographique	33
2.1. La première catégorie (une approche purement géographique) :	34
2.1.1. Études à l'échelle mondiale :	34
2.1.2. Études en Algérie :	35
2.2. La deuxième catégorie (Approche : SIG et Télédétection et Prospective)	38
2.2.1. Etudes à l'échelle mondiale :	38
2.2.2. Etude en Algérie :	43
Conclusion	44
Chapitre 2 : Les Espaces Périurbains.....	46
I. Introduction.....	47
3. Définition des espaces périurbains :.....	47
4. La nature du péri-urbain.....	48
5. Concepts théoriques	48
5.1. Définitions géographiques du périurbain comme base pour la recherche	49
5.2. Dynamique du péri-urbain	51
5.2.1. Facteurs directs de l'expansion urbaine.....	51
5.2.2. Agglomération régionale et liens urbain-rural	53

5.2.3. Dynamiques globales-locales et structurelles	54
5.2.4. Complexité, Transition, Résilience	55
5.2.5. Gouvernance Spatiale et des Réponses Politiques	55
6. Ambiguïté du périurbain :	56
6.1. Ambiguïté de la définition et de la dénomination dans l'interface périurbaine	57
6.2. L'ambiguïté des caractéristiques de l'interface périurbaine	57
6.3. Ambiguïté de topologie !	59
6.4. L'ambiguïté de l'élaboration et de la mise en œuvre des politiques	59
7. Démarcation des espaces périurbains	60
7.1. Quelle est la méthodologie la plus appropriée pour la délimitation ?	60
7.2. Méthodes pour délimiter les zones périurbaines	61
7.3. Critères de délimitation des zones périurbaines	63
8. La Stratification en Algérie	65
8.1. Loi algérienne sur le classement des villes (strate urbaine) :	65
Conclusion	70
Chapitre 3 : L'agriculture périurbaine en Algérie	71
1. Introduction	72
2. La question de la durabilité de l'agriculture périurbaine	74
3. L'agriculture périurbaine se distingue par plusieurs caractéristiques clés :	75
4. Réformes foncières en Algérie	76
4.1. La loi d'orientation foncière de 1990	76
4.2. La concession agricole des terres du domaine privé de l'État	77
4.3. La politique foncière rurale de l'État algérien	79
4.4. La situation actuelle	79
5. Les contraintes d'exploitation liées à la proximité urbaine :	80
5.1. Contraintes sociales	80
5.2. Pression foncière	81
5.3. Conséquences pour l'agriculture périurbaine	82

6. Les principaux acteurs de l'aménagement du territoire en Algérie et leurs compétences	82
7. Identification des facteurs de la concurrence foncière dans les zones périurbaines	85
7.1. Facteurs socio-politiques :	86
7.2. Facteurs sociaux :	87
7.3. Facteurs économiques :	87
7.4. Facteurs environnementaux :	87
8. Développement d'indicateurs spatiaux et cartographie de la concurrence foncière.....	88
Conclusion	90
Chapitre 4 : L'étude de la dynamique périurbaine par la géomatique	93
1. Introduction.....	94
2. Télédétection urbaine, surveillance, synthèse et modélisation	95
2.1. Avancées en télédétection urbaine	95
2.2. Exigences de Cartographie Urbaine.....	97
2.3. Application de la Télédétection dans la Classification de l'Utilisation et de la Couverture du Sol Urbains.....	98
2.4. Exigences pour la Cartographie Urbaine	100
2.5. Cartographie Urbaine et Échelle Catégorielle	100
3. L'exploitation des images en contexte multi-temporel	101
3.1. L'analyse multi-temporelle	101
3.2. Données Multi-Temporelles.....	101
3.2.1. Définition des données Multi-Temporelles	101
3.3. Variabilités Spatio-Temporelles	102
3.3.1. Étapes du Traitement des Séries Temporelles	102
4. L'extraction de l'information	105
5. L'analyse spatiale	106
6. Traitement et changements spatio-temporels.....	106
6.1. Stratégie 1 : Post Classification Comparaison	106
6.2. Stratégie 2 : Classification conjointe	109

6.3.	Stratégie 3 : Détecteurs simples	111
6.3.1.	Différence d'image.....	112
6.3.2.	Différence d'image normalisée	112
6.3.3.	Ratio d'images	113
6.3.4.	Logarithme du ratio d'images	113
6.3.5.	Les résultats et validation.....	114
6.4.	Stratégie 4 : Comparaison multiple.....	116
6.5.	Stratégie 5 : Détection par photo-interprétation.....	119
	Conclusion	121
	Chapitre 5 : Identification des espaces péri-urbaines par l'utilisation des données satellitaires et données de recensement.....	122
1.	Résumé.....	123
2.	Introduction.....	124
2.1.	Classification des agglomérations en Algérie	126
2.1.1.	1. Classification légale	126
2.1.2.	2. Classification statistique	127
2.2.	Approche Multi-Indicateurs	127
3.	Matériels et méthodes	128
3.1.	Contexte géographique de la zone d'étude	128
3.1.1.	Composition et caractéristiques de la zone d'études :	128
3.1.2.	Population et Urbanisation.....	129
3.1.3.	Infrastructures Portuaires	129
3.1.4.	Évolution Urbaine	129
3.1.5.	Délimitation de la Zone d'Étude	130
3.2.	Collecte et préparation des données Spatiales et Attributaires	132
3.2.1.	Données Satellitaires et attributaires.....	132
3.2.2.	Outils Développés	133
3.3.	Méthodologie	134

3.3.1. Structure du Processus	135
3.3.2. Implications de la Démarche.....	135
3.4. Indicateurs Utilisés pour la Classification	136
3.4.1. Estimation de la Population par Polygone du Bâti	136
3.4.2. Procédure d'estimation de la population à partir des images satellites	137
3.4.3. Corrélation entre Pixels Bâtis et Population Totale	139
3.4.4. Comparaison des Total des Pixels Urbains et de la Population	141
3.4.5. Densité de Population	141
3.4.6. Densité Pop/m ²	141
3.4.7. Observations Générales.....	142
3.4.8. La Fusion des Polygones Bâtis (Contiguïté Urbaine).....	142
3.4.9. Calcul des Indicateurs d'Identification du Périurbain	143
3.5. Types d'Indicateurs.....	143
3.5.1. Indicateur 1 : Total de la population	144
3.5.2. Indicateur 2 : La densité de la population par ilot.....	146
3.5.3. Indicateur 3 : La densité du réseau routier (résidentiel) par ilot	147
3.5.4. Indicateur 4 : Connectivité.....	148
3.5.5. Indicateur 5 : Isolement urbain	148
4. Résultats	148
4.1. Validation de l'approche	150
5. Discussion	151
5.1. Dynamique urbaine et défis actuels	152
5.2. Limites et recommandations	153
Conclusion	154
Chapitre 6 : Etude de la dynamique des terres agricoles périurbaines : Par approche géomatique, cas de Mostaganem et ses environs.....	156
1. Introduction.....	157
2. Méthodes et outils	159

2.1.	Situation géographique de la zone d'étude :	159
2.2.	Collecte des données	159
2.3.	Outils utilisés :	162
2.4.	Méthodologie	163
2.4.1.	Les traitements	165
2.4.2.	La classification de l'image Landsat 5 date Mai 1989.....	165
3.	Résultat et discussions	173
3.1.1.	Etude de changement entre 1990 et 2021	173
3.1.2.	Détail du changement interclasses	176
	Conclusion	185
	Chapitre 7 : Potentialités et Contraintes pour la concurrence aux terres agricoles de Mostaganem, et la cartographie des terres agricoles périurbaines potentiellement urbanisable	187
1.	Introduction.....	188
2.	Contraintes et attractivités de la wilaya de Mostaganem.....	188
2.1.	Morphologie.....	188
2.2.	Agriculture	188
2.2.1.	Nature juridique des terres agricoles.....	189
2.2.2.	Principaux indicateurs de l'agriculture de la Wilaya de Mostaganem	189
2.2.3.	Production Végétale	190
2.2.4.	L'érosion hydrique	190
2.2.5.	Une érosion éolienne et hydrique intense	191
2.3.	Ressources en eau	191
2.3.1.	L'impact des changements climatiques	192
2.4.	Population de la Wilaya de Mostaganem.....	192
2.4.1.	Répartition géographique de la population	192
2.4.2.	Accroissement démographique et répartition des populations.....	192
2.4.3.	Inégalités de répartition par unités naturelles	193
2.4.4.	Disparité des densités par commune	193

2.4.5. Evolution démographique	196
2.5. La Climatologie de Mostaganem :	197
2.5.1. Précipitations.....	197
2.6. Attractivités et contraintes de l'infrastructure énergétique à Mostaganem	202
2.7. Attractivités et contraintes du secteur de l'éducation à Mostaganem.....	203
Attractivités :	203
Contraintes :	203
Impact sur la migration :	204
2.8. Attractivités et contraintes du réseau routier à Mostaganem	204
2.9. Attractivités et contraintes du secteur de la santé à Mostaganem.....	204
Attractivités :	205
Contraintes :	205
Impact sur la migration :	205
2.10. Infrastructures sportives et de loisirs :	205
2.11. Infrastructure de santé :	206
2.12. L'Emploi	206
2.13. Potentialités commerciales et halieutiques :	206
2.14. Potentialités touristiques :	206
2.14.1. Tourisme balnéaire : une attractivité sous pression.....	207
2.14.2. Une offre touristique peu diversifiée : une contrainte à surmonter.....	207
2.15. Programme d'habitat.....	207
2.15.1. Répartition du parc logement :	207
2.15.2. Situation des programmes d'habitat :	208
Habitat rural :	208
2.15.3. Livraison des programmes de logements :	208
Conclusion	208
3. la concurrence aux terres agricoles de Mostaganem et la cartographie des terres agricoles périurbaines potentiellement urbanisable.....	209

Résumé.....	209
Introduction.....	210
Problématique	212
4. Matériel et Méthode :.....	212
4.1. Zone d'étude !.....	212
5. Méthodologie :.....	214
5.1. Entretiens avec les parties prenantes.....	214
5.2. Utilisation des plateformes en ligne.....	216
5.2.1. Analyse de deuxième questionnaire.....	219
6. Identification des facteurs de concurrence foncière en zone périurbaine et prédiction des terrains susceptibles d'être bâtis par le Machine Learning :.....	220
6.1. Les facteurs potentiels de concurrence foncière :.....	221
6.2. La prédiction des zones potentielles pour bâtis :.....	222
6.3. Collecte et prétraitement des données.....	225
6.4. Dataset d'apprentissage.....	229
7. Résultat et discussions	230
7.1. Les métriques d'évaluation des modèles d'apprentissage automatique.....	231
7.2. 0.87.....	232
7.3. Importance des facteurs de concurrence au foncier :.....	232
8. Analyse et discussion	236
Conclusion	237
Conclusion Générale.....	239
Référence Bibliographique	241
Annexe	258
Formulaire de Sondage pour les Acheteurs de Terrain	258
Formulaire de Sondage pour les Vendeurs de Terrain.....	259

Liste des Figures

Figure 1 : le périmètre d'étude la commune de Mostaganem et ses communes limitrophes	27
Figure 2 : Interface de l'application Zotero pour la gestion des références bibliographique	33
Figure 3: Concept des zones périurbaines et des régions rurales-urbaines.(Nilsson et al., 2013)	50
Figure 4 : Dynamique de périurbain : expansion urbaine(Nilsson et al., 2013)	52
Figure 5 : Dynamique du périurbain : Agglomération et liens urbain-rural(Nilsson et al., 2013).....	53
Figure 6 : Dynamique du periurbain : Global-local et structurel.....	54
Figure 7 : l'Evolution des stratifications retenues en Algérie depuis 1966 jusqu'à 2008 (Armature urbaine, ONS, 2011)	69
Figure 8. L'évolution du cadre législatif relatif au foncier agricole en Algérie.....	77
Figure 9 : Les acteurs institutionnels publics ou privés de la gestion territoriale en Algérie, (thèse : Missoumi M.A).....	85
Figure 10 : Direction de la concurrence au terres agricoles selon les facteurs, (Gacemi M.A).....	89
Figure 11 : Organigramme des facteurs de la concurrence au foncier.....	90
Figure 12 illustration de la relation entre la télédétection des matériaux urbains, la couverture terrestre et l'utilisation des sols	98
Figure 13:Les critères d'analyse des séries temporelle.....	101
Figure 14:Cadre du géoréférencement des images	105
Figure 15:Méthodologie de traitement.....	106
Figure 16 Les résultats de classification des images.....	108
Figure 17 : le pourcentage des classes d'occupation du sol en 1989 et 2021	108
Figure 18 : Evolution des classes d'occupation du sol entre 1989 et 202	109
Figure 19 : Classification conjointe	110
Figure 20:Schéma de la stratégie de détection de changements basée sur un détecteur.....	111
Figure 21 : Méthode de comparaison par vecteur de changement.....	118
Figure 22 : Comparaison des objets selon la notions de résolution d'image.....	120
Figure.23 : La zone d'étude, l'agglomération de Mostaganem (Gacemi et al.)	128
Figure 24 : Organigramme d'identification et classification du "Bâti"(Gacemi et al., 2023).....	136
Figure 25: Procédure d'estimation de la population par pixel bâti. (Gacemi et al., 2023).....	139
Figure. 26 : La corrélation entre Total des pixels bâtis (ASTER 2008) et la population totale par commune (RGPH2008) (Gacemi et al., 2023).....	140
Figure. 27: La carte d'occupation du sol de l'agglomération de Mostaganem et environs (2017)...	146
Figure.28: Densités de la population et du réseau résidentiel par ilot	148
Figure. 29: Carte du bâti classifié selon la strate et le type d'agglomération.....	149

Figure.30: Graphe de la population urbaine estimée comparée aux données de recensement.	151
Figure 31 : Situation Géographique de la wilaya de Mostaganem	159
Figure 32 : Processus de traitement et d'étude du changement entre deux données satellitaires	163
Figure 33 : Dispersion des échantillons d'entraînement sur la zone d'étude.....	166
Figure 34 : limites de décision SVM avec noyau linéaire pour six classes	167
Figure 35 : La superficie en hectare des différents types d'occupation du sol en 1990 de la zone d'étude Mostaganem et ses environs.	171
Figure 36 : La superficie en hectare des différents types d'occupation du sol en 2021 de la zone d'étude Mostaganem et ses environs.	172
Figure 37 : Evolution des classes d'occupation du sol entre 1990 et 2021, Mostaganem et environs.	176
Figure 38 : Changement d'occupation du sol entre 1990 et 2021	176
Figure 39. Cartes des conversions des terres en bâti.....	179
Figure 40 : les nouveaux ilots urbains bâtis entre 1990 et 2021 de Mostaganem et ses env.	182
Figure 41 : Densité de population de la wilaya de Mostaganem	195
Figure 42 : Précipitations annuelles - station de Mostaganem au cours de la période 1981-2021 (source Power nasa).....	199
Figure 43 : Evolution saisonnière des précipitations de la ville de Mostaganem au cours de la période 1977-2021 (source Power Nasa).....	202
Figure 1 : la zone d'étude, les communes de Mostaganem, Mazagran, Sayada, et Hassi Mamèche	214
Figure 2 : Formulaire de collecte de données de sondage sur terrain, crée avec Survey 123 de Esri.	215
Figure 3 : interface d'un site web pour la recherche de terrain à Mostaganem 2023	216
Figure 4 : Les étapes de traitement pour la prédiction et évaluation des facteurs d'urbanisations du périurbain par ML	223
Figure 5 : La carte des distances aux réseau routier. Figure 6 :carte occupation du sol de 1989	226
Figure 7 :la carte des pentes Figure 8 :la carte d'altitude	226
Figure 9 :la carte des quartiers recommandés. Figure 10 :la carte de visibilité sur mer.	227
Figure 11 : carte d'occupation du sol(2021) Figure 12 : carte des terres bâti entre 1975-2014	227
Figure 13 : les données d'apprentissages concerne le bâti réalisé entre 2000-2014.....	229
Figure 14 : Une partie du Maillage contenant les données d'apprentissage.....	229
Figure 15 : Les métriques de'evaluations	232
Figure 19 : l'importance des facteurs selon les modèles	235
Figure 20 : Les courbes ROC pour différents modèles de ML.	236

Liste des Tableau

Tableau 1 : Tableau des facteurs de concurrence foncière	88
Tableau 2 : Les Données Utilisées dans la Démarche d'Identification du Périurbain.....	132
Tableau 3 : Matrice de corrélation (Pearson)	140
Tableau 4 : Les données des pixels bâtis ASTER 2008 et les données de recensement RGPH2008	140
Tableau 5 : Liste des indicateurs retenues pour la classification du bâti	144
Tableau 6 : Seuillage de nombre d'habitant par strate (ONS, 2011).....	146
Tableau 7 : Les données issues de l'identification du bâti, comparées à celle de l'ONS	150
Tableau 8 : Matrice de corrélation de Pearson	150
Tableau 9 : Description des différentes bandes du l'image Landsat 5 Level 2, C2,T2.....	160
Tableau 10 : Les classes d'occupation du sol des données wordcover 2021 v200 de l'ESA	161
Tableau 11 : Echantillons d'entraînement et de validation de l'image Landsat 5 de 1989.....	161
Tableau 12 : Matrice de confusion de la classification par SVM de l'image Landsat 5.....	168
Tableau 13 : Superficie des différentes classes d'occupation du sol de 1990 de la zone d'étude ...	170
Tableau 14 : Superficie des différentes classes d'occupation du sol de 2021 de la zone d'étude ...	172
Tableau 15 : Les superficies totales des classes d'occupation du sol en 1990 et 2021	175
Tableau 16 : tableau de type de conversion interclasse	177
Tableau 17 : Population des communes en étude (source ONS)	180
Tableau 18 : Les causes effectifs et probables des nouveaux ilots urbains des communes d'études (Mostaganem , sayada, Hassi mameche, Mazagran) depuis 1990 jusqu'a 2021	183
Tableau 19 : Répartition générale des terres source : D.S.A (2021)	189
Tableau 20 : Répartition des terres agricoles (SAU) du secteur public et privé. source : DSA 2021	189
Tableau 21 : Répartition de la population par commune et par dispersion	194
Tableau 22 : densité de distribution (source : direction de la planification et suivi budgétaire 2010)	195
Tableau 23 : Précipitation moyennes et saisonnières par zone en mm	197
Tableau 24 : Températures mensuelles moyennes à la Station de Mostaganem en °C (2010-2024) Données ONM	198
Tableau 25 : Précipitations mensuelles - Station de Mostaganem au cours de la période 1981-2021 (source : Power Nasa)	198
Tableau 26 : situation de l'emploi à Mostaganem au 31/12/2019	206
Tableau 1 : Statistique sur les enquêtes effectuées dans la zone d'étude 2018-2019	217

Tableau 2 : Tableau des facteurs de concurrence foncière	222
Tableau 3 : Les données utilisées dans cette étude	225

Liste des sigles et abréviations

A.C.L - Agglomération Chef-lieu

A.S - Agglomération Secondaire

AADL - Agence nationale de l'amélioration et de développement de l'habitat

ACC - Accroissement

AEP - Alimentation en eau potable

AIC - Agglomération intercommunale / Agglomérations Intercommunales

ALSAT2B - Algerian Satellite 2B

APC - Assemblée Populaire Communale / Assemblée populaire communale

APFA - Accession à la propriété foncière agricole

APU - Agriculture périurbaine

ASTER - Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer

BSI - Bare Soil Index

CAPRA - Coopérative agricole de production de la révolution agraire

CENEAP - Centre National d'étude et d'analyse pour la population et le développement

CES - Coefficient d'emprise au sol

CNES - Centre national d'études spatiales

COS - Carte d'occupation de sol

DA - Dinars algérien

DAS - Domaine agricole socialiste

DCW - Direction du commerce de la wilaya

DMSP - Defense Meteorological Satellite Program

DSA - Direction des services agricoles

DSP - Direction de la santé publique

DUAC - Direction de l'urbanisme de l'architecture et de la construction

EAC - Exploitation agricole collective

EAI - Exploitation agricole individuelle

EOEP - Earth Observation Envelope Programme

ESA - European Space Agency

FAO - Organisation des nations unies pour l'alimentation

FNRDA - Fonds national de régulation du développement agricole

GEE - Google Earth Engine

HA - Hectares

HAB - Habitant

INCT - Institut National de Cartographie et de Télédétection

LULC - Land Use and Land Cover

MS - Multispectral

NASA - National Aeronautics and Space Administration

NDVI - Normalized Difference Vegetation Index

ONS - Office National des Statistiques

OSM - OpenStreetMap

PAPC - Président de l'assemblée populaire communale

PCA - Principal Component Analysis

PDAU - Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme

PMI - Petites et moyennes industries

PNDA - Plan national de développement agricole

POS - Plan d'occupation au sol

PUD - Plan d'urbanisme directeur

PU - Prédominance urbaine

RGPH - Recensement Général de la Population et de l'Habitat

SAT - Surface agricole totale

SAU - Surface agricole utile

SVM - Support Vector Machine

UTM - Universal Transverse Mercator

WGS - World Geodetic System

ZE - Zone éparse

ZHUN - Zone d'habitat urbain nouvelle

ZI - Zone industrielle

INTRODUCTION GENERALE

1. Introduction

L'expansion urbaine constitue l'un des principaux moteurs de la dynamique périurbaine, où les villes s'étendent au fil du temps pour intégrer les zones environnantes, créant ainsi des zones périurbaines (Fujita et al., 2001). Cette expansion est alimentée par des facteurs tels que la croissance démographique, les migrations urbaines et les politiques d'urbanisation (Burchell et al., 2002).

Une conséquence majeure de cette dynamique est le changement d'usage des terres, avec une transition des activités agricoles ou des espaces naturels vers des utilisations plus résidentielles, commerciales ou industrielles (Mcgranahan & Satterthwaite, 2003).

Les habitants des zones périurbaines adoptent souvent des modes de vie distincts de ceux des zones urbaines denses, avec un accès potentiel à plus d'espace et à un environnement naturel, bien que cela puisse être accompagné de défis tels que des temps de trajet plus longs pour accéder aux services urbains (Hillier, 2002).

Cette croissance périurbaine peut exercer des pressions sur les ressources naturelles et l'environnement, notamment en matière d'utilisation de l'eau, de gestion des déchets et de perte de terres agricoles et de zones naturelles (Seto et al., 2012).

Enfin, les besoins en infrastructures et services dans les zones périurbaines peuvent différer de ceux des zones urbaines denses, nécessitant souvent des ajustements dans la planification et la fourniture de services tels que les transports, l'eau, l'énergie et les soins de santé (Garreau, 1991).

2. Problématique

L'urbanisation rapide des villes a profondément transformé les espaces périurbains, ces zones de transition entre les centres urbains et les territoires ruraux. Cependant, délimiter précisément ces espaces reste un défi récurrent pour les chercheurs et les urbanistes. Ces territoires hybrides, mêlant des caractéristiques rurales et urbaines, sont difficiles à identifier clairement. La littérature scientifique peine à établir une méthode universelle pour définir et cartographier ces zones de manière cohérente et reproductible, car chaque contexte géographique, économique et social présente des particularités rendant l'application d'une méthode unique complexe.

Une des préoccupations majeures dans ces espaces concerne la concurrence foncière entre les zones urbaines et les terres agricoles. L'urbanisation, souvent non planifiée, s'étend aux dépens des terres agricoles périurbaines, provoquant la perte de milliers d'hectares de terres fertiles. Cette perte

constitue une menace sérieuse pour la sécurité alimentaire et la durabilité écologique des régions affectées. La ville de Mostaganem, en Algérie, illustre parfaitement cette dynamique, où l'urbanisation progresse progressivement sur les terres agricoles, soulignant ainsi la nécessité d'une étude approfondie des moteurs de cette concurrence.

Les causes de cette concurrence foncière doivent être précisément identifiées. Les espaces périurbains sont souvent très attractifs pour le développement immobilier en raison de leur proximité avec les centres urbains et de la plus grande disponibilité de terrain. Cette pression urbaine croissante entraîne la requalification des terres agricoles en terrains constructibles, un phénomène alimenté par des facteurs économiques, sociaux et politiques. Cependant, la planification urbaine actuelle peine à maîtriser cette expansion, rendant urgente la nécessité de trouver des outils plus efficaces pour identifier, délimiter et protéger ces zones périurbaines.

Mostaganem, ville en pleine expansion située dans le nord-ouest de l'Algérie, représente un cas d'étude idéal pour analyser cette concurrence foncière. Son urbanisation rapide menace directement les terres agricoles environnantes, essentielles à l'économie locale et à la sécurité alimentaire. Mostaganem offre ainsi un cadre propice pour comprendre les dynamiques périurbaines, évaluer les facteurs de pression sur le foncier agricole et proposer des solutions d'aménagement du territoire plus durables.

Un exemple révélateur de cette dynamique se trouve dans le développement de Mostaganem, où les espaces périurbains subissent une forte pression. Après l'indépendance, la ville et ses environs ont connu une croissance considérable, influencée par plusieurs facteurs tels que son potentiel touristique, son littoral, les phénomènes d'ensablement des terres agricoles, les ressources hydriques, le climat et les activités économiques (Yamani & Trache, 2020). De plus, des facteurs indirects, tels que le rôle universitaire de la ville et l'afflux de population venant des wilayas voisines pendant la saison estivale, contribuent également à cette dynamique périurbaine (Mostari et al., 2021).

3. Hypothèse

Nous formulons l'hypothèse que la combinaison des données géospatiales et des données de recensement démographiques permet de délimiter de manière objective, rigoureuse et reproductible les espaces périurbains, en minimisant le recours aux critères socio-économiques, souvent hétérogènes, subjectifs et difficilement exploitables de manière uniforme.

Dans un contexte où la pression urbaine sur les terres agricoles s'intensifie, notamment dans des villes comme Mostaganem, cette approche permettrait d'identifier avec précision les zones de transition entre l'urbain consolidé, les territoires ruraux, et les espaces périurbains en mutation. En mobilisant les outils de télédétection (tels que le NDVI pour la végétation, le NDBI pour le bâti), les systèmes d'information géographique (SIG), ainsi que des données vectorielles issues d'OpenStreetMap, et en les croisant avec des informations de recensement telles que la densité de population ou les types d'habitat, nous postulons que l'on peut produire une cartographie fiable et standardisée des dynamiques spatiales à l'échelle locale ou régionale.

Nous avançons également que les dynamiques d'extension des espaces périurbains peuvent être modélisées et anticipées à partir de l'analyse des changements survenus entre 2000 et 2014, en intégrant des facteurs comportementaux et décisionnels extraits d'enquêtes et de sondages réalisés auprès des acteurs du marché foncier local — en particulier les préférences des acheteurs (recherche de proximité aux services, accessibilité, cadre de vie, etc.) et les offres des vendeurs (type de terrain, localisation, statut juridique, prix). Ces données permettent de dégager des tendances et des logiques d'occupation du sol qui enrichissent la compréhension des processus d'étalement périurbain.

Cette double approche — fondée sur des données objectives (spatiales et démographiques) pour la délimitation, et sur des données subjectives mais explicites (enquêtes) pour la modélisation prospective — constitue une innovation méthodologique. Elle vise à fournir aux autorités locales des outils d'aide à la décision pour anticiper l'évolution de l'urbanisation, préserver les espaces agricoles menacés, et planifier de manière plus durable le développement territorial.

Enfin, cette hypothèse s'inscrit dans une démarche de transférabilité, en ce sens qu'elle propose une méthode reproductible dans d'autres contextes urbains ou régionaux confrontés à des dynamiques similaires de périurbanisation.

4. Structure de la Thèse :

Dans le premier chapitre, nous examinerons les recherches existantes dans la littérature mondiale et algérienne sur les espaces périurbains. Nous analyserons les conflits spatiaux et étymologiques qui les entourent, ainsi que les limites de la recherche actuelle, notamment en Algérie, en ce qui concerne l'utilisation des techniques de télédétection et d'autres approches. Il sera souligné que la recherche sur ces espaces en Algérie n'a pas dépassé certaines techniques de télédétection, telles que les études diachroniques, alors qu'ailleurs dans le monde, plusieurs tentatives de démarcation de ces zones, des études prospectives et des outils d'aide à la décision ont été réalisés. Les études socio-économiques ou purement géographiques constituent la majorité des recherches dans ce domaine, tant au niveau mondial qu'en Algérie.

Le deuxième chapitre aborde la complexité de la délimitation des espaces périurbains, souvent marquée par une ambiguïté soulignée dans la littérature. Bien que le terme soit largement utilisé par les chercheurs, les décideurs et le grand public, il manque souvent une définition précise, aussi bien sur le plan spatial qu'étymologique. Chaque pays propose sa propre conception de ces zones situées entre le rural et l'urbain, rendant difficile leur analyse cohérente. En Algérie, bien que différentes classifications aient été adoptées pour distinguer les zones urbaines, rurales et suburbaines, la délimitation du périurbain reste un défi, le terme étant parfois confondu avec "suburbain" sans précision spatiale suffisante.

Le troisième chapitre aborde les défis de l'agriculture périurbaine en Algérie, liés principalement aux enjeux fonciers, aux contraintes climatiques, à la croissance démographique et aux politiques étatiques. L'urbanisation rapide exerce une pression importante sur les terres agricoles périurbaines, réduisant leur superficie et menaçant la sécurité alimentaire locale. Ce chapitre met en lumière la nécessité d'une meilleure gestion et d'une protection accrue de ces espaces pour répondre aux besoins socio-économiques des populations tout en préservant les terres fertiles.

Le quatrième chapitre examine les dynamiques périurbaines pour élaborer des politiques de développement équilibré entre zones urbaines et périurbaines, en se concentrant sur l'évaluation et les effets de l'étalement urbain. Les méthodes traditionnelles de suivi urbain, comme les observations de terrain et les photographies aériennes, bien qu'efficaces, sont coûteuses et peu fréquentes. La télédétection et les SIG offrent une alternative moderne pour analyser l'expansion urbaine grâce aux images satellites et aux techniques de détection de changement, telles que la soustraction d'images et la rectification spatiale. Ce chapitre aborde les étapes de traitement des séries temporelles et les

stratégies d'analyse du bâti, visant à délimiter automatiquement et précisément les contours urbains, indépendamment des spécificités locales de chaque agglomération.

Le cinquième chapitre présente une application innovante de géotraitement et d'analyse spatiale visant à classer les zones en catégories "périurbaine", "urbaine" et "rurale" selon les critères de la réglementation algérienne, tels que la population totale, la distance aux centres urbains, l'isolement urbain, et la densité du réseau routier résidentiel. Cette méthode produit une typologie du bâti détaillée, distinguant les niveaux d'urbanisation (métropole, urbain supérieur, semi-urbain, agglomération rurale ou douar). Les résultats obtenus montrent une corrélation de 98 % avec les données de recensement, attestant de l'efficacité de cette approche.

Le sixième chapitre se concentre sur l'étude de la dynamique des terres agricoles périurbaines à Mostaganem, mettant en avant les transformations survenues au cours des trente dernières années. L'urbanisation rapide et désordonnée, alimentée par la pression démographique, entraîne une compétition croissante pour l'usage des sols, souvent au détriment des terres agricoles fertiles. Cette situation génère des conflits entre agriculteurs et promoteurs immobiliers, compromettant la sécurité alimentaire locale et nationale. L'application de la télédétection et des algorithmes de classification des images, comme Random Forest et Support Vector Machine, permet d'analyser les changements d'occupation des sols grâce aux données des satellites Landsat. Ces analyses offrent une compréhension approfondie des impacts de l'urbanisation sur les terres agricoles, fournissant des bases solides pour orienter les politiques de gestion territoriale et protéger ces espaces essentiels.

Le septième chapitre est divisé en deux parties : la première met en lumière les atouts et les contraintes de la ville de Mostaganem, tandis que la seconde développe une méthode d'aide à la décision pour identifier les terres agricoles périurbaines potentiellement urbanisables. L'objectif est de réaliser, à travers des techniques spatiales, une analyse multicritère pour cartographier ces terres dans la wilaya de Mostaganem. Cette cartographie vise à servir d'outil aux décideurs locaux, afin de mieux planifier les projets urbains tout en préservant les terres agricoles à fort potentiel de production.

Dans ce manuscrit, nous nous attarderons sur l'étude de l'activité périurbaine dans les zones côtières de l'ouest algérien, en mettant en lumière la ville de Mostaganem et ses environs immédiats. Notre approche sera principalement basée sur l'utilisation de la géomatique, faisant appel aux données géospatiales, aux outils de télédétection et aux systèmes d'information géographique. Nous enrichirons cette démarche par l'intégration de données terrain, de recensements et d'enquêtes,

constituant ainsi une méthode robuste pour vérifier et valider nos résultats en accord avec la réalité du terrain.

5. Cadre d'étude :

1.1. Présentation du cadre de l'étude : la wilaya de Mostaganem

Située dans le Nord-Ouest de l'Algérie, la région de Mostaganem s'étend sur 2 269 km² et bénéficie d'un littoral de 120 km. Elle est bordée à l'Est par les wilayas de Chlef et Relizane, au Sud par Mascara et Relizane, à l'Ouest par Oran, et au Nord par la mer Méditerranée. Les coordonnées géographiques de la région s'étendent entre 0°8' Ouest et 0°46' Est, et entre 35°37' Nord et 36°29' Nord (INCT, 2020). Le climat de Mostaganem est de type semi-aride, marqué par des hivers doux et des précipitations annuelles comprises entre 350 mm et 400 mm (ONM, 2021). Le paysage est dominé par les Monts Dahra et le plateau de Mostaganem. (*Figure 1*)

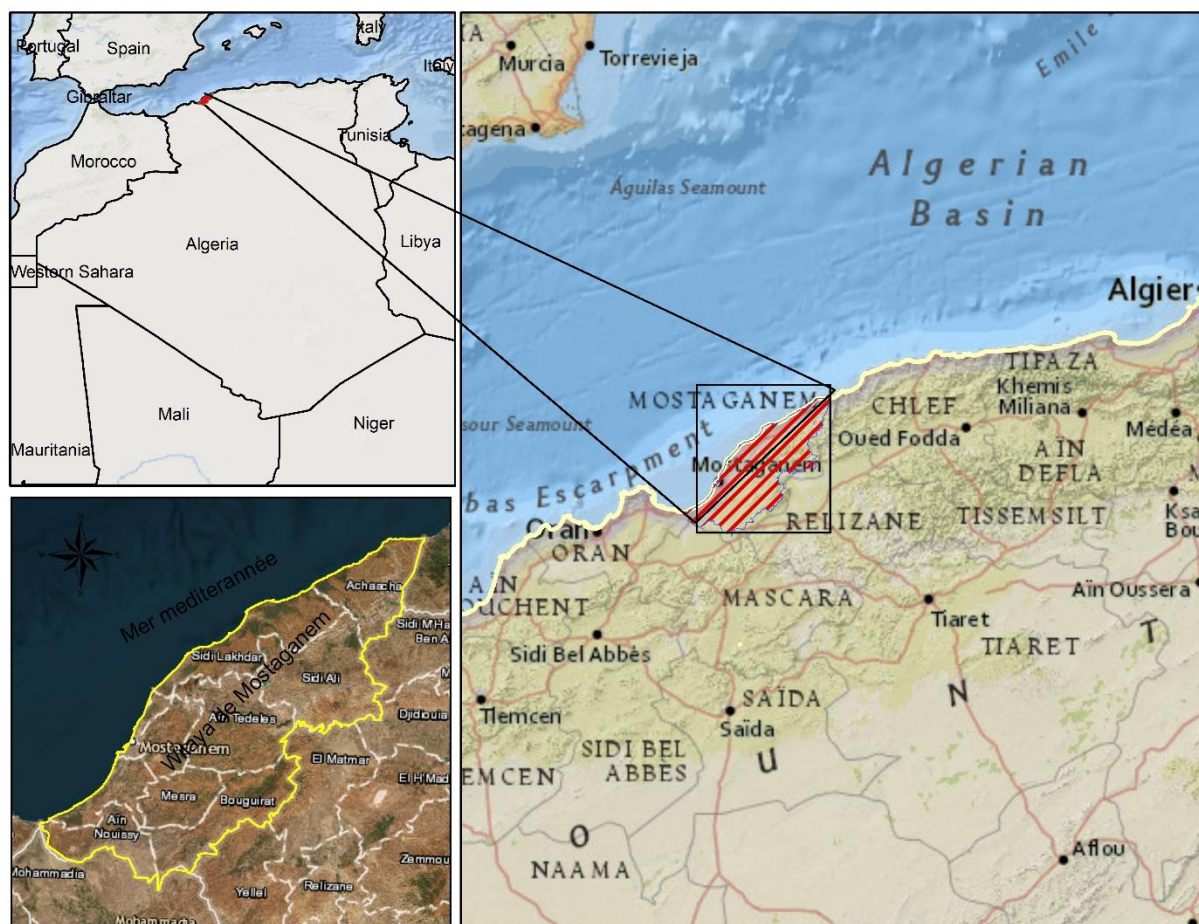


Figure 1 : le périmètre d'étude la commune de Mostaganem et ses communes limitrophes

La population de la région a connu une croissance notable, passant de 504 991 habitants en 1991 à 737 118 en 2008, avec un taux de croissance annuel de 1,7 % entre 1998 et 2008. La densité de population s'élève à 333 habitants par km² (ONS, 2008b).

Mostaganem est le deuxième port de l'Oranie et se situe à 80 km au nord-est d'Oran, au sud de l'embouchure du Chélif, le plus grand fleuve d'Algérie (Chaker, 2004). La ville se trouve sur un relief côtier qui sépare une étroite bande littorale d'un plateau grés-sableux appelé le plateau de Mostaganem. Ce plateau est limité à l'Est par les djebels Ennaro et Bel Hacel, à l'Ouest par une crête côtière, au Nord par la vallée du Chélif, et au Sud par la plaine des Bordjias.

La plaine des Bordjias, au Sud, présente une variation d'altitude significative, allant de 180 à 50 mètres. La flexure géologique est localisée au nord des localités d'Aïn Sidi Cherif, Mesra, et Blad Touahria.

Caractéristiques physiques et administratives de la wilaya de Mostaganem

Elle inclut plusieurs unités physiques homogènes :

- **Le cordon littoral**, formé de sables mobiles et de dunes, constitue les plages et la côte de la wilaya.
- **Les Monts Dahra**, à l'Est, sont une chaîne montagneuse dont les sommets varient entre 300 et 550 m. Cette région est marquée par un relief accidenté, traversé par de nombreux cours d'eau intermittents, avec des pentes comprises entre 12 et 25 %.
- **Les collines côtières**, à l'Ouest, sont des piémonts des Monts Dahra, avec des altitudes entre 150 et 300 m, et des pentes allant de 3 à 12 %. Elles sont traversées par trois oueds importants.
- **Le plateau de Mostaganem** présente un relief ondulé qui descend vers la plaine d'El Habra et le golfe d'Arzew. Ce plateau surplombe la mer et le bas Chélif par une falaise de 150 à 200 m au Nord et au Nord-Ouest, avec des altitudes de 200 à 250 m et des pentes entre 3 et 25 %.
- **Les plaines de l'Est**, situées au pied des Monts Dahra, de part et d'autre de l'Oued Chélif.
- **Les plaines de l'Ouest**, au pied du plateau, chevauchant les marais de la Macta. Cette unité appartient à la grande plaine sublittorale d'El Habra, dont elle est le prolongement vers le Nord, avec des altitudes inférieures à 50 m et des pentes n'excédant pas 3 %.

Ces unités physiques sont regroupées en quatre grandes catégories : le plateau de Mostaganem, les Monts Dahra, les plaines de l'Ouest, et les plaines de l'Est avec la vallée du Chélif.

Dans le cadre du Schéma de l'Espace de Programmation Territoriale (SEPT) pour la région Nord-Ouest, qui inclut les wilayas de Chlef, Relizane, Mascara, Sidi Bel Abbes, Tlemcen, Aïn Temouchent, Oran et Mostaganem, cette dernière est intégrée à l'aire métropolitaine d'Oran. Le développement de la wilaya de Mostaganem repose sur trois axes stratégiques :

- Un pôle agricole lié aux périmètres irrigués de Mascara et Relizane,

- Un pôle touristique mettant en valeur le tourisme balnéaire et renforçant la position de l'espace Nord-Ouest,
- Un pôle de services centré sur les infrastructures portuaires de dimension nationale et internationale.

Chapitre I : État de l'art sur les études périurbaines

1. Introduction

Dans la littérature on trouve plusieurs études qui ont étudié la dynamique périurbaine en générale et l'agriculture périurbaine, par une approche géographique ou par une approche géomatiques impliquant les techniques de télédétection, les SIG et l'imagerie satellitaires.

Dans ce qui suit nous allons passer aux cribles ces recherches et résumer les travaux qui ont été faite dans le monde et en Algérie.

Le thème central de notre thèse porte sur "l'activité agricole périurbaine dans les environnements côtiers de l'ouest algérien : développement, maintien, régression à travers une approche géomatique". L'objectif principal est d'analyser la dynamique de l'activité agricole périurbaine en utilisant des techniques telles que la télédétection, l'imagerie spatiale et les systèmes d'information géographique, permettant ainsi d'étudier le passé, le présent et de prédire l'avenir de cette activité. Notre zone d'étude se concentre sur les milieux littoraux de l'ouest algérien, avec une tentative de quantification des changements et d'établissement des liens entre la dynamique agricole périurbaine et les acteurs impliqués dans ces environnements.

L'agriculture à proximité des zones urbaines a récemment gagné en reconnaissance pour ses contributions économiques, sociales et environnementales. Cependant, les processus complexes de l'urbanisation rapide et de la restructuration agricole mondiale, opérant à différentes échelles, mettent en péril la pérennité de l'agriculture périurbaine (Wästfelt & Zhang, 2016).

La recherche actuelle sur l'agriculture périurbaine connaît un regain d'intérêt, explorant son rôle alimentaire dans les pays du Sud (Orsini et al., 2013) et sa multifonctionnalité dans les pays du Nord (Donadieu & Fleury, 1997). Au Maghreb, en particulier en Algérie, l'accent est mis sur les problématiques urbaines. L'agriculture périurbaine, souvent négligée, est abordée en considérant les conflits fonciers (Bendjaballah Boudemagh, 2013; Boudjenouia et al., 2006; Elloumi, 2011; H. M. Maachou & Otmane, 2016).

La littérature comporte plusieurs études explorant la dynamique périurbaine en général et l'agriculture périurbaine, en utilisant des approches géographiques ou géomatiques impliquant la télédétection, les SIG et l'imagerie satellitaire. Dans la suite, nous examinerons ces recherches, résumant les travaux réalisés à l'échelle mondiale et en Algérie.

Avant de présenter un état de l'art sur les travaux existants concernant l'activité agricole dans les milieux périurbains, il est impératif de définir les termes clés tels que littoral et agriculture périurbaine.

Définition Littoral :

Le littoral, défini comme la bande de terre entre une étendue maritime et la terre ferme, le continent, ou l'arrière-pays, suscite une difficulté de détermination précise en raison des multiples concepts qui le caractérisent, tels que les aspects géographiques, géomorphologiques, océanographiques, biologiques, juridiques et populaires.

La définition du littoral peut évoluer en fonction du contexte. En accord avec la loi régissant le littoral algérien, cette zone est spécifiquement délimitée comme une bande s'étendant sur trois kilomètres à partir du trait de côte. Cette variabilité dans les définitions souligne l'importance de considérer le cadre légal et les spécificités locales lors de l'étude des milieux littoraux.

Définition des zones périurbaines

Jusqu'à présent, la caractérisation des zones périurbaines a impliqué l'utilisation de méthodes à la fois qualitatives et quantitatives. Du point de vue qualitatif, (Webster & Muller, 2002) ont classifié les zones périurbaines en zones périurbaines internes et externes. La première catégorie englobe la région située à moins de 50 km du centre-ville, définie comme la zone périurbaine intérieure. (Donadieu & Fleury, 1997) adoptant une approche similaire, identifient les zones périurbaines comme des zones présentant certaines caractéristiques urbaines sans être encore officiellement reconnues comme villes. Cela englobe les zones à l'interface entre le rural et l'urbain, les petites villes, les cantons et les villages dotés d'industries non agricoles développées.

En ce qui concerne les méthodes d'analyse quantitative, (Heikkila et al., 2003) ont établi des approches basées sur des techniques mathématiques telles que les ensembles flous et l'entropie pour mesurer et décrire les zones périurbaines typiques en Chine, en Asie du Sud-Est et d'autres régions connaissant une urbanisation rapide. Bien que la méthode qualitative soit plus approximative, la méthode quantitative, reposant sur les caractéristiques d'utilisation des terres, est considérée comme plus précise. Cependant, l'absence de données statistiques socio-économiques appropriées représente un défi pour la réalisation d'études futures. (Tian et al., 2017)

Définition : Agriculture périurbaine :

L'agriculture périurbaine est communément définie comme l'activité agricole entreprise aux marges des zones urbaines. Il n'existe pas de définition universellement acceptée, le terme étant généralement dépendant du contexte et des variables opérationnelles. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, l'agriculture périurbaine englobe "les pratiques agricoles dans et autour

des villes qui entrent en compétition pour les ressources (terre, eau, énergie, main-d'œuvre) pouvant être utilisées à d'autres fins par la population urbaine." (D.L. Iaquina & A.W. Drescher, s. d.)

Le qualificatif "périurbain" attribué à l'agriculture, bien que difficile à définir en termes de géographie, densité de population, pourcentage de main-d'œuvre agricole, ou toute autre variable, est souvent utilisé pour décrire les zones situées le long du continuum urbain-rural. Ces endroits incarnent un paysage dynamique et des changements sociaux, et sont fréquemment évoqués dans les discussions sur l'expansion urbaine.

2. Recherche bibliographique

Dans le cadre de notre recherche bibliographique, une exploration initiale de la littérature scientifique a été entreprise en utilisant diverses bases de données telles que ScienceDirect, Google Scholar, CAIRN, revues.org, Persée, érudit, ainsi que le moteur de recherche public Google. Une liste de mots clés, non exhaustive, a été constituée, et des combinaisons de mots clés ont été effectuées en utilisant les opérateurs logiques (ET, OU). Ces recherches ont été menées en français et en anglais.

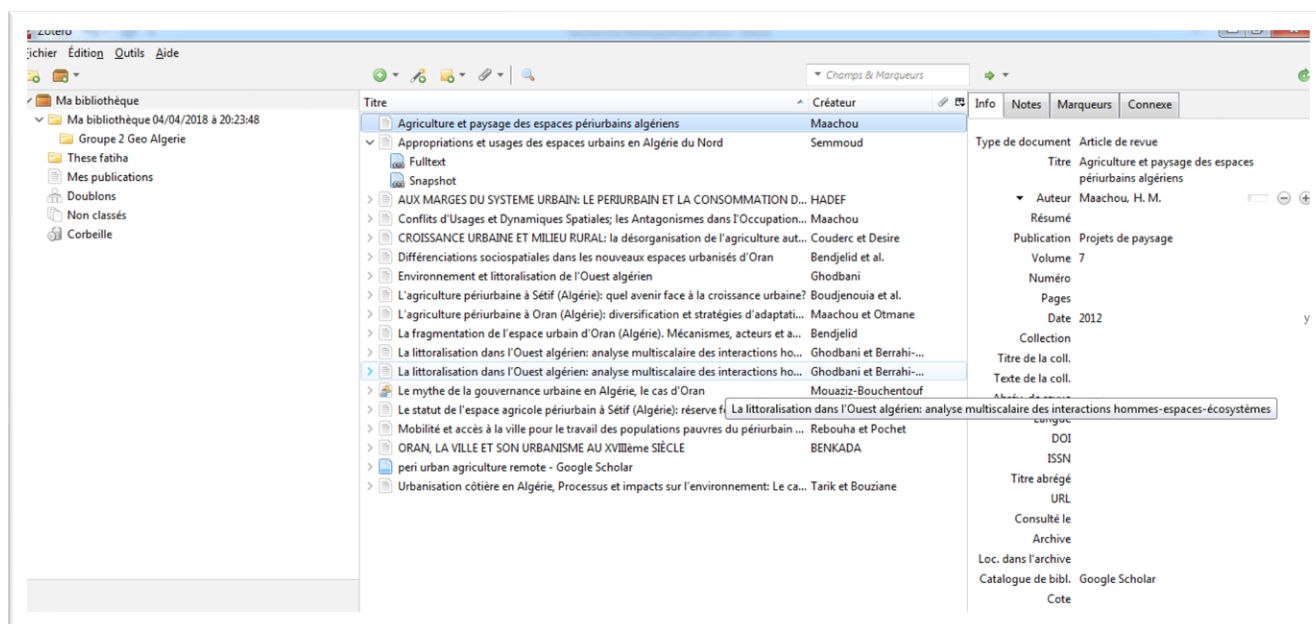


Figure 2 : Interface de l'application Zotero pour la gestion des références bibliographique

Les premiers résultats ont généré des centaines de travaux de recherche couvrant divers domaines tels que la géographie, les techniques spatiales, l'urbanisme, voire même l'architecture. Un examen rapide de ces travaux a révélé que chaque domaine abordait la problématique de l'agriculture périurbaine selon sa propre perspective. Notre intérêt particulier réside dans une approche géographique basée sur des enquêtes de terrain, des techniques de télédétection, ou idéalement, une combinaison des deux.

Pour affiner notre recherche, nous avons restreint nos requêtes à des mots clés spécifiques tels que "agriculture périurbaine", "agriculture périurbaine télédétection OU SIG". Ces requêtes ont conduit à une liste restreinte d'articles, de thèses, de rapports et de mémoires. Pour une gestion efficace de la bibliographie, nous avons utilisé le logiciel libre *Zotero* (Figure 2).

Il convient de noter que même les travaux abordant l'urbanisation ou la littoralisation et mentionnant l'agriculture périurbaine de manière superficielle ont été inclus, en raison de la relation immédiate entre les terres agricoles périurbaines et ces phénomènes.

Les résultats de notre recherche documentaire ont mis en lumière plusieurs travaux à l'échelle mondiale, avec une prédominance en nombre, ainsi qu'un certain nombre de travaux pour l'Algérie. La recherche sur internet a permis de recenser plus de 90 articles scientifiques et une dizaine de thèses, mémoires et rapports scientifiques datant de 1988 à 2017.

Après avoir examiné rapidement ces documents, nous les avons classés en deux grandes catégories, subdivisées en plusieurs sous-catégories :

Première catégorie : Travaux fondés sur une approche purement géographique

1. Travaux réalisés à l'échelle mondiale :
 - 17 articles directement liés au sujet, dont 2 thèses, ainsi que 20 articles indirectement concernés.
2. Travaux réalisés en Algérie :
 - 7 articles directement liés au thème de recherche, accompagnés de 17 articles indirectement liés.

Deuxième catégorie : Travaux réalisés suivant une approche géomatique

1. Travaux réalisés à l'échelle mondiale :
 - 11 articles directement en lien avec l'agriculture périurbaine, ainsi que 15 articles indirectement liés.
2. Travaux réalisés en Algérie :
 - 3 articles, accompagnés de 2 mémoires de Magister.

2.1. La première catégorie (une approche purement géographique) :

2.1.1. Études à l'échelle mondiale :

(Wästfelt & Zhang, 2016) explorent la relation entre les lieux et l'agriculture, en se concentrant sur la manière dont les familles fermières parviennent à maintenir leurs activités agricoles dans les zones

périurbaines. Contrairement à d'autres recherches sur l'agriculture périurbaine, souvent centrées sur la ville, cette étude adopte une perspective rurale et axée sur le lieu, se basant sur des théories de la localisation agricole.

Les auteurs ont effectué des analyses statistiques et spatiales des changements d'utilisation des terres. Des entretiens avec des agriculteurs et des autorités locales ont également été menés pour comprendre les processus et les moteurs du changement agricole local. Les résultats mettent en évidence quatre processus simultanés contribuant à la diversité des formes d'agriculture entre les exploitations, notamment les changements structurels, la perte de terres agricoles due à l'expansion urbaine, la spécialisation des activités agricoles sur place, et une tendance à la spécialisation des activités agricoles.

Les découvertes soulignent plusieurs points importants dans la théorie de la localisation agricole, dont la production spécialisée bénéficiant de la localisation périurbaine, une tendance inversée au modèle de transport de von Thünen favorisée par la proximité des consommateurs urbains, l'amélioration de l'avantage concurrentiel par la réduction des coûts de main-d'œuvre facilitée par la relation directe avec les consommateurs en périphérie urbaine, et les conflits potentiels générés par l'agriculture multifonctionnelle en zones périurbaines.

Les auteurs recommandent aux décideurs politiques d'adopter une approche de gouvernance sensible à la localisation de l'agriculture pour revitaliser les zones périurbaines.

2.1.2. Études en Algérie :

(H. M. Maachou, 2012) décrit les défis auxquels est confrontée la ville d'Oran en raison de son expansion urbaine et du développement économique de ses zones rurales périurbaines. Cette croissance urbaine a entraîné une pression importante sur les terres agricoles, lesquelles se retrouvent coincées entre le centre-ville et les zones résidentielles en périphérie. Cette situation a conduit à une diminution du nombre d'agriculteurs et de terres cultivées, en raison de la perte de productivité et de la transition vers des formes moins intensives d'agriculture.

L'article met en lumière le risque de disparition progressive du paysage rural au profit d'une urbanisation croissante, impactant ainsi la qualité du paysage et la production agricole. Il souligne également les conséquences de ce processus sur l'environnement et la nécessité d'une réflexion sur la préservation de l'espace rural et la revitalisation des activités agricoles.

En mettant en avant le cas spécifique d'Oran, l'article contribue au débat plus large sur l'urbanisation non maîtrisée en Algérie et ses impacts sur l'agriculture périurbaine, la propriété foncière et le paysage rural.

(Semmoud, 2009) examine les dynamiques d'appropriation et d'utilisation des espaces urbains à travers l'exemple de l'Algérie, en se concentrant particulièrement sur les modes d'habitation et les interactions entre l'espace privé et l'espace public. L'étude explore comment ces pratiques se manifestent à travers l'adaptation des logements aux besoins des habitants, les diverses utilisations de l'espace public, ainsi que la manière dont les normes officielles sont contournées.

Ces pratiques témoignent à la fois des traditions culturelles enracinées et des stratégies résidentielles et économiques visant à s'aligner sur le modèle urbain universel. L'article vise à analyser et à interpréter ces phénomènes dans le contexte spécifique de l'Algérie, tout en contribuant à une réflexion plus large sur les modes de vie urbains et l'interaction entre les individus et leur environnement bâti.

(HADEF, 2011) vise à mettre en lumière le phénomène de périurbanisation, particulièrement observé depuis les années 1970, et à analyser ses conséquences sur les relations traditionnelles entre les zones urbaines et rurales. L'article souligne l'extension sans précédent de l'espace entre les marges urbaines et les frontières rurales, ainsi que la transformation des espaces ruraux et périurbains en terrains de construction ou en zones agricoles menacées.

En se concentrant sur Skikda, une ville algérienne, l'article met en évidence les effets néfastes de l'urbanisation sauvage, notamment la consommation des terres agricoles et la dégradation environnementale. En identifiant des mots-clés tels que "urbanisation", "périurbanisation" et "consommation du foncier agricole", l'article cherche à attirer l'attention sur les enjeux de l'expansion urbaine non contrôlée et ses impacts sur l'agriculture et l'environnement.

(H. Maachou, 2008) met en évidence le phénomène d'urbanisation en expansion en Algérie, tant sur les côtes que dans les terres, ainsi que le long des axes de transport, avec quatre fois plus de villes aujourd'hui qu'il y a un siècle. L'article souligne le succès des villes algériennes dans leur région, dynamisant ainsi l'économie régionale, voire nationale. Cependant, cette urbanisation intensive engendre des conséquences environnementales graves, notamment la pression croissante sur les terres agricoles, surtout aux abords des grandes agglomérations.

Malgré la disponibilité d'une gamme d'outils pour les collectivités locales, l'inefficacité de leur utilisation soulève des questions sur le partage des responsabilités entre les différents acteurs. L'étude de cas portant sur l'agglomération oranaise vise à mettre en lumière les changements survenus au

cours des dernières décennies, en examinant le processus d'expansion d'une grande ville sur son espace périphérique. L'objectif est également de sensibiliser à l'importance de préserver les ressources agricoles autour des grandes villes.

(Désiré & Couderc, 1975) soulignent l'impact de la croissance urbaine et industrielle en Algérie sur la dégradation rapide des espaces ruraux de qualité, en particulier dans les domaines autogérés, comme illustré par la plaine entre Oran et Arzew. Cette croissance entraîne non seulement la conversion des terres agricoles, mais aussi la perte d'accès à l'eau et à la main-d'œuvre agricole. En conséquence, seuls les travailleurs âgés et peu qualifiés restent sur ces domaines, tandis que la productivité agricole diminue progressivement.

Une typologie des exploitations agricoles, basée sur une matrice ordonnée, est utilisée pour analyser le comportement des domaines et leur sensibilité variable à cette dégradation.

(Bendjelid, 2004) examinent la croissance urbaine rapide de l'agglomération oranaise, caractérisée par l'émergence de plusieurs noyaux habités, qu'ils soient planifiés ou non, fragmentant ainsi l'espace périurbain. Ce phénomène s'accompagne d'un desserrement géographique et démographique vers la périphérie, avec une forte accélération de la mobilité résidentielle intra-urbaine dans les années 1990.

La municipalisation des terres au profit des communes, initiée en 1974, a été au cœur des enjeux fonciers impliquant divers acteurs, ce qui a donné lieu à une configuration fragmentée de l'espace métropolitain oranais. Les terrains publics nouvellement occupés ont été investis par des ménages urbains, bien que des populations rurales aient également participé à cette mobilité, encouragées par l'insécurité des campagnes durant la décennie 1990.

Les fragments périurbains souffrent d'une insuffisance en termes de viabilisation et d'équipements collectifs, bien que des structures commerciales privées commencent à organiser l'espace grâce à l'émergence de petites centralités périphériques. L'utilisation des centres commerciaux des quartiers du Centre-Ville et de Médina-Jdida varie en fonction de la localisation des noyaux habités, mais les habitudes sociales liées à la fréquentation commerciale semblent persister pour les populations résidant en périphérie. Bien que la différenciation géographique soit établie, la différenciation sociale semble encore peu marquée au sein de l'espace périurbain.

(Bendjelid, 1998) présente une étude visant à évaluer la fragmentation des habitats, tant légale qu'illégale, dans les environs d'Oran. L'auteur analyse les causes de cette fragmentation résultant des politiques urbaines en cours. En remettant en question les stéréotypes, l'étude met en évidence les différences dans les normes d'équipement entre les différents fragments.

Enfin, basé sur les études disponibles, les observations et le suivi des dynamiques urbaines, Bendjelid recommande des mesures urgentes pour intégrer ces fragments dans une politique d'urbanisme, afin de faciliter une meilleure gestion de la métropole d'Oran.

(Semmoud & Ladhém, 2015) examinent les changements en cours dans les espaces ruraux périurbains des principales villes algériennes, influencés par trois facteurs combinés : l'ouverture libérale, la redistribution des revenus pétroliers et l'évolution des zones urbaines et des marchés. La diversité et les disparités de ces espaces sont illustrées par des exemples de la Mitidja centrale (entre Blida et Alger) et de la région d'Oran.

L'approche de l'étude, qui repose sur des entretiens non directifs et des récits de vie avec des anciens et de nouveaux agriculteurs, met en lumière les changements récents tels que la fragmentation agraire, les transactions foncières, l'intensification de l'agriculture, les évolutions dans les modes de tenure, et la dépendance envers un marché urbain déréglementé. Ces changements soulignent les vulnérabilités agraires, les différentes stratégies d'ajustement dynamique adoptées par certains, ainsi que l'inertie et la fragilité observées chez d'autres.

L'expansion urbaine, soutenue par le financement de l'État et structurée par des acteurs urbains privés, joue un rôle significatif dans ce processus, avec un déploiement agricole par l'intensification qui apparaît comme hétérogène, fragile et peu respectueux de l'environnement.

2.2. La deuxième catégorie (Approche : SIG et Télédétection et Prospective)

2.2.1. Etudes à l'échelle mondiale :

(Thapa & Murayama, 2008) présentent une méthodologie intégrée combinant le processus analytique hiérarchique (AHP) et les systèmes d'information géographique (SIG) pour évaluer les terres destinées à l'agriculture périurbaine, en utilisant la province de Hanoï, au Vietnam, comme étude de cas. Dans cette région, l'agriculture périurbaine est en transition de l'agriculture traditionnelle vers des cultures commerciales modernes.

L'étude a impliqué une enquête sur le terrain avec des discussions de groupe ciblées pour collecter des données sur le sol, l'utilisation des terres, les ressources en eau, le réseau routier et le marché, qui ont été identifiés comme des facteurs clés affectant l'agriculture périurbaine. Ces données ont été intégrées dans un SIG pour créer des cartes représentant chaque facteur, avec différents critères logiques.

La méthode AHP a été utilisée pour attribuer des poids de priorité à chaque facteur, puis les cartes ont été combinées pour produire une carte de pertinence. Cette carte a servi à classer les terres en fonction

de leur appropriabilité pour l'agriculture périurbaine, en distinguant les terres hautement appropriées, moyennement appropriées, peu appropriées et inappropriées.

Cette approche offre un cadre d'évaluation foncière rentable et rapide, qui peut s'avérer précieux pour les décideurs politiques, les urbanistes et les chercheurs travaillant dans les pays en développement.

(Debolini et al., 2015) visent à développer une méthodologie pour cartographier la concurrence foncière dans les zones périurbaines, en se concentrant sur la vulnérabilité des terres agricoles à l'urbanisation. L'étude repose sur une analyse multicritère basée sur un système d'information géographique (SIG), appelée GIS-MCDA.

Les indicateurs utilisés proviennent d'une analyse des facteurs de concurrence foncière dans la région périurbaine de Meknès, au Maroc, en tenant compte de ses caractéristiques agricoles et des récents changements dans l'utilisation des terres et la propriété foncière. L'étude révèle un risque élevé de concurrence foncière dans 37 % de la zone étudiée, avec un risque très élevé dans 16 % de celle-ci, principalement dans la partie sud de la région, considérée comme la plus précieuse en termes de production agricole.

La carte développée est proposée comme un outil préliminaire pour guider les nouvelles stratégies de planification visant à gérer la concurrence foncière dans les zones rurales-urbaines. Cette approche est particulièrement utile dans les pays en développement où les données sont souvent limitées, offrant ainsi une méthodologie simplifiée pour obtenir des indicateurs spatialisés des facteurs de concurrence foncière.

(Saksena et al., 2014) présentent un projet visant à établir une classification urbaine pour le Vietnam en utilisant des données du recensement national et de télédétection. Cette classification a pour objectif de distinguer les zones rurales, périurbaines, urbaines et urbaines en noyau. Les facteurs naturels et humains, tels que le revenu agricole, la superficie des terres agricoles et des forêts, les habitations avec assainissement moderne et l'indice de végétation, sont intégrés dans un modèle quantitatif.

Les résultats indiquent qu'en 2006, 71 % des communes vietnamiennes étaient rurales, 18 % périurbaines, 3 % urbaines et 4 % urbaines en noyau. Une partie des communes classées comme périurbaines par le modèle avaient été initialement classées comme rurales par le gouvernement vietnamien. Environ 7 % de la superficie du Vietnam et 13 % de sa population vivent dans des zones périurbaines. Trois types de lieux périurbains sont identifiés : ceux en périphérie des grandes villes, le long des autoroutes, et associés à l'administration provinciale ou à des projets industriels.

La classification est validée par des observations sur le terrain, des analyses de données de lumière nocturne et un examen des réseaux routiers. Ce modèle fournit un moyen rapide d'évaluer la nature rurale ou urbaine des zones, afin d'aider les planificateurs à identifier les zones rurales en rapide évolution nécessitant des investissements dans la construction, l'assainissement, les infrastructures.

(Tian et al., 2017) examinent l'expansion des zones périurbaines et leurs caractéristiques socioéconomiques depuis 1990 jusqu'à 2009. L'étude se concentre sur l'essor de la périurbanisation dans les régions développées de la Chine, avec un accent particulier sur Shanghai. En utilisant des données issues de satellites Landsat TM et des enquêtes sur le terrain, elle analyse les modifications dans l'utilisation des terres dans les zones périurbaines.

Les résultats indiquent une expansion significative des terres non agricoles, principalement dédiées à l'industrie, entraînant une perte importante de terres cultivables et forestières. L'analyse se penche ensuite sur les forces motrices de ces changements, mettant en avant le rôle prépondérant de la croissance planifiée par l'État par rapport aux initiatives de développement spontané.

Selon l'étude, la planification urbaine joue un rôle vital en régulant l'espace pour répondre à la croissance démographique et économique croissante. Elle vise également à encourager la croissance spatiale pour attirer des investissements étrangers.

En somme, l'étude démontre l'impact significatif de la périurbanisation sur l'utilisation des terres à Shanghai, mettant en lumière les tensions entre la croissance dirigée par l'État et les dynamiques de développement local.

(Pulighe & Lupia, 2016) examinent le développement croissant de l'agriculture urbaine (AU) à Rome, soulignant ses impacts positifs sur l'accès aux aliments frais, la préservation de la biodiversité agricole, ainsi que sur les aspects sociaux et culturels. Cependant, ils notent le manque d'efforts pour cartographier de manière exhaustive les zones d'AU dans la ville.

Pour combler cette lacune, l'article propose un cadre conceptuel et une méthodologie pour cartographier l'AU à Rome en utilisant des techniques d'observation de la Terre, en particulier la photo-interprétation et les services de cartographie web tels que GoogleEarth et Microsoft Bing Maps. Cette approche intégrée permet une détection plus précise des sites d'AU, facilitant ainsi la définition des types d'utilisation des terres et des typologies d'AU.

L'article soutient que cette méthode, fondée sur l'intégration de services de cartographie web, est rentable par rapport aux méthodes traditionnelles de traitement d'images de télédétection commerciales. En créant un inventaire des zones d'AU, les autorités peuvent mieux comprendre les

interactions entre les activités agricoles et l'environnement urbain, et élaborer des politiques de gestion plus informées pour les espaces verts et vacants en milieu urbain.

(Kontgis et al., 2014) mettent en évidence l'importance croissante de la périurbanisation à l'échelle mondiale, en particulier dans les pays en développement, ainsi que ses impacts significatifs sur divers aspects socio-économiques et environnementaux. L'étude combine des données de recensement vietnamiennes, des images satellites Landsat sur une période de 22 ans et des mesures spatiales pour analyser l'urbanisation et la périurbanisation dans la région métropolitaine de Ho Chi Minh-Ville.

Les résultats montrent une conversion importante des terres agricoles en zones urbaines, une augmentation significative de la population et une urbanisation rapide et non planifiée dans les zones périurbaines. Près d'un tiers de l'expansion urbaine se produit à plus de 40 km du centre-ville, avec une forte croissance démographique dans les communes périurbaines. Cette croissance est liée à des politiques visant à stimuler l'investissement étranger, et les zones périurbaines devraient continuer à attirer une grande partie de cet investissement.

En résumé, la périurbanisation a des implications majeures pour les régions en développement, soulignant l'importance de comprendre ce processus pour une planification urbaine efficace, un développement économique et une gestion durable des ressources.

(Kar et al., 2018) se concentrent sur la ville de Nagpur, dans l'État du Maharashtra, en Inde, en utilisant des données historiques de cartographie urbaine ainsi que des données satellitaires du satellite Landsat 5 Thematic Mapper pour les années de référence. L'étude emploie la technique d'analyse d'image basée sur les objets (OBIA) en utilisant le logiciel eCognition, conjointement avec des feuilles topographiques dans un Système d'Information Géographique (SIG).

Les résultats révèlent une expansion significative de la zone urbaine de Nagpur au cours des décennies, passant d'une superficie initiale à une surface bien plus étendue en 2010. Cette expansion est principalement attribuée à la croissance démographique naturelle ainsi qu'à la migration des villages vers la ville en quête d'éducation, d'emploi et de meilleures conditions de vie. Une quantité considérable de terres a été convertie pour répondre aux besoins de logement et d'industrie, principalement à partir de terres agricoles. Malgré cette expansion urbaine, la superficie des plans d'eau a légèrement augmenté, représentant une petite fraction de la superficie géographique totale.

L'analyse de l'étalement urbain révèle une croissance significative dans les parties est, sud et sud-ouest de la ville. Ces résultats fournissent des informations cruciales pour surveiller les changements d'utilisation des terres et de la couverture des terres, facilitant ainsi une gestion durable de l'environnement urbain de Nagpur. L'étude souligne également le potentiel des données satellitaires

temporelles et des techniques SIG dans l'analyse des dynamiques spatio-temporelles du paysage urbain et périurbain pour une gestion des ressources foncières plus durable.

(Abass et al., 2018) examinent les impacts de la périurbanisation sur les terres arables dans la métropole de Kumasi. L'étude utilise des images satellitaires pour suivre les changements d'utilisation des terres sur une période de trente ans. Les principaux résultats montrent une augmentation significative de l'utilisation des terres urbaines, accompagnée d'une diminution des terres arables, avec une corrélation positive entre la taille des terres arables et la production agricole.

Les recommandations mettent en avant la nécessité d'une législation et de normes pour guider le développement urbain conformément aux principes de durabilité, ainsi que des mesures pour préserver les terres arables et promouvoir la production alimentaire. En mettant en lumière les défis posés par l'expansion urbaine sur les terres agricoles, l'étude souligne l'importance de la planification et de la réglementation pour assurer la durabilité et la sécurité alimentaire à long terme.

(Palchoudhuri et al., 2018) se concentrent sur l'utilisation de la télédétection pour cartographier les types de cultures à Coalville, au Royaume-Uni, en utilisant des données provenant des images WorldView-3 et Sentinel-2, acquises entre avril et juillet de l'année d'étude. Trois indices de végétation ont été calculés à partir des bandes spectrales des images, notamment l'indice de végétation à différence normalisée (NDVI), l'indice de végétation à différence normalisée verte (GNDVI) et l'indice de végétation ajusté au sol (SAVI).

Pour classifier les types de cultures, une approche supervisée a été adoptée, basée sur des données de référence collectées sur le terrain. Deux algorithmes de classification, Random Forest (RF) et Decision Tree (DT), ont été appliqués pour cette classification. Les résultats de la classification ont été comparés aux données de terrain pour évaluer leur précision.

Les résultats ont montré une précision globale de 91 % et un coefficient κ de 0,90 lorsque les résultats des deux algorithmes RF et DT ont été combinés. Cela indique une très bonne concordance entre les classifications obtenues à partir des images et les données de terrain. En conclusion, l'étude a démontré que l'utilisation d'images de très haute résolution spatiale et de haute résolution temporelle, associée à différents indices de végétation, peut être efficace pour produire des cartes de cultures à grande échelle, même avec une plage de données temporelles limitée.

(Wellmann et al., 2018) proposent une approche novatrice pour évaluer l'utilisation des terres et l'hémérobie des paysages urbains en utilisant des données de télédétection. Ils ont développé une méthode basée sur les variations des caractéristiques spectrales (STV) pour estimer ces paramètres sur de vastes zones urbaines avec une résolution temporelle élevée.

En utilisant des données de télédétection, les chercheurs ont calculé les variations des caractéristiques spectrales et les ont associées à l'hémérobie. Ils ont trouvé une relation linéaire et statistiquement significative entre ces variations et le degré d'hémérobie. Cela leur a permis de distinguer les différents types de couverture des terres en fonction de leur degré d'hémérobie et de leur intensité d'utilisation.

De plus, en considérant que chaque caractéristique spectrale peut être associée à une ou plusieurs fonctions écosystémiques, cette évaluation des STV représente une approche prometteuse pour évaluer la diversité fonctionnelle des écosystèmes urbains.

(Yeprintsev et al., 2018) examinent les résultats d'une étude sur le zonage écologique des zones urbaines en utilisant l'analyse de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) à partir d'images satellites provenant des satellites Landsat-7 et Landsat-8 dans la région de Voronej entre 2001 et 2016. Les résultats ont été compilés dans un système d'information géographique (SIG) nommé "Ecology of Cities Voronezh Region", permettant une classification écologique complète des zones urbaines étudiées.

Les données ont permis de classer les zones urbaines et suburbaines, d'identifier la dynamique des territoires anthropogéniques, ainsi que les caractéristiques hydrologiques et de végétation de la région.

(Tayyebi et al., 2013) présentent un modèle de limite de croissance urbaine (UGBM) utilisant la régression logistique spatiale (SLR), la télédétection et les SIG pour simuler l'expansion géométrique d'une limite urbaine sur des périodes de dix ans. La SLR est utilisée pour quantifier l'influence des facteurs biophysiques sur le taux d'expansion de tous les bords de la limite urbaine au fil du temps.

Le modèle est testé et validé avec des images satellites de Las Vegas entre 1990 et 2010. Les résultats montrent que le SLR UGBM offre une meilleure qualité d'ajustement par rapport à un modèle nul. En utilisant le SLR UGBM, les chercheurs prédisent l'expansion des limites urbaines entre 2000 et 2010, illustrant comment ce modèle peut guider la planification future des expansions urbaines en fonction des conditions actuelles des bords.

2.2.2. Etude en Algérie :

(Saadi & Algérie, 2011) se concentre sur l'évolution de l'occupation du sol dans les communes périurbaines du Grand Alger, en s'appuyant sur la télédétection et les systèmes d'information géographique (SIG). Des images satellites à résolution moyenne, telles qu'Alsat-1 (2006) et Landsat (1987), ont été employées pour extraire les surfaces urbaines par commune.

Les données ont été confrontées à celles fournies par l'Office National des Statistiques (ONS) de 2003. Une numérisation manuelle des entités urbaines a été réalisée à partir de ces images, suivie d'une intersection géométrique pour quantifier les changements, sans procéder à une classification. Cette méthode a permis d'évaluer et de quantifier la diminution des terres agricoles au profit de l'urbanisation dans la région.

(Touati, 2014) se concentre sur l'avenir des zones périurbaines face à la croissance urbaine, caractérisée par un étalement spatial non maîtrisé et non durable. L'objectif est d'analyser les effets de cette dynamique, qui a donné naissance à de nouveaux espaces périurbains réglementés et informels.

L'étude expérimente une approche méthodologique utilisant la télédétection spatiale, notamment les images Landsat, pour surveiller cet étalement spatial sur plusieurs périodes. Cette problématique conduit à aborder les questions foncières et les défis de gouvernance des collectivités locales dans la gestion des espaces périurbains. Une solution alternative est proposée, impliquant l'utilisation d'un système d'information géographique (SIG) pour assurer une transition équilibrée entre ville et campagne.

(Gana et al., 2017) analysent les dynamiques d'utilisation des terres dans la province de Constantine, en Algérie, en utilisant des images Landsat multi-temporelles et des données auxiliaires. La classification supervisée a permis de générer des cartes thématiques avec six classes principales, qui ont été évaluées pour leur exactitude.

Une analyse post-classification a également été réalisée pour identifier les changements survenus entre 1987 et 2015. Les résultats révèlent des changements significatifs, avec une augmentation marquée des zones construites et une diminution des zones de végétation, en particulier dans les zones montagneuses.

Ces résultats soulignent l'importance de mettre en place des politiques de protection et de restauration de la végétation naturelle pour atténuer les effets des changements d'utilisation des terres et pour informer la gestion des ressources naturelles ainsi que l'aménagement du territoire.

Conclusion

Cette revue bibliographique, bien qu'elle ne couvre pas l'intégralité des travaux de recherche dans le monde, offre une perspective éclairante sur la thématique centrale de notre thèse. Un résumé de ces travaux permet de constater que la question de l'agriculture périurbaine est abordée à travers diverses approches, notamment :

- 1. Approche géographique basée sur les enquêtes :** Cette méthodologie se concentre sur des études de terrain approfondies pour examiner la dynamique de l'agriculture périurbaine.
- 2. Approches diachroniques :** Ces approches s'appuient sur des changements landuse/landcover pour quantifier les évolutions, bien que sans une explication détaillée des causes de ces changements.
- 3. Approche comparative :** Comparant la dynamique d'étalement urbain entre plusieurs villes, cette approche vise à établir des parallèles et des différences.
- 4. Approche classification :** Fondée sur des analyses multicritères, cette méthodologie cherche à classer et catégoriser les caractéristiques liées à l'agriculture périurbaine.
- 5. Approche prospective :** Des études prospectives simulent la dynamique future du périurbain ou de l'urbanisation, offrant une vision anticipée des évolutions à venir.

En Algérie, la plupart des recherches se concentrent sur l'urbanisation en tant que sujet principal, négligeant souvent l'agriculture périurbaine. L'approche géographique humaine impliquant des SIG ou des images satellites pour représenter les situations spatiales est souvent absente. Les études diachroniques, basées sur la quantification des changements, ne font généralement pas référence aux enquêtes de terrain ni à l'analyse statistique. Ces études reposent principalement sur l'utilisation d'images satellites, de classifications, ou de photo-interprétations.

À l'échelle mondiale, de nombreuses recherches se penchent sur le périurbain et l'agriculture périurbaine en intégrant la télédétection et les systèmes d'information géographique. Les approches géomatiques, notamment l'utilisation de SIG et de la télédétection, revêtent des formes variées avec des méthodologies innovantes et une diversité d'outils. Ces recherches s'adaptent à l'objectif spécifique, à la région étudiée et aux données utilisées. Parmi ces approches, on trouve l'évaluation des terres agricoles périurbaines utilisant les SIG et l'analyse du processus hiérarchique (AHP) pour déterminer l'aptitude des terres à un type d'agriculture et les classer en fonction de niveaux d'aptitude. D'autres études se penchent sur la vulnérabilité des terres agricoles périurbaines à l'urbanisation en utilisant des techniques spatiales basées sur des indices et des analyses multicritères.

Chapitre 2 : Les Espaces Périurbains

I. Introduction

Dans la recherche sur le périurbain, il est souvent mentionné dans la littérature que la démarcation de ces espaces est sujette à une ambiguïté notoire, ce qui rend leur délimitation particulièrement difficile. Malgré cette contrainte, les scientifiques s'engagent souvent dans leurs études sans accorder une attention suffisante à cette difficulté. Cependant, dans le cadre de ce travail, il est essentiel de clarifier la définition des espaces périurbains, à la fois d'un point de vue étymologique et spatial. En effet, la quantification des changements survenus dans ces espaces n'aura de sens que si nous sommes en mesure de les démarquer et de les délimiter correctement.

Bien que le terme "périurbain" soit largement utilisé dans la littérature ainsi que dans le langage courant des décideurs, des ingénieurs et du grand public, ces espaces sont souvent désignés de manière informelle sans être délimités de manière précise, ni sur le plan spatial ni étymologique. Chaque pays adopte sa propre définition et sa propre désignation, bien que tous s'accordent pour placer ces espaces entre le rural et l'urbain.

En Algérie, au cours de plusieurs décennies, différentes définitions ont été utilisées pour stratifier les agglomérations, définir les zones urbaines, rurales et suburbaines, voire classer les villes. Cependant, la délimitation spatiale du périurbain reste un défi. Bien que le terme "suburbain" soit parfois considéré comme synonyme de "périurbain", il est rapidement intégré dans d'autres catégories sans qu'une délimitation spatiale précise ne soit établie.

3. Définition des espaces périurbains :

Le périurbain (parfois aussi appelé la frange urbaine) pourrait être la forme urbaine dominante et le principal défi de l'aménagement spatial du XXI^e siècle. Dans les pays industriels plus anciens ou post-industriels, le périurbain est une zone de changement social et économique et de restructuration spatiale, tandis que dans les pays nouvellement industrialisés et la majeure partie du monde en développement, le périurbain est souvent une zone d'urbanisation chaotique menant à l'étalement urbain. Dans les deux cas, le périurbain ne doit pas seulement être vu comme une frange entre la ville et la campagne, une zone de transition, mais plutôt comme un nouveau type de territoire multifonctionnel. Bien qu'il résiste à des définitions simples, il présente des caractéristiques communes partout où de telles zones existent, telles qu'une densité de population relativement faible selon les normes urbaines, des implantations dispersées, une forte dépendance aux transports pour les trajets domicile-travail, des communautés fragmentées et un manque de gouvernance spatiale. De nombreux défis mondiaux émergent des façons dont les villes grandissent et changent, en particulier dans les mégapoles émergentes des pays en développement où des problèmes sociaux et environnementaux massifs peuvent être observés dans leurs arrière-pays périurbains (Nilsson et al., 2013).

4. La nature du péri-urbain

5. Concepts théoriques

Les termes "péri-urbain" et "périurbanisation" sont généralement des définitions plutôt larges. Souvent, ils sont utilisés pour décrire les zones nouvellement urbanisées à la périphérie des villes, surtout dans les pays en développement, qui sont alors appelées "interface péri-urbaine" (06). D'un point de vue européen, les zones péri-urbaines sont souvent comprises comme des zones mixtes sous l'influence urbaine mais avec une morphologie rurale. Le Conseil de l'Europe (CEMAT 2007) définit le péri-urbain comme une zone de transition passant d'un caractère strictement rural à complètement urbain, liée à une forte pression en faveur du développement urbain. En revanche, les zones péri-urbaines peuvent être loin d'être éphémères, mais peuvent plutôt former un nouveau type de paysage permanent. De plus, le développement n'est pas nécessairement limité au seul développement physique avec des caractéristiques urbaines

Le péri-urbain se situe quelque part entre l'urbain et le rural. La dichotomie historique entre l'espace urbain et rural a commencé à s'estomper en Europe avec la formation des États-nations, l'industrialisation et la libéralisation de l'économie au XIX^e siècle. Cependant, avec l'introduction des systèmes de transport en commun de masse tels que les chemins de fer de banlieue, puis avec la généralisation de l'accessibilité à la voiture, la campagne proche des villes est devenue un lieu potentiel de résidence, de loisirs et parfois même de travail pour les anciens citadins. Ce développement a entraîné une expansion des villes non seulement en termes physiques avec des logements à faible densité, mais aussi en termes de relations fonctionnelles, créant une zone d'influence urbaine autour des villes, également appelée le champ urbain. Dans ce champ urbain, une variété de lieux se sont développés, caractérisés par un mélange de caractéristiques urbaines et rurales.

L'estompage de la frontière entre urbain et rural a inspiré la recherche sur l'idée d'un continuum urbain-rural. (Bryant et al., 1982) ont illustré cela par un modèle où la région urbain-rurale s'étend de la ville principale à travers la frange intérieure et extérieure, une zone d'ombre urbaine et jusqu'à l'arrière-pays rural. Cependant, en réalité, bien que ce modèle fonctionne en général, le schéma complexe des villes réelles et de leurs environs, avec toutes leurs structures spatiales différentes qui ont émergé à travers des antécédents géographiques, historiques et politiques, est souvent difficile à intégrer complètement, voire impossible. Cela est le cas indépendamment du fait que l'idée du continuum inclut plusieurs dimensions (ou plusieurs continuités) de l'urbanisation dans l'espace urbain-rural, ce qui peut entraîner des motifs spatiaux complexes. Plus récemment, le terme "interface urbain-rural" est apparu dans la recherche, mettant l'accent sur le caractère mixte de ces zones sans les fixer sur un seul gradient simple. Le terme périurbain est fréquemment utilisé dans la littérature et dans les discussions politiques, cependant, les définitions sont largement situées et spécifiques aux cas. Elles offrent peu de base pour

une compréhension unifiée de ce qu'est le périurbain. Ce point a été bien mis en évidence par l'OCDE dans son rapport sur l'agriculture périurbaine, où il était indiqué : "Le terme « zone périurbaine » ne peut pas être facilement défini ou délimité à travers des critères non ambigus. C'est un nom donné à la zone grise qui n'est ni entièrement urbaine ni purement rurale dans le sens traditionnel ; c'est tout au plus la zone rurale partiellement urbanisée. Quelle que soit la définition qui lui est donnée, elle ne peut pas éliminer un certain degré d'arbitraire." (Jaquinta & Drescher, 2000).

Les zones périurbaines présentent un mélange d'usages des terres qui ne sont ni ruraux ni urbains au sens conventionnel, ce qui indique des ambiguïtés apparentes dans l'identification précise des zones périurbaines. Ces zones perdent régulièrement leurs caractéristiques rurales pour devenir progressivement urbanisées, ce qui implique également une insuffisance à être un paysage urbain incontestable. De plus, en réponse à l'expansion graduelle de la limite de croissance urbaine, la frontière des zones périurbaines change continuellement. Par conséquent, le paysage purement urbain ou rural peut également être perçu à tort comme périurbain. Les ambiguïtés dans l'identification précise des zones périurbaines, accompagnées des incertitudes sur les utilisations des terres et des changements constants des limites juridictionnelles, rendent la planification périurbaine extrêmement difficile.

Les zones périurbaines sont généralement situées à proximité des habitats de biodiversité, des bois, des terres agricoles, des lotissements urbains et des infrastructures de transport. Ces proximités obscurcissent davantage l'identité des zones périurbaines en tant que purement rurales ou urbaines. Les instruments politiques inadaptés, associés aux défis liés à la délimitation précise des zones périurbaines, induisent en erreur les décideurs et les urbanistes quant à l'ampleur de la limite de croissance urbaine. Il est donc essentiel de délimiter correctement les zones périurbaines afin de contribuer à définir la limite de croissance urbaine projetée pour répondre aux besoins futurs en matière de planification.

Cependant, la périurbanisation englobe également d'autres transformations qui ne dépendent pas nécessairement de la migration des personnes. Celles-ci comprennent les déplacements pour les trajets domicile-travail ou les loisirs, ainsi que d'autres changements de comportement chez les résidents ruraux anciens et nouveaux, causés par l'intégration plus poussée de la zone rurale dans le système d'une région urbaine. De plus, les liens liés aux interactions entre l'homme et l'écosystème sont décisifs pour les relations d'utilisation des terres péri-urbaines.

5.1. Définitions géographiques du périurbain comme base pour la recherche

Le terme « région ruralo-urbaine » (RUR) est utilisé comme unité principale d'analyse, représentant une variété de types de zones, illustrées sous forme de cercles imbriqués. Ce cadre a été développé à la suite d'une vaste revue de littérature (par exemple, Bryant et al. 1982; Champion 1999; Loibl et Toetzer 2003; Gallent et al. 2006; Leontidou et Couch 2007). Il a également été observé que

l'interprétation de ces termes varie selon les pays et les langues. Les catégories spatiales fondamentales définissant la RUR incluent :

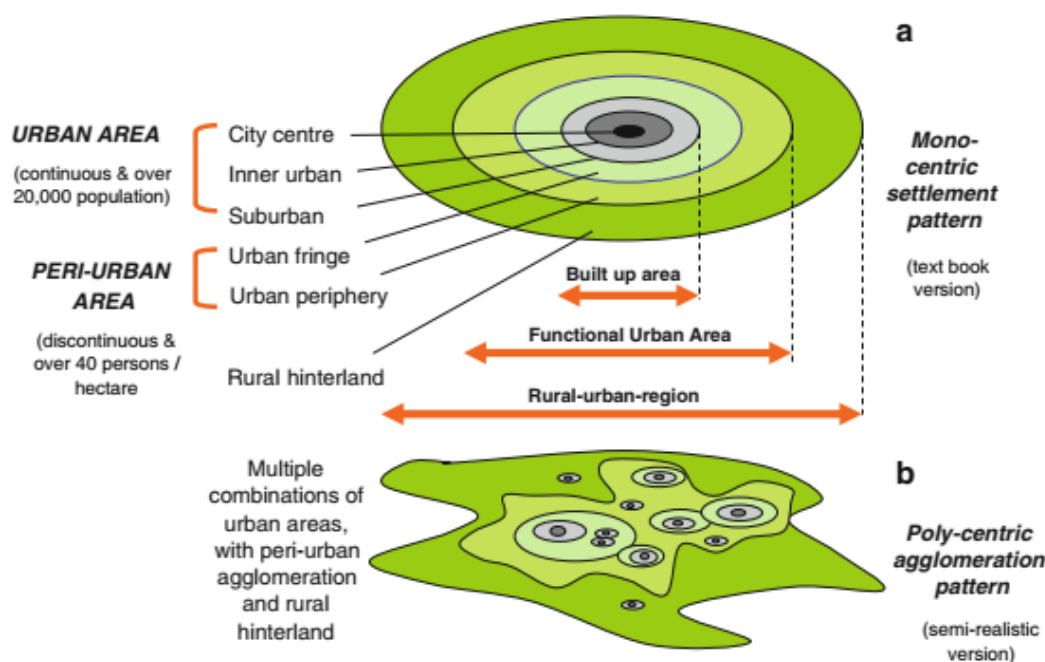


Figure 3: Concept des zones périurbaines et des régions rurales-urbaines. (Nilsson et al., 2013)

- **Centre urbain** : Cette zone comprend le quartier des affaires, divers établissements civiques et culturels, ainsi que certains espaces publics associés à ces fonctions.
- **Zone urbaine intérieure** : Caractérisée par un développement bâti à haute densité, comprenant des zones résidentielles, commerciales et industrielles, ainsi que certains espaces verts et publics.
- **Zone suburbaine** : Composée généralement de zones bâties à plus faible densité, adjacentes aux zones urbaines intérieures, où les maisons sont situées à moins de 200 mètres les unes des autres, avec des commerces locaux, des services, des parcs et des jardins.
- **Périphérie urbaine** : Une zone située aux limites de l'aire bâtie, marquée par un modèle dispersé d'habitations à plus faible densité, des concentrations urbaines autour des pôles de transport, ainsi que de grands espaces verts tels que des forêts urbaines, des terres agricoles, des terrains de golf et des réserves naturelles.
- **Périphérie urbaine** : Cette zone entoure les principales aires bâties, avec une densité de population plus faible, mais faisant partie de l'Aire Urbaine Fonctionnelle. Elle inclut de plus petites agglomérations, des zones industrielles et d'autres usages urbains dans une matrice agricole fonctionnelle.

- **Hinterland rural** : Désigne les zones rurales entourant la zone périurbaine, qui sont toujours dans la région ruralo-urbaine et accessibles pour les déplacements domicile-travail. Le caractère rural est influencé par des résidents ayant des revenus urbains et un mode de vie urbain.

5.2. Dynamique du péri-urbain

Pour comprendre les dynamiques du changement périurbain et le processus de périurbanisation, il est essentiel de prendre en compte plusieurs aspects, au-delà des seules dimensions physiques, afin de saisir la complexité du système. Cela ne représente pas seulement une question académique, mais aussi une problématique concrète pour les décideurs politiques, qui doivent appréhender la notion de périurbain pour pouvoir y intervenir efficacement. Le cadre à cinq dimensions présentées ici découle de recherches antérieures ainsi que d'une revue exhaustive de la littérature, et vise à offrir des pistes pratiques pour aborder cette situation complexe, en identifiant les principaux processus visibles à différents niveaux. Ces processus sont davantage explorés à travers des études de cas régionales.

Ces cinq dimensions décrivent également un récit général de la manière dont la périurbanisation se déroule. La première dimension concerne l'expansion urbaine, directement provoquée par la croissance démographique, le développement économique et la demande d'espace. La deuxième dimension souligne la formation d'agglomérations régionales au fur et à mesure de l'expansion des villes, entraînant des changements importants dans les économies d'échelle et le développement d'un nouveau type de territoire périurbain. La troisième dimension aborde les forces politiques et culturelles plus profondes qui influencent la formation de ces espaces périurbains. La quatrième dimension se concentre sur les transitions rapides et les changements radicaux au sein du système urbain, conduisant à une restructuration importante. Enfin, la cinquième dimension concerne les réponses politiques à ces changements et transitions, qui influencent souvent à leur tour le processus et deviennent des dynamiques à part entière.

En pratique, la situation est rarement claire ou simple, et chaque dimension se chevauche et interagit avec les autres. Ci-dessous, les principales caractéristiques de chacune de ces cinq dimensions sont exposées.

5.2.1. Facteurs directs de l'expansion urbaine

Le changement périurbain résulte principalement de l'expansion urbaine vers les zones rurales, stimulée par la croissance démographique et économique, qui augmente la demande en logements et en espaces commerciaux. L'emplacement des habitations est influencé par l'accessibilité aux transports, l'attractivité de l'environnement, et la valeur des terrains, tout en étant limité par des

contraintes physiques et politiques. Ces facteurs s'entrecroisent, soulevant des questions sur les moteurs de la demande en terrains et bâtiments, ainsi que sur l'efficacité des contraintes à l'expansion.

Les dynamiques démographiques, telles que la natalité, la mortalité et les migrations, jouent un rôle clé dans la croissance périurbaine. Les migrations internationales et interrégionales, influencées par des facteurs politiques et économiques, sont particulièrement volatiles. La baisse de la taille moyenne des ménages en raison du vieillissement de la population contribue également à la demande accrue de logements. En parallèle, la croissance économique et de l'emploi stimule l'urbanisation à travers des investissements dans le bâti et la conversion des terres, tandis que les changements dans les structures économiques et les modèles d'emploi, comme le télétravail, modifient les tendances de la périurbanisation.

Les contraintes environnementales, comme les caractéristiques géographiques fixes et les effets climatiques locaux, influencent aussi l'expansion urbaine. Les défis posés par le changement climatique, tels que les inondations et l'effet d'îlot de chaleur urbain, peuvent rendre certaines zones moins attrayantes et favoriser les migrations. De plus, la pression croissante sur les terres périurbaines pour des projets de gestion des ressources en eau ou de production d'énergie renouvelable s'intensifie. Enfin, les infrastructures de transport jouent un rôle essentiel dans la configuration de la migration urbaine-rurale, marquant une transition vers un modèle basé sur les réseaux routiers et automobiles.

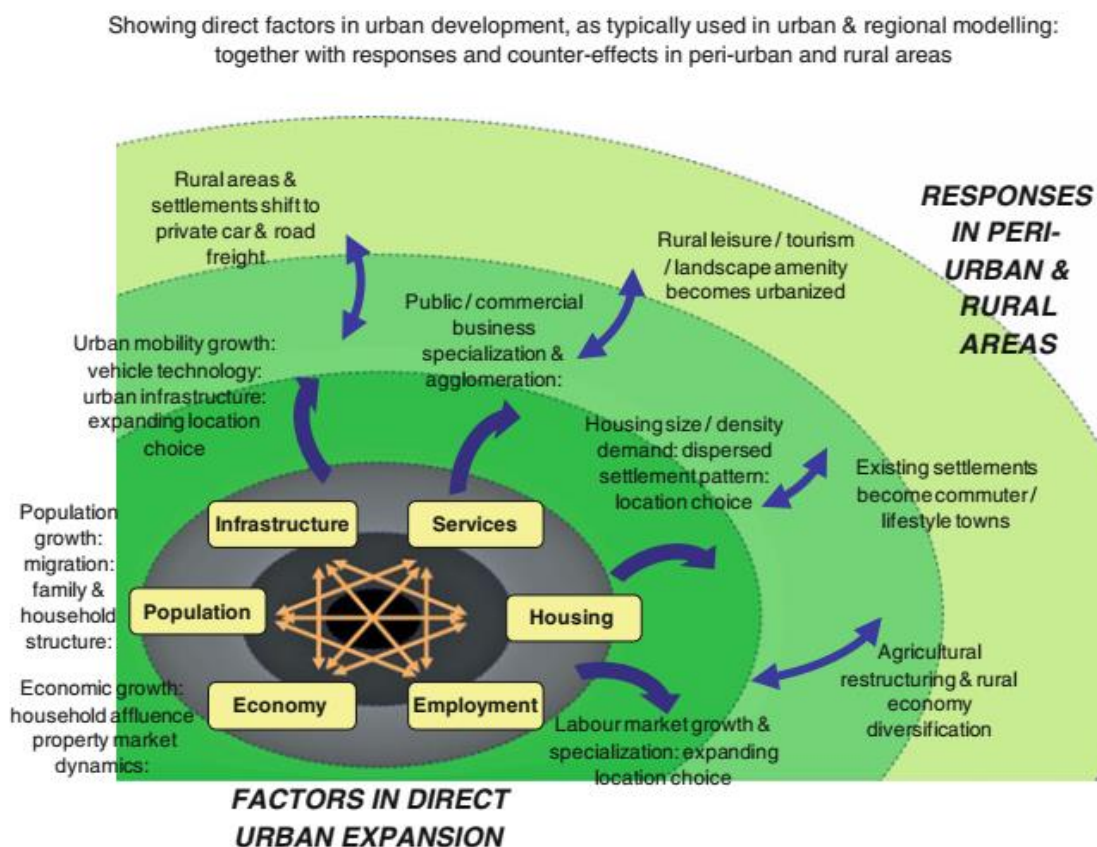


Figure 4 : Dynamique de périurbain : expansion urbaine (Nilsson et al., 2013)

5.2.2. Agglomération régionale et liens urbain-rural

L'expansion urbaine ne se limite pas à un simple étalement, mais génère des réponses et des transformations dans les zones périurbaines et rurales environnantes. Ces réponses, qui se manifestent à une échelle interurbaine et régionale, influencent la redéfinition des relations spatiales. Ces réactions agissent comme des boucles de rétroaction, conduisant à des changements majeurs dans les territoires périurbains. Ce processus conduit à l'effet d'« agglomération régionale », où la ville isolée entourée de zones rurales est remplacée par un système urbain régional interconnecté, polycentrique et fonctionnel.

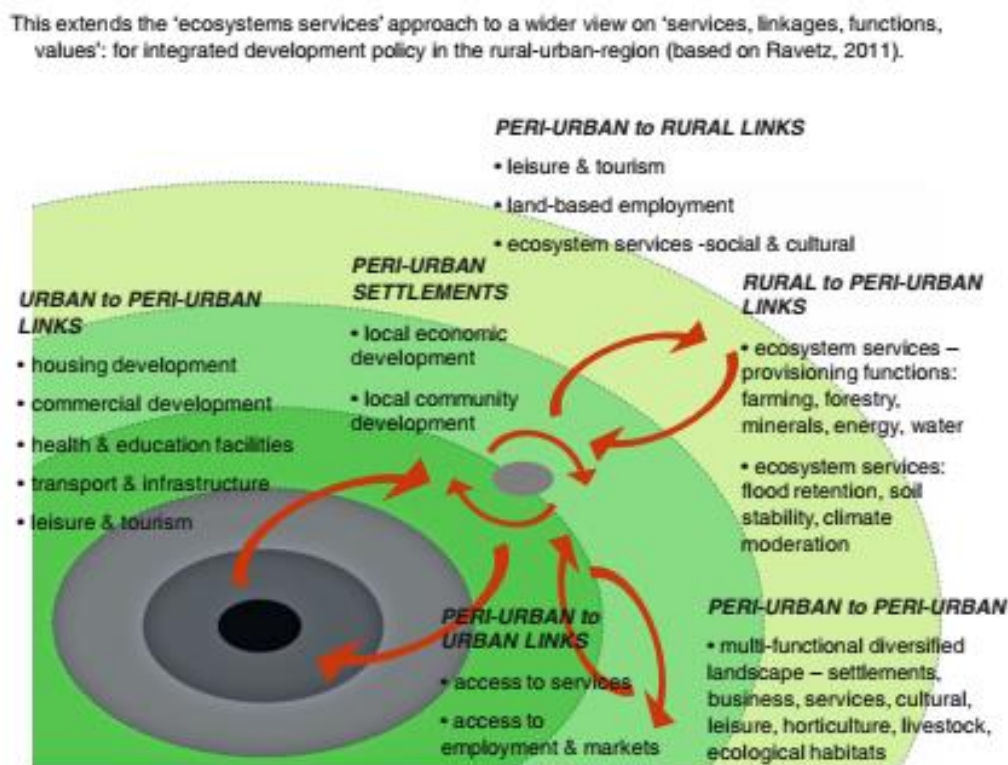


Figure 5 : Dynamique du périurbain : Agglomération et liens urbain-rural (Nilsson et al., 2013)

Cette agglomération se manifeste par l'essor de marchés du travail, de consommation et d'immobilier qui s'étendent au-delà des grandes villes. L'agriculture, la restructuration économique et l'évolution des marchés fonciers ruraux accélèrent ce phénomène. Des espaces entre les grandes villes, comme les parcs d'affaires, centres commerciaux et zones aéroportuaires, deviennent stratégiques pour desservir une population croissante. Ainsi, les zones périurbaines, autrefois séparées, s'intègrent pour former des territoires continus et fonctionnels à faible densité, répondant aux besoins des résidents suburbains et exurbains, souvent dépendants de la voiture.

Ces relations interrégionales sont complexes et se déclinent en plusieurs formes de liens : des interactions urbaines vers les zones périurbaines pour répondre aux besoins en logements, infrastructures et services ; des relations périurbaines vers les zones rurales pour les ressources naturelles et les activités récréatives ; et des liens au sein des communautés périurbaines elles-mêmes.

La gestion de ces interactions constitue un enjeu clé de la cohésion territoriale et du développement intégré des régions urbaines-rurales, visant à maximiser les fonctions économiques, sociales et environnementales entre les zones.

5.2.3. Dynamiques globales-locales et structurelles

Les processus d'expansion et d'agglomération urbaine sont influencés par des forces sociales, économiques et politiques puissantes, parmi lesquelles la mondialisation joue un rôle prépondérant. Celle-ci affecte la structure des affaires et des finances, hiérarchise les villes et transforme les identités culturelles à travers les médias et les technologies de communication. En parallèle, un mouvement de localisation émerge, redéfinissant les identités culturelles des individus et des lieux. La culture de consommation modifie également la perception des espaces périurbains, influencée par des facteurs tels que le tourisme et les décisions liées aux loisirs. Les tensions entre risque et sécurité poussent les classes aisées à rechercher des enclaves sécurisées, loin des centres urbains, contribuant à créer un paysage périurbain complexe, ouvert à de nombreuses utilisations, comme le tourisme, le logement haut de gamme ou la conservation de la nature.

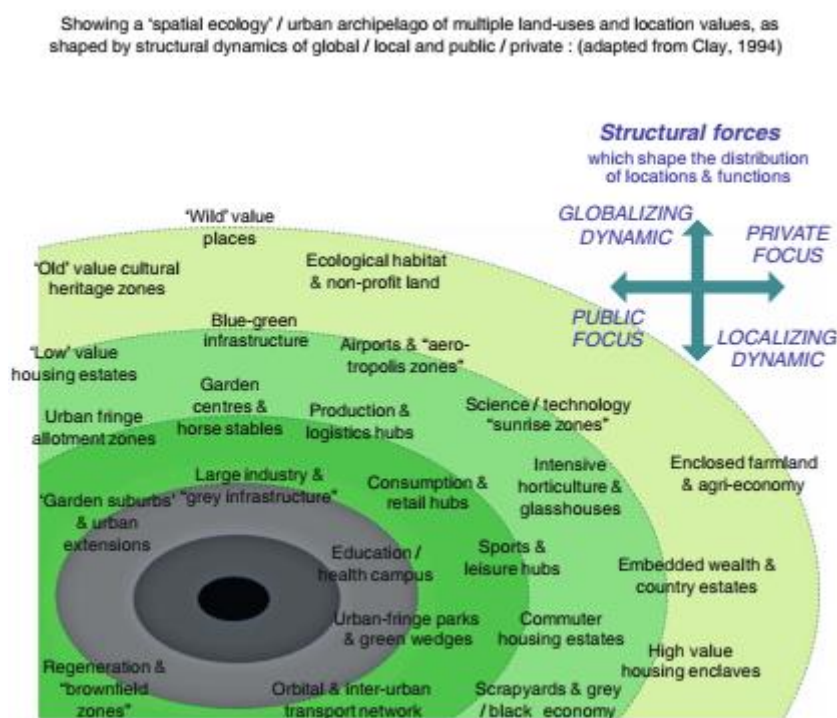


Figure 6 : Dynamique du périurbain : Global-local et structurel

Une approche structurelle examine les dynamiques de pouvoir, de richesse et d'idéologie qui sous-tendent l'expansion urbaine. Cette dernière peut être perçue comme une voie du « circuit dual » du système capitaliste, où l'investissement dans la terre et les bâtiments remplace celui dans la production. L'espace périurbain devient ainsi une marchandise financière, alimentée par l'accumulation du capital mondial, tout en étant également un lieu de dépendance et de colonisation. Le concept d'« archipel

urbain » illustre un monde de populations riches et pauvres de plus en plus déconnectées, tandis qu'une perspective d'« écologie spatiale » reconnaît la diversité des relations et des connexions dans les territoires périurbains. Les enjeux de gouvernance dans ces espaces sont cruciaux, car les différentes utilisations des terres sont en concurrence pour l'espace, l'accès et les investissements, rendant la coordination entre les objectifs publics et privés d'autant plus délicate.

5.2.4. Complexité, Transition, Résilience

Les facteurs d'expansion urbaine, d'agglomération régionale et d'effets structurels interagissent de manière complexe, avec de nombreuses boucles de rétroaction amplifiant les processus de changement. Le résultat de cette dynamique n'est pas toujours linéaire ou prévisible, mais peut parfois conduire à des transitions rapides, des "discontinuités", voire des échecs catastrophiques. Les transitions impliquent des changements systémiques qui touchent les systèmes économiques, les structures sociales, les systèmes politiques, les schémas spatiaux, ainsi que la technologie et les infrastructures. Ces transitions peuvent également se manifester au niveau des rôles socioculturels, des identités et des perceptions, reflétant souvent une évolution des raisons d'être des villes qui ne remplissent plus leur fonction d'origine.

Trois types de transitions typiques peuvent être identifiés : la transition rurale, qui s'éloigne de la production agricole vers des paysages multifonctionnels ; la transition périurbaine, qui restructure les systèmes de production et de consommation globalisés ; et la transition urbaine, qui évolue vers une économie en réseau avec de nouveaux schémas d'infrastructure. Chacune de ces transitions peut avoir des effets à différents niveaux, allant de changements locaux à des répercussions sur l'ensemble des systèmes urbains. Les réponses à ces transitions peuvent varier, allant de résistances négatives à des innovations créatives qui renforcent la résilience. La théorie de la complexité et des transitions s'appuie sur les concepts de systèmes adaptatifs complexes, soulignant que la gestion de ces systèmes est fondamentalement différente de celle des systèmes linéaires, car les résultats ne sont pas simplement le produit des intrants.

5.2.5. Gouvernance Spatiale et des Réponses Politiques

La gouvernance spatiale et les réponses politiques sont essentielles pour aborder les défis liés aux transitions urbaines et aux restructurations. Les politiques cherchent à transformer les « problèmes » en « opportunités », mais elles peuvent également devenir des parties intégrantes des problèmes qu'elles visent à résoudre. Par exemple, la politique du Green Belt au Royaume-Uni, qui vise à limiter l'étalement urbain, peut également provoquer des distorsions sur le marché immobilier, entraînant des problèmes tels que des terrains vacants. Des facteurs comme l'intensité foncière – la quantité de terrain nécessaire par unité d'habitation ou d'activité – et la force de la gouvernance spatiale influencent les modes d'urbanisation, allant de modèles de ville-région sociale polycentriques à des situations

d'étalement urbain chaotique. Les enjeux de développement durable doivent être examinés à la lumière des réalités complexes des zones périurbaines, notamment à travers le prisme de la cohésion territoriale en Europe et des tensions entre développement urbain et conservation.

Les modèles de gouvernance spatiale, qu'ils soient forts, partiels ou faibles, se traduisent par différentes approches en matière de croissance et d'expansion urbaines, de stabilité et de transition. Une gouvernance forte favorise un développement urbain structuré, tandis qu'une gouvernance faible peut aboutir à des problèmes d'étalement et de déclin. Les dynamiques concurrentes entre développement rural axé sur des entreprises locales et conservation environnementale soulignent les tensions qui caractérisent les espaces périurbains. Cela soulève des questions sur la durabilité des systèmes urbains, particulièrement en raison de leur dépendance à des ressources externes, rendant difficile la considération d'une région urbaine comme une unité durable à part entière.

6. Ambiguïté du périurbain :

La nature amorphe et transitionnelle de l'utilisation des terres péri-urbaines a été discutée en relation avec la manière dont elle contribue à plusieurs modèles de catégorisation du phénomène. Cette ambiguïté a le potentiel d'avoir des impacts particuliers en termes de gestion de cette utilisation des terres à travers le processus d'urbanisme et d'aménagement du territoire régional. On peut également voir son expression dans la manière dont les zones péri-urbaines sont définies et nommées, comment leurs caractéristiques sont comprises, comment les typologies des zones péri-urbaines sont créées, et par conséquent, dans la manière dont les politiques sont formulées et mises en œuvre.

Bien qu'utilisé depuis plus d'un demi-siècle, les théoriciens et les praticiens n'ont pas été particulièrement clairs ou cohérents dans leur utilisation du terme périurbain. Aujourd'hui, des chercheurs de nombreuses disciplines et perspectives paradigmatiques utilisent le terme périurbain pour décrire des processus et des environnements apparemment contradictoires. Les définitions sont basées sur une variété de variables opérationnelles. En fait, une variable considérée comme définitive pour certains auteurs est considérée comme le résultat de processus périurbains par d'autres. Par conséquent, le concept de périurbain est devenu trivialisé et embourbé dans la tautologie, sa pertinence analytique et pratique étant gravement compromise.

La notion d'ambiguïté a été acceptée comme une partie importante des connaissances par les chercheurs (Best, 2008; Eisenberg, 1984; Evans & Jones, 2008; Frisch & Baron, 1988). L'ambiguïté peut conduire à des malentendus et à de l'équivoque. (Laar, 2010) décrit les "ambiguïtés actives", et (C. Camerer & Weber, 1992) définissent l'ambiguïté comme "l'incertitude quant à la probabilité, créée par des informations manquantes qui sont pertinentes et pourraient être connues".

Ces définitions reconnaissent l'ambiguïté comme un facteur influent pour comprendre un fait (C. F. Camerer & Ho, 1994). Les informations peuvent avoir une influence positive sur la prise de décision en ce qui concerne l'existence d'ambiguïté (Snow, 2010). Alternativement, met en évidence le rôle des informations dans la réduction ou l'omission de l'ambiguïté. L'ambiguïté peut également conduire à une prise de décision inexacte (Ellsberg, 1961; L. G. Epstein, 1999) introduit l'ambiguïté ou la vagueness comme une incertitude qui renvoie à des situations avec des informations imprécises pour la prise de décision, suggérant qu'une mesure possible de l'ambiguïté pourrait être la conséquence de ce manque d'informations (Eisenberg, 1984; L. G. Epstein, 1999). Eisenberg (1984) soutient que les personnes dans les organisations traitent généralement de l'ambiguïté liée aux exigences situationnelles. Cette ambiguïté stratégique favorise la diversité unifiée et favorise le changement organisationnel (Eisenberg, 1984). Autrement, (Frisch & Baron, 1988) affirment que l'ambiguïté peut renvoyer à un malentendu ou à un manque d'informations influentes qui existent dans toute situation de prise de décision.

6.1. Ambiguïté de la définition et de la dénomination dans l'interface périurbaine

Toutes les formes de désignation et de catégorisation du phénomène de périurbanisation sont quelque peu provisoires et incomplètes en raison de la rapidité du changement, qui est l'une des caractéristiques principales des zones périurbaines. Cependant, le développement d'une terminologie précise reste un moyen important de comprendre la complexité du phénomène, car cela permettra d'appliquer des caractéristiques distinctives à ce phénomène fluide.

La caractéristique périurbaine d'avoir des caractéristiques inconnues et non constantes est une conséquence nécessaire de sa nature essentiellement binaire urbaine-rurale (Willis, 2007). La question est d'identifier où se trouve la zone périurbaine et si elle peut être considérée comme une ville ou une banlieue, rurale ou urbaine. Cette dichotomie est le résultat du fait que le concept périurbain ne peut être assimilé ni aux attributs urbains (comme l'infrastructure et les services) ni aux attributs ruraux (comme le paysage naturel et l'agriculture) (Allen, 2003; Berque, 2003; Webster, 2002; Willis, 2007). Dans un contexte australien, cette situation est rendue plus complexe par l'adoption fréquente de terminologie et de concepts provenant de chercheurs et de sources étrangères. Comme on le verra ci-dessous, associée à un manque général d'accord en ce qui concerne la définition, l'adoption de terminologie internationale peut en soi créer un autre niveau d'ambiguïté, car le manque de vocabulaire cohérent peut entraîner un terme unique ayant des significations multiples, ou une expression totalement différente pouvant être utilisée pour décrire le même phénomène.

6.2. L'ambiguïté des caractéristiques de l'interface périurbaine

L'interface périurbaine peut être reconnue par une variété de caractéristiques. (Willis, 2007) exprime ses caractéristiques en termes de flux, comprenant "des changements rapides dans l'utilisation des

terres, les formes construites, les activités économiques, les incohérences entre les structures administratives et les territoires, les influx de nouvelles populations, les conflits entre nouveaux et anciens propriétaires fonciers, et, visuellement, un endroit qui semble disjonctif, qui contraste avec les préconceptions de longue date sur le caractère distinct des lieux, soit fondamentalement rural, soit urbain". (Tacoli, 1998) énonce cinq caractéristiques pour distinguer l'urbain du rural. Ces caractéristiques comprennent la taille de la population, la densité de population dans les zones urbanisées, les caractéristiques infrastructurelles, les limites administratives et les principales activités économiques qui conventionnellement peuvent aider à reconnaître les zones urbaines des zones rurales (Tacoli, 1998). Contrairement aux caractéristiques de Tacoli, (Adell, 1999) ne définit que deux critères pour définir l'urbain et le rural : la vie rurale basée sur l'agriculture et la vie urbaine basée sur la fabrication et les services. Cependant, des interactions sectorielles peuvent se produire, y compris des activités rurales dans les zones urbaines ou des activités urbaines telles que la fabrication dans des endroits ruraux (Tacoli, 1998). (Allen, 2003) identifie le périurbain comme une zone avec perte à la fois d'attributs ruraux et urbains. Alternativement, (Willis, 2007) soutient que l'interface périurbaine est généralement associée à des problèmes particuliers liés à la gouvernance urbaine, à l'exploitation de la main-d'œuvre, à l'absence d'infrastructure et de planification, ainsi qu'à la dégradation des ressources naturelles, de la biodiversité et des terres.

L'ambiguïté dans les limites entre les zones urbaines et rurales est un autre domaine d'incertitude qui affecte la définition d'une interface périurbaine (Jones & Visaria, 1997). (Jones & Visaria, 1997) soutiennent que cette ambiguïté est le résultat de changements technologiques découlant des processus de mondialisation et dépend du flux de population et de biens et services de la zone rurale vers la zone urbaine, et vice versa.

La limite périurbaine est l'une des caractéristiques les plus importantes qui nécessite une considération en tant qu'aspect de ce phénomène. Pour comprendre la limite périurbaine, il est crucial d'identifier les limites des centres urbains. Les régions métropolitaines qui connaissent une croissance spatiale étendue des activités agricoles et non agricoles sont confrontées à une distinction ambiguë entre les zones rurales et urbaines (Firman, 1996; Ginsburg et al., 1991; Hugo, 1996; Low Choy et al., 2012; McFarland, 2014; Tacoli, 1998) définissent la périurbanisation comme un phénomène qui se produit à proximité des centres régionaux non métropolitains avec une expansion des processus d'urbanisation dans les zones rurales environnantes. La zone périurbaine peut également être reconnaissable comme des centres urbains au sein des zones rurales avec des limites floues et une connexion détachée avec de plus grands centres urbains ou métropolitains (M. W. Buxton et al., 2006; Low Choy et al., 2012).

6.3. Ambiguïté de topologie !

La diversité des typologies périurbaines s'accompagne d'une abondance de terminologies et de définitions décrivant les caractéristiques et l'étendue de ces zones, ainsi que de systèmes de classification et de modes de description variés des impacts fonciers, sociaux et environnementaux. Ces impacts incluent la perte de terres rurales et agricoles productives, les conflits d'utilisation des terres entre résidents ruraux, urbains, suburbains et périurbains, la fourniture d'infrastructures, les problèmes et préoccupations environnementaux, ainsi que la formulation et la personnalisation des politiques requises (McKenzie, 1996).

Les difficultés surviennent lorsque les politiques métropolitaines ne tiennent pas compte de l'influence et des caractéristiques de l'interface périurbaine au-delà des limites prédéfinies. Le phénomène périurbain peut être abordé dans différents contextes spatiaux, avec ou sans association avec les franges métropolitaines (Low Choy et al., 2012). Par conséquent, les différentes caractéristiques de la périurbanisation peuvent être utilisées pour introduire chaque type de cadre urbain et non urbain, caractérisés substantiellement comme des typologies selon leurs diverses fonctions et structures. Les chercheurs et les décideurs sont confrontés à de nombreux défis en raison de la grande variété des zones périurbaines. Les zones périurbaines peuvent être abordées et conceptualisées de nombreuses manières en fonction de ces diverses probabilités, ce qui peut entraîner de multiples typologies potentielles. En ce qui concerne les analyses structurelles et fonctionnelles, il est crucial d'examiner les relations existantes entre les zones périurbaines et les zones rurales et urbaines adjacentes.

Par conséquent, pour mieux comprendre les zones périurbaines, il est nécessaire d'analyser toutes les zones limitrophes de la zone périurbaine. À cette fin, une gamme de typologies fonctionnelles et structurelles avec des définitions et des caractéristiques spécifiques ont été développées. Cependant, ces typologies peuvent entraîner diverses ambiguïtés concernant le concept périurbain, chaque système ayant tendance à se concentrer sur une ou deux variables clés ou domaines politiques, ou à être axé localement, ce qui peut conduire à une confusion quant à ce qui est la variable "la plus importante".

6.4. L'ambiguïté de l'élaboration et de la mise en œuvre des politiques

Un instrument de politique est un outil permettant de comprendre, de mesurer, de gérer et d'orienter l'intervention gouvernementale à travers le processus législatif, et, dans ce cas, dans le contexte périurbain. En raison de la réalité des ambiguïtés substantielles de l'interface périurbaine qui ont été discutées, toute politique élaborée dans ce domaine est susceptible d'être confrontée aux conséquences d'une information incomplète et d'un environnement instable.

7. Démarcation des espaces périurbains

7.1. Quelle est la méthodologie la plus appropriée pour la délimitation ?

Les zones périurbaines sont des espaces de transition où les changements dans les différents usages des terres se produisent incessamment. La détermination de leurs limites est cruciale pour élaborer des politiques adéquates visant à les gérer et à les préserver. La transition perpétuelle dans les paysages périurbains rend cette démarcation particulièrement complexe.

Nous cherchons à répondre à la question de la méthode la plus adaptée pour délimiter ces zones. Une revue systématique de la littérature pertinente a été réalisée. Les résultats montrent qu'il n'existe pas de méthode générique pour cette délimitation car les caractéristiques des zones périurbaines varient d'une région à l'autre.

Après une analyse approfondie, il ressort que les techniques de démarcation doivent être spécifiques à chaque région géographique, tenant compte des contextes régionaux et locaux tels que le système politique, l'organisation institutionnelle, les caractéristiques sociétales, les qualités environnementales et les moteurs économiques.

Nous soulignons également que, dans un cadre législatif, il est possible de délimiter les zones périurbaines. Cela offre des orientations aux décideurs pour déterminer ces limites en adoptant une méthode de démarcation périurbaine à un contexte local, avec la possibilité de généraliser cette approche à d'autres zones similaires.

Les zones périurbaines se composent généralement de deux limites : une limite intérieure et une limite extérieure. La limite intérieure des zones périurbaines se trouve à la périphérie d'une zone urbaine, où le processus de périurbanisation se produit progressivement (Burnley & Murphy, 1995). En revanche, la limite extérieure des zones périurbaines s'étend sur une longue distance dans le paysage rural environnant et se situe à l'intérieur de la zone de déplacement vers les opportunités d'emploi urbain et suburbain (Davis et al., 1994). La limite intérieure périurbaine, qui sépare la zone urbaine voisine, ne peut être identifiée de manière distincte en raison de la nature irrégulière et discontinue des usages du sol périurbain (Furuseth & Lapping, 1999). De même, la limite extérieure périurbaine est également difficile à déterminer, car il est complexe de localiser la ligne de démarcation où la périurbanisation cesse et laisse place à un paysage clairement rural (M. Buxton & Choy, 2007).

Face à ces défis, les chercheurs ont élaboré différentes approches méthodologiques pour délimiter les zones périurbaines. Cependant, ces méthodes de délimitation présentent des défauts en raison d'au moins l'une des raisons suivantes : (a) Elles reposent entièrement sur des considérations géométriques et sont sensibles à la forme de la ville (MacGregor-Fors, 2010) ; (b) Elles se basent uniquement sur des données de télédétection sans intégrer les paramètres socioéconomiques, culturels ou

environnementaux (Heikkila et al., 2003; J. Huang et al., 2016); (c) Elles ne sont pas adaptées au contexte régional/local (Sutton et al., 2006); (d) Elles ne prennent en compte que la dimension socioéconomique (Lincaru & Atanasiu, 2014) ; (e) Elles sont très sensibles au contexte des zones d'étude (Danielaini et al., 2018; Mustak et al., 2018); (f) Elles sont impossibles à reproduire (Gonçalves et al., 2017) ; (g) Les paramètres de délimitation ont été mal pondérés (Kew & Lee, 2013); et (h) Les directives politiques n'ont pas été prises en compte de manière adéquate (Hamers & Piek, 2012).

Les études de délimitation périurbaine, comme celles identifiées précédemment, n'ont pas réussi à intégrer un large éventail de facteurs influents—tels que les paramètres socioéconomiques, culturels et environnementaux—qui sont essentiels pour déterminer la croissance périurbaine (Amirinejad et al., 2018; M. Buxton & Choy, 2007). Certains critères importants pour la délimitation périurbaine comme l'afflux net de migrants, le niveau de déplacements pour l'emploi, le temps de trajet entre le domicile et le lieu de travail, ainsi que l'accessibilité du logement (Butt & Fish, 2016)2016) semblent faire défaut.

En outre, les critères socioéconomiques et le contexte culturel—qui façonnent largement la croissance périurbaine—varient considérablement d'un pays à l'autre et d'une région à l'autre (Wandl & Magoni, 2017). Par conséquent, le processus de périurbanisation semble divergent à travers les pays. Par exemple, dans les pays développés, la croissance périurbaine est associée au bien-être urbain—offrant un refuge rural, des valeurs récréatives et esthétiques (Woltjer, 2014). En revanche, dans les pays en développement, cette croissance est perçue comme un véritable casse-tête en matière de gestion urbaine (Teriman et al., 2009), se traduisant par une faible intégrité paysagère, un niveau de vie inférieur et des sites de déchets solides et toxiques.

7.2. Méthodes pour délimiter les zones périurbaines

Environ un quart (22,4 %) des articles de la littérature scientifique utilisent des mesures quantitatives pour dériver les limites des zones périurbaines. Plusieurs approches méthodologiques, telles que la théorie des ensembles flous, la méthode de transformation continue des ondelettes spatiales, l'indice d'étalement amalgamé et l'indice de diversité de Shannon (Gonçalves et al., 2017; Heikkila et al., 2003; J. Huang et al., 2016; Peng et al., 2018), ont été appliquées dans le but de délimiter les zones périurbaines.

La tentative de développer une méthodologie pour la délimitation périurbaine a été initiée par (Heikkila et al., 2003). Ils ont utilisé des données satellites Landsat multispectrales et ont appliqué le concept de "hypercube flou" de (Kosko, 1991) pour quantifier le modèle de croissance périurbaine de Ningbo, en Chine. Ils ont utilisé trois indicateurs principaux, à savoir le niveau d'urbanisation, l'étendue du flou et le degré d'entropie, pour calculer la croissance périurbaine.

Les données du Defense Meteorological Satellite Program Operational Line Scanner (DMSP/OLS) sont largement utilisées pour la délimitation périurbaine. (Sutton et al., 2006) ont été les premiers à employer ces données de télédétection pour identifier les zones périurbaines de l'ensemble des États-Unis. (Sutton et al., 2010) ont également utilisé l'ensemble de données DMSP/OLS pour interpréter l'étalement urbain des cinq principales villes d'Australie. (Mustak et al., 2018) ont utilisé les données DMSP/OLS en combinaison avec Resourcesat-1, Cartosat-1 et plusieurs indicateurs socio-économiques comme indiqué dans le Tableau 2 afin de délimiter les zones périurbaines de la ville de Raipur, en Inde. Ils ont utilisé une fonction d'appartenance floue modifiée et ont dérivé un indice d'urbanité afin de cartographier la distribution spatiale des zones périurbaines. Alors que (Sutton et al., 2010) et (Mustak et al., 2018) ont utilisé l'ensemble de données DMSP/OLS à des fins de délimitation périurbaine, (Peng et al., 2018) ont appliqué cet ensemble de données de télédétection à la validation du résultat de la délimitation périurbaine. Certaines études ont utilisé des valeurs d'indices pour la délimitation périurbaine. Par exemple, (Kew & Lee, 2013) ont initié l'« Indice d'étalement amalgamé (ASI) » pour délimiter les zones périurbaines de la région du nord-central du Kentucky, aux États-Unis. (J. Huang et al., 2016) ont utilisé l'« Indice de diversité de Shannon (SHDI) » dérivé des données satellites Landsat multispectrales afin de délimiter les zones périurbaines de la zone métropolitaine de Guangzhou-Foshan, en Chine. D'autres approches pour la délimitation périurbaine comprennent la prédiction des potentiels de développement des sites d'infrastructure (Rahimi, 2016), la détermination des valeurs seuils (Fang & Wang, 2018), la modélisation de la concentration de la densité de population (Lincaru & Atanasiu, 2014), l'approche transdisciplinaire (Gonçalves et al., 2017), l'application de facteurs d'accommodation topologique (Hamers & Piek, 2012), l'analyse de clusters (Danielaini et al., 2018) et la technique d'évaluation multicritère (Merciu et al., 2019).

(Rahimi, 2016) a utilisé les potentiels de transition des sites de comblement pour visualiser comment l'expansion urbaine envahit progressivement ces sites pour la ville de Tabriz, en Iran. (Fang & Wang, 2018) ont combiné la technique de l'histogramme et un jugement conditionnel pour déterminer les valeurs seuils sous chaque critère socio-économique sélectionné, à savoir la densité des points d'intérêt (POI), la densité de population, la densité du réseau routier et la densité des districts recensés, afin d'effectuer la délimitation périurbaine pour Xi'an, en Chine. (Lincaru & Atanasiu, 2014) ont adapté un modèle de regroupement de la densité de population pour interpréter les dynamiques périurbaines des 27 États membres de l'UE.

(Gonçalves et al., 2017) ont conceptualisé que les zones périurbaines près d'un noyau urbain comprennent plus d'une typologie. Ils ont donc examiné les typologies des zones périurbaines en appliquant une analyse en composantes principales et ont développé une approche transdisciplinaire pour identifier les limites des zones périurbaines pour la région métropolitaine de Lisbonne (RML), au Portugal. (Hamers & Piek, 2012) ont utilisé un ensemble de facteurs d'accommodation topologique

(TA) pour délimiter les zones périurbaines aux Pays-Bas. (Danielaini et al., 2018) ont appliqué des analyses de clusters multivariées, univariées et multivariées multiples afin de détecter les clusters pertinents indiquant les zones périurbaines de la région métropolitaine de Cirebon (RMC), en Indonésie.

Alors que toutes les approches méthodologiques mentionnées ci-dessus ont utilisé plusieurs mesures quantitatives pour la délimitation périurbaine, une approche arithmétique pour la délimitation des zones périurbaines est proposée par (MacGregor-Fors, 2010). Il a développé une méthodologie en quatre étapes pour la délimitation des zones périurbaines de Morelia, au Mexique. Il a dérivé un « polygone urbain lissé » en reliant le sommet de chaque point de croissance de l'urbanisation afin de déterminer arithmétiquement les limites des zones périurbaines. Cependant, au lieu de la délimitation périurbaine, l'approche de l'étude de (MacGregor-Fors, 2010) est simplement une conceptualisation avec une portée spatiale très limitée.

7.3. Critères de délimitation des zones périurbaines

Plus d'un tiers (35,8 %) de la littérature examinée met en évidence les facteurs influençant la croissance périurbaine. Plusieurs facteurs influents, tels que les facteurs socioéconomiques, spatiaux, politiques et les instruments politiques (Brown et al., 2015; Chang et al., 2018; W. Wu et al., 2018; Xu et al., 2018), ont été identifiés comme des déterminants clés de la génération de la croissance périurbaine.

(W. Wu et al., 2018) ont identifié les facteurs socioéconomiques comme les principaux déterminants de la croissance périurbaine. Ils ont reconnu certains problèmes de proximité, tels que la proximité des grandes routes et des voies ferrées, la proximité du centre-ville et la proximité du quartier des affaires, ainsi que la distribution spatiale de l'intensité lumineuse nocturne, sous l'angle des considérations socioéconomiques. Dans une autre étude, (Chiu et al., 2019) ont utilisé les potentiels d'interprétation du flux de matériaux de construction et la distribution spatiale de l'énergie pour décrire la croissance périurbaine. Cependant, certaines considérations, telles que les facteurs économiques et naturels, présentent des impacts décroissants, car ces facteurs n'étaient significatifs qu'aux premiers stades du développement (W. Wu et al., 2018; Xu et al., 2018). Ce constat confirme la conclusion antérieure de (Madsen et al., 2010), qui avait précédemment identifié les impacts décroissants des facteurs économiques dans le façonnement de la croissance périurbaine.

Le schéma de l'immigration est une autre dimension à prendre en compte sur le plan socioéconomique, et il est observé comme un déterminant principal de la croissance périurbaine (Brown et al., 2015; Butt & Fish, 2016; Fisher, 2003). Fisher (2003) a souligné le lien qui existe entre l'immigration et la croissance périurbaine. Plus tard, Butt (2013) a étudié certains éléments sous-tendant l'immigration, tels que l'accessibilité financière au logement, l'accessibilité, le caractère paysager, les changements d'utilisation des terres et les valeurs foncières. Ensuite, Butt et Fish (2016) ont examiné comment ces

éléments sont liés à l'attribut démographique des migrants périurbains, tels que l'âge, le revenu et l'emploi. Alors qu'ils ont corrélé les éléments de l'immigration avec l'attribut démographique, Brown et al. (2015) ont étudié le « lien entre migration et trajet domicile-travail » afin de révéler le caractère de la croissance périurbaine.

Un autre aspect de la croissance périurbaine relevant du domaine des facteurs socioéconomiques est l'« effet de voisinage » (Wilson & Song, 2010). L'effet de voisinage implique que la présence de développements résidentiels existants dans les paramètres périurbains offre un levier pour le développement de nouveaux logements à proximité des zones résidentielles existantes (Dendoncker et al., 2007). (Z. Liu & Robinson, 2016) ont indiqué que les effets de voisinage, associés aux principes directeurs du plan stratégique régional, spécifient la direction spatiale et l'emplacement des nouveaux développements périurbains. Liu et Robinson (2016) ont utilisé plusieurs variables, telles que la distance à la route principale la plus proche, la distance au quartier des affaires central (CBD), la distance à l'école la plus proche, la distance à l'hôpital le plus proche, la distance à la côte la plus proche, la distance au parc le plus proche, l'altitude et les données sur les densités résidentielles, pour examiner les effets de voisinage contribuant à l'établissement de nouveaux établissements résidentiels.

Environ un quart (25,4 %) des articles examinés ont mis en lumière les initiatives politiques concernant le développement périurbain. Les zones périurbaines sont perçues comme des espaces de conflits d'utilisation des terres constants, où les aspirations des résidents entrent en conflit, et où le manque de consensus dans la définition des zones périurbaines et la standardisation des politiques sont évidents (Gallent, 2006). En ce qui concerne la définition des zones périurbaines, il y a un désaccord quant à savoir s'il faut examiner les caractéristiques et les ambiguïtés inhérentes des zones périurbaines ou adopter une approche descendante générale. Concernant la standardisation des politiques, le débat porte sur la question de savoir s'il faut suivre les techniques de planification existantes ou développer de nouveaux instruments politiques pour la gestion périurbaine. Même s'il y a peu de consensus sur les décisions de développement, un tel désaccord ne peut annuler l'importance de la participation des résidents dans le processus de prise de décision en matière de planification pour une croissance périurbaine durable (Foelske et al., 2019). Cependant, Gallent et Andersson (2007) ont souligné que le manque de consensus tel qu'illustré ci-dessus est le résultat de traitements injustes réservés aux zones périurbaines. Ces traitements injustes sont largement attribués aux injustices socioéconomiques, culturelles et environnementales dans les décisions de croissance périurbaine (Davis et al., 1994) (Angelo & Wachsmuth, 2015; C. Liu et al., 2018).

De plus, afin de garantir des traitements équitables dans les zones de croissance périurbaine, une compréhension des liens spatiaux et socioéconomiques complexes - qui sont entrelacés avec les zones urbaines et rurales - est essentielle (C. Liu et al., 2018). Cependant, les décideurs politiques et les

agences de gestion de la croissance urbaine manquent de documents clairement définis pour exercer leur autorité sur les décisions de développement (Mamun & Kim, 2019). Cela conduit à céder difficilement aux forces du marché et aux pressions spéculatives. Une frontière périurbaine clairement délimitée permet d'estimer la superficie prévue de l'empreinte urbaine - ce qui pourrait inciter les décideurs politiques à rationaliser leurs décisions de développement.

8. La Stratification en Algérie

8.1. Loi algérienne sur le classement des villes (strate urbaine) :

En Algérie, les agglomérations urbaines font l'objet de classifications selon deux principaux types : les stratifications légales et les stratifications statistiques. Deux textes définissent leur propre stratification. Il s'agit des lois :

- N° 2001-20 du 12/12/01 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire ;
- N° 2006-06 du 20/02/06 portant loi d'orientation de la ville.

Au cours des recensements de la population et de l'habitat, les critères de classification des communes en catégorie urbaine connaissent des variations pour diverses raisons. Afin de faciliter la lecture et la comparaison des différentes définitions utilisées, nous avons organisé et schématisé ces variations dans les Figures X et Y. Ces schémas mettent en lumière les différentes stratifications adoptées en Algérie de 1966 à 2008, offrant ainsi une vue d'ensemble des évolutions dans la classification des agglomérations urbaines au fil du temps.

Lors du recensement de 1966, les communes ont été classées en catégories urbaines, semi-urbaines, rurales et semi-rurales en fonction de la classification de leurs chefs-lieux. Cependant, lors du recensement de 1977, les communes urbaines ont été assimilées à des unités géographiques urbaines, définies comme des agglomérations urbaines. En 1987, les unités urbaines ont été définies à partir des agglomérations chefs-lieux, indépendamment des limites communales, comme lors du recensement précédent. Les mêmes critères de définition utilisés lors du RGPH 1987 ont été appliqués lors du recensement de 1998, mais ils ont été critiqués pour diverses raisons.

.

- **Concernant la taille de l'agglomération** : Il est important de noter que l'urbanisation peut être présente même en dessous du seuil de 5 000 habitants. Cependant, une analyse approfondie ainsi que des enquêtes sur le terrain pourraient être nécessaires pour identifier cette urbanisation. De même, dans des agglomérations dépassant les 10 000 habitants, l'urbanisation peut ne pas être toujours évidente.

- **En ce qui concerne le rang administratif** : Il est crucial de comprendre que le rang administratif, s'il est considéré seul, ne reflète pas nécessairement la réalité urbaine. D'autres critères doivent être pris en compte pour une évaluation précise.

- **En ce qui concerne l'activité (agricole ou non)** : Il convient de remettre en question l'idée selon laquelle la caractéristique principale d'une ville est que ses habitants ne sont pas principalement actifs dans l'agriculture (moins de 25 % de la population). De plus, les équipements publics planifiés dans les zones administratives ne prennent souvent pas en compte la démographie locale, ignorant ainsi l'activité économique.

- **Concernant l'uniformité des critères sur l'ensemble du territoire national** : Il est essentiel de reconnaître que cette approche peut ignorer la diversité géographique (littoral, steppe, Sahara, etc.) et climatique du pays. Les critères doivent être adaptés aux particularités de chaque région pour une évaluation plus précise.

- **En ce qui concerne le taux annuel moyen d'accroissement de la population entre 1987 et 1998** : Bien que cet indicateur puisse être utilisé pour évaluer l'attractivité d'une agglomération, il doit être utilisé avec prudence. En effet, un taux élevé d'accroissement ne garantit pas nécessairement une évaluation précise de la situation, car d'autres facteurs peuvent également influencer la croissance démographique.

En 2008, l'Office National des Statistiques a conservé la même définition urbaine qu'en 1998, assurant ainsi la continuité historique des analyses démographiques. Bien que cette définition soit utilisée pour suivre l'évolution des regroupements de population, elle reste flexible et peut nécessiter des ajustements en fonction de l'évolution de la société algérienne et des besoins des utilisateurs. Conformément aux recensements précédents, l'unité urbaine est déterminée par l'agglomération, englobant à la fois les agglomérations intercommunales et les villes. Le contour des agglomérations urbaines est établi selon un critère de 200 mètres autour des dernières constructions agglomérées, sans considération des limites administratives.

Les critères de classification des agglomérations en 2008 demeurent inchangés par rapport à 1998, mais une nouvelle catégorie appelée "Métropoles Urbaines" a été introduite pour mieux rendre compte des différentes réalités urbaines. Cette catégorie, comprenant Alger, Oran, Constantine et Annaba, désigne des agglomérations urbaines de plus de 300 000 habitants jouant des rôles régionaux, nationaux et internationaux.

	La population urbaine au RGPH				
Critère	1966	1977	1987	1998	2008
Nombre Minimale de Population	Une taille minimum de la population agglomérée au chef-lieu et la part de cette Population par rapport à la commune ; L'indice de la population agglomérée au chef-lieu et la part de cette population Par rapport à la commune	Un seuil minimum d'habitants	Seuil minimum d'habitants fixé à 5000	Un seuil minimum d'habitants fixé à 5000	Un seuil minimum d'habitants fixé à 5000
Seuil Actif Agricole/Non Agricole	Seuils minima d'actifs non agricoles par rapport au total des actifs	Plus de 1000 actifs non agricoles	L'actifs agricoles ne dépassent pas le 25%	L'actifs agricoles ne dépassent pas le 25%	L'actifs agricoles ne dépassent pas le 25%
Conditions obligatoires		L'existence d'un minimum d'équipements socio-éducatifs		Les Conditions obligatoires : - Raccordement au réseau d'AEP - Raccordement au réseau d'Electricité - Raccordement au réseau d'Assainissement	Les Conditions obligatoires : - Raccordement au réseau d'AEP - Raccordement au réseau d'Electricité - Raccordement au réseau d'Assainissement
Conditions complémentaires			-présence d'hôpitaux/polycliniques, D'établissements d'enseignement, Centres de loisir, cinémas	Trois parmi les cinq suivantes : La présence d'hôpital /polyclinique. La présence d'un lycée ou d'un collège d'enseignement moyen. La présence d'équipements socioculturels	Trois parmi les cinq suivantes : La présence d'hôpital /polyclinique. La présence d'un lycée ou d'un collège d'enseignement moyen. La présence d'équipements socioculturels

			Ou théâtres, existence de systèmes d'assainissement, de contrôle des Constructions		
Taux d'accroissement	Le taux d'accroissement de la population entre les recensements de 1954 et 1966.	Le taux d'accroissement entre 1966 et 1977 de l'agglomération	Le taux annuel moyen d'accroissement de la population ;	Le taux annuel moyen d'accroissement de la population entre 1987 et 1998.	Le taux annuel moyen d'accroissement de la population entre 1987 et 1998
Rang administratif		.	L'ensemble des chefs-lieux de wilaya et de daïra	Le rang administratif.	
Les strates					
Strates	-urbaines, -semi-urbaines, -rurales -semi-rurales	La Strate Urbaine La Strate Suburbaine La Strate Semi-Urbaine La Strate semi-urbaine potentielle La Strate des agglomérations non classées ailleurs	La Strate urbaine La Strate suburbaine La strate semi-urbaine La strate semi-urbaine potentielle La strate des agglomérations non classées ailleurs	La Strate de l'Urbain Supérieur La Strate de l'Urbain La Strate Suburbaine La Strate Semi-Urbaine	La Strate de l'Urbain Supérieur La Strate de l'Urbain La Strate Suburbaine La Strate Semi-Urbaine

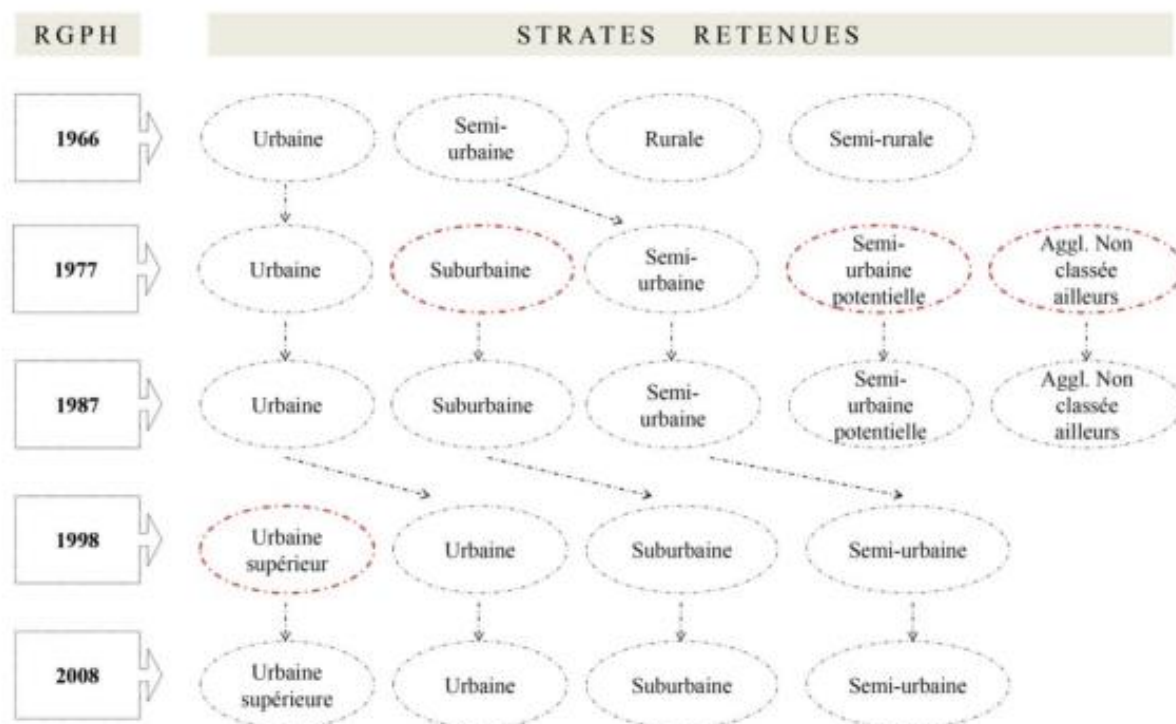


Figure 7 : L'Evolution des stratifications retenues en Algérie depuis 1966 jusqu'à 2008 (Armature urbaine, ONS, 2011)

Le maillage administratif en Algérie repose sur la commune en tant qu'unité de base. Les entités administratives du pays comprennent les wilayas, les daïras et les communes. Les wilayas sont divisées en deux ou plusieurs daïras, qui regroupent à leur tour plusieurs communes. La commune représente le niveau le plus bas du découpage territorial.

Les communes varient considérablement en taille et peuvent être très étendues. Il est courant de trouver une ou plusieurs agglomérations au sein d'une même commune, ou vice versa, plusieurs communes dans une même agglomération. L'agglomération où se trouve le siège de l'Assemblée Populaire Communale (APC) est appelée Agglomération Chef-lieu (A.C.L), tandis que les autres agglomérations de la même commune sont désignées comme agglomérations secondaires (A.S). Les agglomérations qui s'étendent sur plusieurs communes sont appelées Agglomérations intercommunales (AIC).

Les communes sont la base administrative de l'organisation territoriale, et ce système permet d'articuler les espaces urbains et ruraux dans le pays.

Bien que les communes ne constituent pas la base historique de l'organisation territoriale sur l'ensemble du territoire national en raison des fréquents redécoupages, les géographes statisticiens se sont de plus en plus penchés sur la description du phénomène urbain à partir des "agglomérations", qu'ils ont tenté de définir aussi précisément que possible, bien qu'elles n'aient pas de statut juridique dans l'organisation territoriale des pouvoirs locaux en Algérie.

Après l'indépendance, l'Algérie a été confrontée à de graves disparités régionales et locales, que l'État a progressivement tenté de résoudre au fil des ans. Cela s'est manifesté par la révision du maillage territorial à travers trois découpages administratifs successifs en 1963, 1974 et 1984. Depuis l'indépendance, l'Algérie a réalisé cinq Recensements Généraux de la Population et de l'Habitat (1966, 1977, 1987, 1998 et 2008), ce qui a entraîné une évolution rapide des unités géo-administratives. Chaque recensement a été suivi d'une réforme administrative majeure, reflétant ainsi l'évolution dynamique de l'organisation de l'espace en Algérie.

Conclusion

L'analyse des espaces périurbains met en évidence la complexité inhérente à leur définition et à leur délimitation. En effet, ces zones se situent à l'interface de l'urbain et du rural, et sont soumises à des dynamiques de transformation rapide. Le flou qui entoure leur désignation, tant sur le plan spatial qu'étymologique, complique leur gestion et leur planification. Les facteurs socio-économiques, environnementaux et politiques influencent continuellement ces territoires, et rendent difficile l'application de politiques unifiées.

Toutefois, malgré ces ambiguïtés, il est crucial de reconnaître l'importance stratégique des espaces périurbains dans la gestion des transitions ville-campagne et dans la lutte contre les effets néfastes de l'urbanisation non maîtrisée. Une meilleure compréhension de leurs dynamiques, notamment par le recours à des outils comme la télédétection et les systèmes d'information géographique, permettra de relever les défis liés à leur gestion et d'assurer un développement harmonieux, tenant compte des besoins en expansion urbaine tout en préservant les caractéristiques rurales.

En somme, la recherche sur ces espaces nécessite une approche multidisciplinaire qui intègre à la fois les aspects théoriques et pratiques, afin de proposer des solutions adaptées aux enjeux contemporains de l'urbanisation et de la périurbanisation.

Chapitre 3 : L'agriculture périurbaine en Algérie

1. Introduction

L'urbanisation, en tant que phénomène mondial, a eu des conséquences profondes sur les terres agricoles, particulièrement celles situées en périphérie des grandes villes, souvent désignées sous le terme d'agriculture périurbaine. Ce processus est loin d'être nouveau, mais il prend une ampleur alarmante dans plusieurs régions du monde, y compris au sud de la Méditerranée, où il menace les terres agricoles les plus fertiles. De nombreuses études soulignent que l'étalement urbain, motivé par la croissance démographique, les dynamiques économiques et les besoins en infrastructures, s'étend de plus en plus sur ces zones périurbaines. En conséquence, l'agriculture périurbaine voit non seulement ses surfaces réduites, mais elle perd également sa cohérence et sa fonction première : assurer une production agricole viable, capable de répondre à une partie des besoins alimentaires locaux.

Dans ce contexte, les travaux de chercheurs comme Antrop (2004), Simon (2008), et Zasada (2011) mettent en évidence l'importance des terres périurbaines dans le maintien des agro-écosystèmes et la sécurisation des ressources alimentaires des populations urbaines. Le modèle traditionnel d'extension urbaine empiète directement sur les terres agricoles, entraînant un changement d'affectation des sols et un repli de l'activité agricole. Au-delà de la simple perte d'espace cultivable, cette urbanisation constante affecte les écosystèmes agricoles de manière irréversible, menaçant ainsi la durabilité des systèmes alimentaires locaux.

Ce phénomène est amplifié par la difficulté de maintenir la cohérence agricole des zones périurbaines. L'agriculture y est souvent perçue comme un obstacle au développement urbain, plutôt qu'une composante essentielle du tissu socio-économique de la ville. Cela conduit à une transformation de l'agriculture périurbaine, qui finit par céder du terrain, au sens propre comme au figuré. Les études montrent que si cette tendance se poursuit sans intervention, l'agriculture périurbaine disparaîtra progressivement, privant ainsi les villes d'une ressource essentielle en termes de sécurité alimentaire et de services écosystémiques.

Face à ces constats alarmants, l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a identifié l'agriculture périurbaine comme un secteur prioritaire dans ses programmes globaux. La FAO anticipe que la disparition des paysages agraires périurbains, résultant de l'urbanisation constante, pourrait entraîner des pénuries alimentaires à l'avenir (Luck et al., 2011). Pour cette raison, l'organisation plaide pour une prise en compte plus systématique de ces espaces dans les politiques d'aménagement urbain. L'objectif est de préserver ces terres, non seulement pour

assurer une production alimentaire locale, mais aussi pour maintenir des écosystèmes fonctionnels en périphérie des grandes villes.

Serra et al. (2018) ajoutent à cette réflexion en soulignant que la compréhension des différentes formes d'agriculture périurbaine est essentielle pour développer des politiques efficaces contre l'urbanisation croissante. Selon eux, une meilleure connaissance des typologies agricoles permettrait d'adapter les outils de planification urbaine, afin de préserver les terres les plus productives et de renforcer la résilience des systèmes agricoles périurbains face à la pression foncière.

Ce phénomène n'est pas limité aux pays industrialisés. Au sud de la Méditerranée, notamment dans les pays du Maghreb, les espaces agricoles périurbains sont également soumis à une forte pression foncière. Les études de Daoudi (2011), (Elloumi, 2011; É. Valette et al., 2013), (E. Valette & Philifert, 2014), et (P. Valette Élodie ;. Dugué, 2017) montrent que dans cette région, l'agriculture périurbaine décline progressivement sous l'effet de la croissance urbaine et de l'expansion des infrastructures. Ces pressions sont particulièrement intenses autour des grandes agglomérations, où la demande en terres pour les projets résidentiels, commerciaux et industriels continue de croître.

En Algérie, la situation est critique. Les terres agricoles périurbaines, surtout celles de haute valeur agronomique et irriguées, subissent des transformations majeures. Elles sont de plus en plus réaffectées à des usages non agricoles, dans le but de répondre aux besoins socio-économiques des populations urbaines croissantes. Les terres agricoles, traditionnellement destinées à la production de denrées alimentaires, sont converties en zones résidentielles, commerciales, ou en infrastructures publiques. Cela entraîne une réduction significative des surfaces cultivables autour des grandes villes, compromettant la production agricole locale (Boudjenouia et al., 2006 ; Boudjenouia et al., 2008 ; Hadeef, 2011 ; Maachou, 2012 ; Bendjaballah Boudemagh, 2013 ; Semmoud et Ladhém, 2015). Ce phénomène est particulièrement préoccupant dans les villes du littoral algérien, où la pression foncière est exacerbée par l'absence d'une gestion efficace et proactive de la part des autorités locales.

Dans l'ensemble du pays, les terres agricoles périurbaines, ainsi que certains espaces naturels non agricoles, sont perçus comme des zones à faible valeur économique. Cela reflète une vision souvent biaisée du rôle des terres agricoles, où celles-ci sont considérées comme des espaces sous-valorisés par rapport à d'autres formes d'aménagements, comme les projets résidentiels ou industriels. Cette perception erronée conduit à une dépriorisation de l'agriculture dans les stratégies de développement urbain, et aggrave la fragmentation des espaces agricoles périurbains.

La question foncière en Algérie prend de plus en plus d'importance. Chaque année, les atteintes aux terres agricoles se multiplient, notamment autour des grandes agglomérations, où la pression foncière

liée à l'urbanisation devient insoutenable. Les terres agricoles littorales, situées autour des grandes villes, sont les plus touchées par ces dynamiques de transformation. Ces espaces, autrefois voués à la production agricole, sont aujourd'hui au cœur de transformations socio-spatiales multiples (Nemouchi, 2011). La gestion de ces terres est devenue un enjeu crucial, non seulement pour la préservation des systèmes alimentaires, mais aussi pour la protection des écosystèmes locaux.

2. La question de la durabilité de l'agriculture périurbaine

La durabilité de l'agriculture périurbaine est devenue une problématique importante en raison de l'accélération de l'urbanisation (Elloumi et al., 2003 : 19). Avec la réduction des terres publiques disponibles et la nécessité de répondre aux besoins en logements et infrastructures, la consommation de terres s'intensifie en Algérie. particulièrement dans des zones agricoles, qui ont historiquement approvisionné les marchés locaux en produits agricoles, notamment en fruits et légumes.

Le concept d'agriculture périurbaine fait référence aux activités agricoles situées à l'intérieur ou en périphérie des villes (Torre, 2014). Ce concept révèle une tension entre deux principaux enjeux : l'approvisionnement des villes en produits alimentaires de proximité et la protection des terres agricoles. Ces dernières sont souvent en compétition avec d'autres usages urbains, tels que la construction de logements, d'infrastructures de transport, d'installations industrielles ou la création de zones de loisirs. Plusieurs auteurs notent que cette concurrence affaiblit l'agriculture locale (Fleury et al., 2004).

Les zones périurbaines sont marquées par une forte concurrence en matière d'utilisation des sols, ce qui engendre des tensions, des conflits et une pression croissante pour l'urbanisation et l'artificialisation des terres. Cela entraîne une réduction des surfaces agricoles proches des villes. Ces dynamiques sont reflétées dans les documents de planification urbaine, en particulier au niveau communal et intercommunal (Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, Plan d'occupation des sols). Les conflits opposent les activités industrielles, résidentielles et touristiques d'un côté, et la préservation des espaces agricoles et naturels de l'autre, provoquant des tensions dans la rédaction des réglementations d'urbanisme et des projets de planification (Jouve et al., 2003).

Le rapport de 2004 du Conseil national économique et social (CNES) de l'Algérie souligne l'inefficacité des instruments juridiques pour la gestion foncière. Il est indiqué que « la question foncière demeure avant tout politique, masquant souvent les considérations économiques de l'utilisation et de la valorisation des terres, dont l'exploitation est marquée par une grande diversité de statuts. Cette situation contribue largement au désinvestissement dans les exploitations du domaine

privé de l'État, au morcellement des terres et à leur abandon, ainsi qu'à une exploitation anarchique... » (CNES, 2004 :100).

Les caractéristiques de l'agriculture périurbaine

L'espace périurbain, caractérisé par des terrains non bâtis, englobe une grande diversité de milieux, allant des zones naturelles et forestières aux terres agricoles. L'intégration de ces espaces dans la ville représente un nouveau projet territorial qui engendre des conflits en raison des différents points de vue et intérêts en jeu. Ce phénomène perturbe les systèmes agricoles traditionnels, mais ouvre également la voie à de nouvelles dynamiques agricoles (Vaudois, 1994 ; 1995). La proximité des villes a longtemps offert aux agriculteurs des opportunités de marché, leur permettant de répondre à la demande croissante de produits agricoles frais. Cette proximité leur permet également d'anticiper les évolutions des mentalités urbaines, tout en prenant conscience de la vulnérabilité de leurs exploitations. Par conséquent, ils développent une plus grande vigilance et adaptabilité face aux transformations de leur environnement (Bryant et Johnston, 1992).

3. L'agriculture périurbaine se distingue par plusieurs caractéristiques clés :

1. **Identité des agriculteurs** : Les agriculteurs en milieu périurbain se considèrent souvent comme des citoyens avant tout, dont la profession est l'agriculture. Ils appartiennent à un groupe social qui reste largement ouvert aux autres composantes de la société urbaine. Cette hybridation sociale favorise des échanges et des collaborations entre les différents acteurs de l'espace urbain et rural.
2. **Évolution de l'espace cultivé** : Le territoire agricole dans les zones périurbaines n'est pas statique. Les agriculteurs ont conscience que, dans un avenir plus ou moins proche, leurs terres seront urbanisées. Ils anticipent cette transformation en délocalisant progressivement leurs exploitations, abandonnant ainsi leurs anciens champs pour de nouveaux sites. Ce processus peut parfois être brutal, mais il s'étend généralement sur plusieurs décennies, permettant ainsi un refinancement des exploitations et du patrimoine.
3. **Modes de mise en valeur** : Le fermage constitue le mode de valorisation dominant dans ces espaces. Les propriétaires des terres sont souvent issus de familles ayant une tradition agricole ou appartiennent à de grandes organisations, qu'elles soient publiques ou privées. Cette structure de propriété peut influencer la manière dont l'agriculture est pratiquée et gérée dans ces régions.

4. **Valeur foncière** : La valeur foncière des terres en milieu périurbain est souvent bien supérieure à celle qui pourrait être attribuée à leur potentiel de production agricole. Cette valorisation économique entraîne des implications majeures pour l'agriculture. En effet, la mise en vente de ces terrains se traduit souvent par un arrêt complet de l'activité agricole, sauf dans le cas de maintiens précaires de production.

En somme, l'agriculture périurbaine évolue dans un contexte complexe, où les agriculteurs doivent naviguer entre les opportunités offertes par la proximité urbaine et les défis liés à la pression croissante de l'urbanisation. Ces caractéristiques soulignent l'importance de repenser les politiques agricoles et d'aménagement du territoire pour assurer la durabilité des systèmes agricoles dans un cadre périurbain en constante mutation. Des stratégies innovantes et inclusives pourraient favoriser une meilleure intégration de l'agriculture dans le tissu urbain, tout en préservant les ressources agricoles et en répondant aux besoins alimentaires des populations urbaines croissantes.

4. Réformes foncières en Algérie

4.1. La loi d'orientation foncière de 1990

En 1990, la loi d'orientation foncière, en accord avec la Constitution de 1989 qui garantit la propriété privée, a instauré un cadre pour la restitution des terres du Fonds national de la révolution agraire (FNRA) à leurs propriétaires d'origine (Loi n° 90-25 de décembre 1990). Ce texte est apparu dans un contexte de changement de régime, après les années 1980, qui ont vu l'émergence d'une nouvelle politique urbaine remettant en cause les décisions antérieures. Ce changement de régime s'est accompagné d'une politique libéralisant le marché foncier, facilitant la construction de maisons individuelles, l'essor de la promotion immobilière privée, et légalisant certaines constructions illicites. Toutefois, ces mesures ont accentué la ségrégation urbaine, notamment en raison du désengagement de l'État dans la construction de logements sociaux (Semmoud, 2003). La façon dont ces mesures ont été mises en œuvre leur confère un caractère ségrégatif, davantage accentué par ce retrait de l'État de la sphère du logement social.

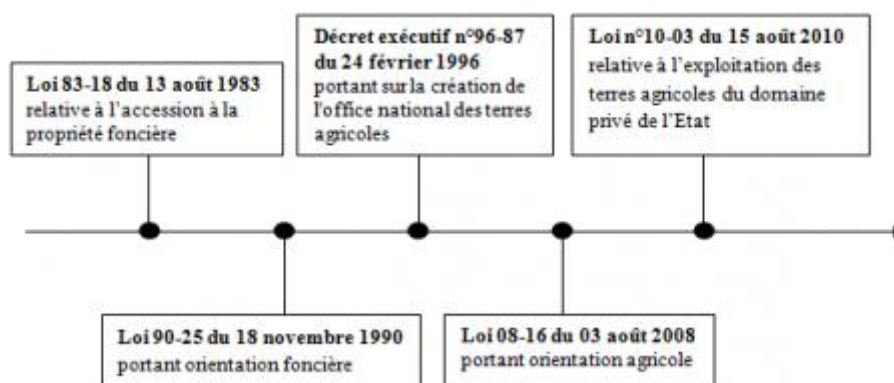


Figure 8. L'évolution du cadre législatif relatif au foncier agricole en Algérie

Le plan directeur d'aménagement, issu de cette loi, reste en vigueur aujourd'hui. Il vise à établir les grandes orientations pour l'aménagement des territoires, en mettant l'accent sur la gestion rationnelle de l'espace, la protection des activités agricoles et la préservation des zones sensibles. Selon l'article 11 de ce texte, « les instruments d'aménagement et d'urbanisme fixent les orientations fondamentales d'aménagement des territoires intéressés et déterminent les prévisions et les règles d'urbanisme. Ils définissent plus particulièrement les conditions permettant, d'une part, de rationaliser l'utilisation de l'espace, de préserver les activités agricoles et de protéger les périmètres sensibles, les sites, les paysages... ». De plus, l'article 48 précise que « dans les terres agricoles à potentialités élevées ou bonnes telles que définies par la législation en vigueur, les droits à construire sont limités aux constructions nécessaires à la viabilité des exploitations agricoles et aux constructions d'utilité publique ».

4.2. La concession agricole des terres du domaine privé de l'État

En 2008, la loi d'orientation agricole a renforcé et précisé les dispositions de la loi foncière de 1990, notamment en introduisant la concession comme mode principal d'exploitation des terres agricoles appartenant au domaine privé de l'État. Cette loi a marqué un tournant décisif en matière de gestion des terres agricoles, en tranchant définitivement sur le modèle d'exploitation qui devait remplacer les systèmes précédents, notamment celui des grandes fermes étatiques. La concession est ainsi devenue le cadre légal par lequel les exploitants agricoles peuvent bénéficier d'un droit d'usage sur les terres de l'État, tout en maintenant l'État comme propriétaire éminent de ces terres.

Deux ans plus tard, en 2010, une nouvelle loi sur les concessions agricoles est venue préciser les modalités d'application de cette réforme. Selon cette loi, le droit de jouissance perpétuelle, auparavant accordé aux exploitants, a été remplacé par un droit de concession limité à 40 ans, renouvelable. Cela signifie que les exploitants agricoles n'ont plus un droit à vie sur les terres qu'ils cultivent, mais plutôt

un droit d'usage pour une période donnée, ce qui introduit une certaine flexibilité dans la gestion des terres tout en assurant la propriété de l'État. Ce droit de concession permet également aux exploitants de vendre ou de garantir leur droit d'usage, créant ainsi un marché de ces droits, bien que celui-ci soit strictement encadré.

L'article 16 de cette législation établit un cadre restrictif pour ce marché. Il limite l'acquisition à un seul droit de concession par personne sur tout le territoire national, sauf autorisation spéciale pour constituer une exploitation unifiée à grande échelle. Cette restriction vise à éviter la concentration excessive de terres entre les mains de quelques grands exploitants et à maintenir une certaine équité dans l'accès au foncier agricole. Cependant, des exceptions existent, permettant à une personne d'acquérir plusieurs droits de concession sous certaines conditions, notamment pour réunir plusieurs parcelles en une seule exploitation, à condition de respecter des limites de superficie fixées par voie réglementaire et d'obtenir l'autorisation de l'Office national des terres agricoles.

Ces réformes foncières, qui ont débuté dans les années 1980 avec la transition vers un modèle d'agriculture privée, ont introduit des changements significatifs dans la structure de la propriété foncière agricole. Le modèle des grandes fermes étatiques socialistes, héritées de l'époque de la révolution agraire, a été progressivement remplacé par des exploitations privées, favorisant une agriculture plus en phase avec les principes de l'économie de marché. Ce passage a également entraîné une séparation nette entre le droit de propriété, qui reste entre les mains de l'État, et le droit d'exploitation, qui est accordé aux agriculteurs sous forme de concession. Cette dissociation visait à moderniser le secteur agricole, en offrant plus de flexibilité aux exploitants tout en conservant le contrôle de l'État sur les terres.

Cependant, la mise en œuvre de ces réformes a rencontré plusieurs obstacles qui ont compromis leur succès à long terme. Tout d'abord, le processus de transition n'a pas toujours été transparent, ce qui a généré des tensions et des incertitudes parmi les exploitants agricoles. De plus, la désorganisation des anciennes exploitations agricoles et le manque de soutien technique aux nouveaux exploitants ont rendu difficile l'adaptation à ce nouveau cadre. Enfin, l'absence d'une régulation stricte des marchés de droits d'usage a permis des pratiques non encadrées qui ont perturbé le développement harmonieux de ce système. Comme l'ont souligné certains auteurs (Amichi et al., 2015 ; Semmoud et al., 2015), ces lacunes ont sérieusement affecté la durabilité des réformes, d'autant plus que les pratiques locales, souvent informelles, n'ont pas été suffisamment prises en compte dans le processus législatif.

4.3. La politique foncière rurale de l'État algérien

Malgré une législation visant la protection et la préservation des terres agricoles, l'agriculture urbaine et périurbaine semble peu prise en compte dans la mise en œuvre des outils d'urbanisme. Dans notre cas d'étude, les politiques d'aménagement peinent à réduire la consommation d'espaces agricoles périurbains, en dépit des intentions affichées. Les terres agricoles littorales sont particulièrement touchées, étant le lieu de multiples transformations socio-spatiales. Bien que la législation prône la préservation des terres, les dynamiques d'urbanisation affectent fortement ces espaces agricoles.

La politique foncière rurale de l'État algérien a évolué de manière significative depuis l'indépendance, avec une série de réformes visant à protéger et structurer les terres. Dans les premières années suivant l'indépendance, l'État a pris en charge les terres abandonnées par les colons et a soumis les transactions foncières à des autorisations administratives (Bendjelid et al., 2004). La révolution agraire de 1971 a marqué un tournant, faisant de l'État un acteur central dans l'appropriation des terres agricoles et urbaines. Cependant, cette politique a été largement contestée dans les années 1980 en raison des limites imposées aux surfaces exploitables, de la mauvaise gestion bureaucratique des terres et du manque de rentabilité des exploitations agricoles.

Face à ces défis, cette première phase de réformes a échoué et a nécessité une série de réformes plus inclusives pour sécuriser les exploitants et restituer les terres à leurs propriétaires légitimes. La loi 87-19 de 1987 a créé les Exploitations Agricoles Collectives (EAC) et Individuelles (EAI), octroyant aux exploitants un droit de jouissance perpétuelle sur les terres agricoles tout en maintenant la propriété de l'État. Par la suite, la loi foncière de 1990 a rétabli la propriété privée sur les terres nationalisées, poursuivant ainsi une logique de restitution des droits fonciers aux propriétaires d'origine.

En 2008, la cession des biens du domaine privé de l'État a principalement pris la forme de concessions, bien que des exceptions aient été faites pour les projets prioritaires pour l'économie nationale, ces derniers étant accordés de gré à gré. Cette nouvelle phase de réformes a permis aux propriétaires privés réhabilités, dont les terres avaient été nationalisées ou protégées dans les premières années post-indépendance, de retrouver une partie de leurs droits fonciers.

4.4. La situation actuelle

Le régime foncier agricole demeure régi par la loi 87-19. Cependant, avec l'émergence d'une perspective de privatisation des terres du domaine public, une nouvelle dimension du foncier agricole se profile. Cette dimension vise à harmoniser, d'une part, le désir de possession, qui repose sur un principe économique axé sur la volonté de détenir un bien négociable, et, d'autre part, les aspirations

des agriculteurs bénéficiaires qui souhaitent voir leurs droits reconnus et leur propriété familiale préservée.

Ainsi, de nombreux textes réglementaires ont été élaborés dans le but de transformer le droit de jouissance des terres en un droit de propriété intégrale, mais peu ont été effectivement adoptés. Cette situation a engendré un partage informel, mais réel, des terres entre les bénéficiaires, entraînant un non-respect des obligations imposées par la loi 87-19 (CNES, 1996), en raison de l'absence de contrôle de la part des autorités publiques.

L'évolution observée du foncier agricole au cours de la dernière décennie révèle un blocage, marqué par une multitude de conflits, notamment le détournement de la vocation agricole des terres, le développement de cultures spéculatives, ainsi que l'extension de pratiques illégales ou douteuses telles que la vente des terres et la division foncière. De plus, les facilités de transfert des terres agricoles vers des besoins urbains compliquent encore davantage la situation.

La planification urbaine, qui est décidée uniquement par les élus, se révèle peu efficace en matière de protection de ce patrimoine foncier. Paradoxalement, bien que des dispositifs juridiques de protection soient en place, ils ne sont souvent pas respectés. Cette incohérence entre la législation existante et son application réelle souligne la nécessité d'une réévaluation des mécanismes de gestion foncière pour garantir la protection des terres agricoles et répondre aux enjeux actuels.

5. Les contraintes d'exploitation liées à la proximité urbaine :

L'agriculture périurbaine bien que connaissant un regain de développement depuis les réformes de libéralisation, demeure confrontée à plusieurs obstacles qui freinent son essor. Ces obstacles sont d'ordre social, administratif et technique, et compromettent à la fois la protection de ces espaces agricoles et leur pleine intégration dans les politiques de développement urbain. La faiblesse des mécanismes de protection de l'agriculture périurbaine, associée à l'ambiguïté des lois foncières, conduit les autorités à négliger de fait ces activités, les marginalisant dans les décisions d'aménagement.

5.1. Contraintes sociales

Les interactions entre l'agriculture périurbaine et la population urbaine environnante posent de nombreux défis pour les agriculteurs. En premier lieu, les actes de vol constituent un problème majeur. Par exemple, les cultures de pois chiche subissent régulièrement des vols avant leur récolte, obligeant les agriculteurs à surveiller leurs champs pendant de longues périodes, ce qui augmente considérablement la charge de travail. Cette situation pousse certains agriculteurs à abandonner les

cultures de légumineuses dans les zones proches des habitations pour se tourner vers des cultures moins vulnérables, comme les céréales, qui sont moins attractives pour les voleurs (Boudjenouia et al., 2003).

Par ailleurs, la cohabitation avec les citadins donne lieu à des conflits de voisinage, typiques des environnements urbains. Les dégradations volontaires ou involontaires, telles que le vandalisme, la circulation de véhicules à travers les champs et le piétinement des parcelles, viennent perturber les activités agricoles. Ces tensions rendent l'exploitation des terres périurbaines particulièrement difficile.

De plus, l'élevage de petits troupeaux itinérants, souvent appartenant à des citadins sans terres agricoles, pose également des défis. Ces troupeaux, qui pâturent sur les petits espaces vacants en périphérie des habitations, constituent une forme spontanée d'agriculture urbaine, mais entraînent aussi des désordres. Les pâturages urbains non régulés interfèrent avec les terres agricoles formelles, créant des frictions entre éleveurs et cultivateurs.

5.2. Pression foncière

La pression foncière est sans doute l'un des principaux obstacles à la préservation et au développement de l'agriculture périurbaine. Le détournement des terres agricoles de leur vocation initiale, en raison de changements dans leur classification foncière, est très mal encadré. Cela permet l'utilisation de ces parcelles pour des projets non agricoles, tels que des unités industrielles ou commerciales, sans régulation efficace. En conséquence, l'agriculture se voit progressivement reléguée au second plan, au profit d'usages économiques plus attractifs.

Les terres appartenant au domaine privé de l'État, exploitées par les Exploitations Agricoles Collectives (EAC) et Individuelles (EAI), sont les plus vulnérables à cette pression. Avec la libéralisation des années 1990, les mécanismes d'expropriation autoritaire sur les terres privées ont pris fin, laissant ces dernières exposées à une forte spéculation foncière. Les prix attractifs proposés aux propriétaires de terres agricoles situées dans des zones proches des axes routiers ou des zones déjà urbanisées favorisent la vente de ces terres à des fins non agricoles. Cette spéculation foncière conduit à un morcellement des exploitations agricoles, créant des parcelles de plus en plus petites et fragmentées, souvent abandonnées par leurs exploitants.

Ce processus d'abandon des terres agricoles s'ajoute à un mode d'urbanisation diffus, où les nouvelles constructions s'étalent de manière désordonnée. Cela entraîne des discontinuités dans le paysage agricole, rendant l'exploitation des terres encore plus complexe. Ces parcelles morcelées sont souvent

enclavées au milieu de zones urbaines, où les nuisances de voisinage, comme le bruit, la circulation et le vandalisme, compliquent davantage le travail des agriculteurs.

5.3. Conséquences pour l'agriculture périurbaine

En définitive, ces contraintes – qu'elles soient d'ordre social, économique ou foncier – compromettent la viabilité de l'agriculture périurbaine. Le manque de protection et de régulation foncière expose ces terres à une forte spéculation et à une conversion rapide en zones non agricoles. Ce phénomène contribue à l'effritement du tissu agricole périurbain, mettant en péril la capacité des agriculteurs à maintenir des exploitations rentables et productives à proximité des centres urbains.

La dégradation des relations entre citadins et agriculteurs, le morcellement des terres, et les faibles moyens de défense contre la spéculation foncière posent un problème majeur pour l'avenir de l'agriculture périurbaine. Sans des politiques publiques efficaces pour réguler l'usage des sols, protéger les terres agricoles et faciliter la cohabitation harmonieuse entre activités urbaines et rurales, l'agriculture périurbaine risque de continuer à perdre du terrain, tant au sens littéral qu'économique.

6. Les principaux acteurs de l'aménagement du territoire en Algérie et leurs compétences

Les principaux acteurs de l'aménagement du territoire peuvent être identifiés selon leur niveau d'intervention territoriale :

L'Etat, le principal acteur placé en haut de la hiérarchie qui représente le centre de décision. Il met en place le point de départ des politiques d'aménagement du territoire.

Les collectivités territoriales (wilayas et communes) sont dotées d'organes de fonctionnement. Pour la wilaya, il s'agit de l'Assemblée Populaire de Wilaya (APW) qui est un organe délibérant dont les membres sont élus notamment son Président (le P/APW).

La wilaya est représentée également par un exécutif nommé par décret présidentiel, à savoir le wali qui est le représentant de l'Etat à l'échelle locale.

Pour la commune qui constitue l'unité administrative de base, il s'agit de l'Assemblée Populaire Communale (APC) qui est un organe délibérant de la commune, et de son Président (le P/APC) qui représente l'exécutif élu de la commune.

En dernier lieu, on compte les services techniques centraux (les institutions publiques, les différentes directions, les bureaux d'études et les services techniques attachés à la wilaya et aux communes) qui sont au service de l'Etat, mais aussi les citoyens et les associations représentatives de la société civile qui n'ont qu'un rôle accessoire sur le terrain. La structure hiérarchique et les compétences de ces acteurs sont schématisées dans la figure 70.

Par ailleurs, on retrouve une certaine dualité entre les différents acteurs locaux, d'un côté les acteurs élus des assemblées (APC/APW), et d'un autre côté les représentants du pouvoir central (le wali et les responsables des directions de wilaya de différents secteurs représentants des ministères) qui constituent le pouvoir exécutif sous la tutelle étatique. En effet, c'est par l'intermédiaire du wali et du pouvoir exécutif que l'Etat tente d'encadrer les actions d'aménagement notamment par la promulgation de lois et de décrets, de procédures règlementaires, et par le biais des instruments d'urbanisme. Ainsi les orientations générales en matière d'aménagement et de gestion de la ville sont décidées à l'échelle centrale au niveau des ministères, et appliquées à l'échelle locale par le pouvoir exécutif à sa tête le wali.

Ce dernier gouverne l'ensemble du territoire de la wilaya et jouit de prérogatives importantes dans le pouvoir de décision. Cela dit, la marge de manœuvre des maires et des élus locaux (APC/APW) est très réduite. En effet, le représentant de la wilaya (le wali) supervise les communes et laisse peu de marge aux élus locaux. Les élus sont alors privés de leurs prérogatives malgré les pouvoirs de décentralisation qui leurs sont conférés par la loi,

Par ailleurs, la libéralisation du marché foncier dans les années 1990 pour répondre aux immenses besoins en logements a conduit à l'émergence de nouveaux acteurs dans la production et le façonnement de la ville et particulièrement des territoires périurbains. Il s'agit notamment des promoteurs immobiliers publics tels que l'OPGI (Office de Promotion et de Gestion Immobilière) et les agences foncières ou encore les promoteurs immobiliers privés qui sont activement impliqués dans la construction et la maîtrise d'ouvrage. La promulgation de la loi 86-07 portant sur la promotion immobilière, et la loi 88-01 sur les entreprises publiques économiques, ont ouvert le secteur de l'habitat aux promoteurs immobiliers publics et privés qui sont devenus aujourd'hui des acteurs incontournables dans la production immobilière. Dans le cadre de la libéralisation du marché foncier, les propriétaires fonciers privés sont aussi des acteurs potentiels dans la production du bâti notamment par le biais de l'auto-construction. Ainsi l'action privée par ces différents acteurs a fortement impulsée les nouvelles dynamiques périurbaines pour essayer de satisfaire la demande accrue en logements.

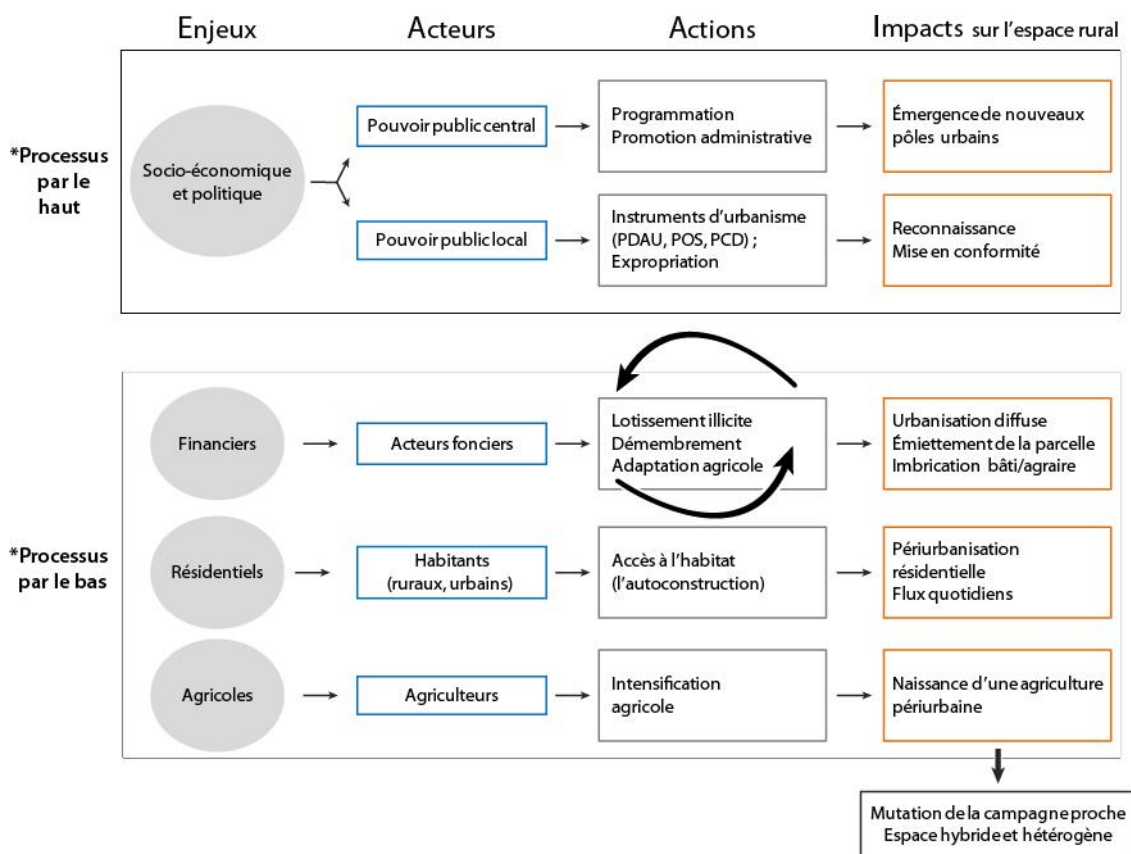
Les bureaux d'études, quant à eux, sont les maîtres d'œuvre chargés des études urbaines et de l'élaboration des plans d'urbanisme. Cependant, ces acteurs techniques ne sont pas libres dans leur réflexion portée sur la planification territoriale. Ils sont au service des élus locaux, car ils n'ont pas le pouvoir de décision (Messahel, 2010).

Les bureaux d'études ont la charge de la conception et l'organisation de l'espace en prenant en compte dans l'élaboration de leurs études les différentes contraintes et le respect des règles d'urbanisme. Leur mission est d'intégrer une vision stratégique à long terme qui oriente le développement cohérent des

territoires. En revanche, l'intérêt des élus locaux est de mobiliser un maximum de terrains pour construire des logements durant la durée de leur mandat.

Les bureaux d'études se voient ainsi imposer des décisions non-concertées par des élus locaux qui ne soucient guère de l'importance d'une vision prospective pour anticiper et mieux maîtriser la croissance urbaine. Leur seul souci est de bâtir à court terme et de réaliser dans l'immédiat des projets de logements. Les bureaux d'études se soumettent aux décisions prises par les élus locaux centrées sur des objectifs à court terme, et effectuent des ajustements et des adaptations à leur stratégie d'intervention. Ajouté à cela, l'absence de coordination entre les bureaux d'études a fini par compromettre la mise en œuvre de stratégies globales et cohérentes du développement urbain intégrant une dimension axée sur du long terme.

Par ailleurs, les acteurs associatifs qui portent un intérêt pour le devenir de la ville au niveau de la wilaya sont peu nombreux et peu réellement actives sur le terrain, Cette situation dénote de l'absence de la société civile dans la prise de conscience sur les enjeux territoriaux notamment en matière de mobilisation du foncier pour la production urbaine et périurbaine.



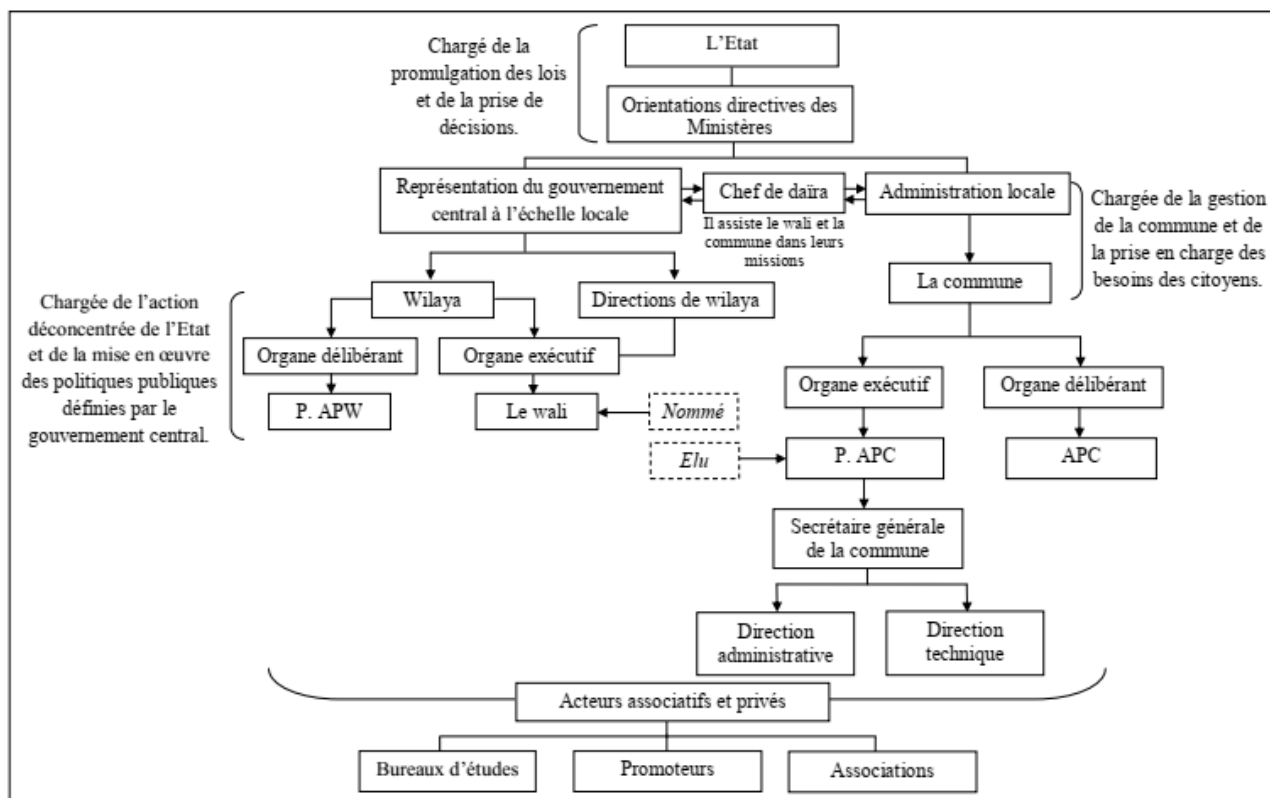


Figure 9 : Les acteurs institutionnels publics ou privés de la gestion territoriale en Algérie, (thèse : Missoumi M.A)

7. Identification des facteurs de la concurrence foncière dans les zones périurbaines

Les zones périurbaines subissent une forte pression foncière en raison de l'urbanisation croissante. Cette pression se manifeste par une concurrence accrue pour l'acquisition de terres, souvent au détriment des terres agricoles, qui sont pourtant essentielles pour l'approvisionnement alimentaire et la préservation des écosystèmes. Identifier les moteurs de cette concurrence est crucial pour comprendre les dynamiques territoriales et orienter les politiques d'aménagement en vue d'un développement plus équilibré.

La dynamique périurbaine fait référence aux processus de croissance et de développement qui se produisent dans les zones situées en périphérie des zones urbaines. Ces zones périurbaines sont souvent caractérisées par une transition entre les zones urbaines denses et les zones rurales plus éloignées. La dynamique périurbaine est le résultat de divers facteurs, notamment la croissance démographique, l'expansion urbaine, les changements dans les modes de vie, l'économie et les politiques d'aménagement du territoire.

Voici quelques éléments clés de la dynamique périurbaine :

1. **Expansion urbaine** : Les villes se développent souvent au fil du temps en absorbant les zones environnantes, créant ainsi des zones périurbaines. Cette expansion peut être le résultat de la croissance naturelle de la population, de migrations urbaines ou de politiques d'urbanisation.
2. **Changement de l'usage des terres** : Les zones périurbaines voient souvent une transformation de l'usage des terres, passant de l'agriculture ou des espaces naturels à des usages plus résidentiels, commerciaux ou industriels.
3. **Nouveaux modes de vie** : Les habitants des zones périurbaines peuvent avoir des modes de vie différents de ceux des zones urbaines denses. Par exemple, ils peuvent avoir accès à plus d'espace, à un environnement naturel, mais aussi être confrontés à des défis tels que des temps de trajet plus longs pour accéder aux services urbains.
4. **Pressions environnementales** : La croissance périurbaine peut exercer des pressions sur les ressources naturelles et l'environnement, notamment en ce qui concerne l'utilisation de l'eau, la gestion des déchets et la perte de terres agricoles et de zones naturelles.
5. **Infrastructures et services** : Les besoins en infrastructures et en services dans les zones périurbaines peuvent différer de ceux des zones urbaines denses, nécessitant souvent des ajustements dans la planification et l'approvisionnement en services tels que les transports, l'eau, l'énergie et les soins de santé.

Les facteurs influençant la concurrence foncière dans les zones périurbaines peuvent être divisés en trois grandes catégories :

- Les facteurs socio-politiques, économiques et environnementaux. Ces catégories permettent d'analyser les motivations des différents acteurs (investisseurs, résidents, promoteurs immobiliers) à cibler certaines zones périurbaines pour leurs projets.

7.1. Facteurs socio-politiques :

Les moteurs socio-politiques sont étroitement liés aux politiques d'aménagement du territoire, aux régulations foncières et aux dynamiques sociales. Dans les zones périurbaines, les décisions politiques influencent fortement la gestion et la distribution des terres, ainsi que la régulation du marché foncier. Parmi les principaux facteurs socio-politiques, on retrouve :

- **Politiques d'urbanisation** : Les plans d'urbanisme définissent les zones à développer en priorité. Lorsque des zones périurbaines sont désignées pour des développements futurs, elles deviennent plus attractives et la concurrence pour ces terrains s'intensifie.

- **Situation juridique du foncier** : L'existence de titres fonciers légaux favorise l'acquisition de terres, tandis que les terrains en indivision ou sans titre clair sont souvent délaissés ou difficiles à valoriser.

7.2. Facteurs sociaux :

La réputation du quartier, la proximité des infrastructures sociales (écoles, mosquées), ainsi que l'isolement ou l'intégration dans le tissu urbain influencent les préférences des acheteurs et des promoteurs immobiliers.

7.3. Facteurs économiques :

Les facteurs économiques jouent un rôle central dans la concurrence foncière, car ils déterminent la valeur marchande des terrains et leur attractivité pour divers types d'investissements. Parmi les facteurs économiques, on peut citer :

- **Prix du foncier** : Le coût par mètre carré est un facteur déterminant. Les terrains proches des centres-villes ou dans des quartiers prisés ont généralement des prix plus élevés.
- **Attractivité commerciale et touristique** : Les zones proches des pôles commerciaux ou touristiques (plages, zones balnéaires, quartiers d'affaires) sont convoitées pour des projets commerciaux ou hôteliers.
- **Proximité des infrastructures** : L'accès à l'électricité, à l'eau potable, au gaz et aux transports en commun augmente la valeur foncière des terrains et attire les investisseurs.

7.4. Facteurs environnementaux :

- Les facteurs environnementaux incluent les caractéristiques géographiques et écologiques des terrains, influençant à la fois la demande pour certains types de terres et les impacts de l'urbanisation sur les écosystèmes. Ces facteurs comprennent :
- **Emplacement géographique** : La vue, l'attractivité touristique et la réputation de la commune sont souvent des critères d'acquisition de terrains, notamment pour les acheteurs souhaitant investir dans des propriétés panoramiques ou côtières.
- **Topographie** : La pente, la forme géométrique du terrain et le nombre de façades sont des éléments cruciaux pour les projets de construction, influençant la faisabilité et les coûts d'aménagement.
- **Proximité aux ressources naturelles** : Les terrains proches d'écosystèmes protégés ou de ressources naturelles précieuses peuvent attirer des investisseurs, mais posent aussi des défis écologiques, notamment en termes de préservation des espaces naturels.

8. Développement d'indicateurs spatiaux et cartographie de la concurrence foncière

Afin de mieux comprendre la concurrence foncière dans les zones périurbaines et son impact sur l'aménagement du territoire, il est nécessaire de développer des indicateurs spatiaux explicites. Ces indicateurs permettent de cartographier et d'évaluer les divers facteurs qui influencent l'acquisition des terres tout en mesurant l'impact de cette concurrence sur la perte des terres agricoles.

Les indicateurs incluent :

- **Distance au centre-ville** : Plus un terrain est proche du centre-ville, plus il est attractif pour des projets d'aménagement urbain, et plus son prix est élevé.
- **Attractivité touristique et commerciale** : La proximité des attractions touristiques ou des quartiers commerciaux influence fortement la demande foncière, en particulier pour les projets à vocation touristique ou commerciale.
- **Accessibilité** : La disponibilité d'infrastructures telles que les routes, l'électricité et le gaz est un critère essentiel pour les investisseurs, car elle détermine la faisabilité des projets.
- **Superficie et forme du terrain** : Les grands terrains de forme régulière sont souvent recherchés pour les grands projets immobiliers.

Catégorie	Facteur	Valeurs possibles
Localisation géographique	Réputation du quartier	Quartier huppé, quartier populaire
Localisation géographique	Vue	Vue panoramique, vue sur mer
Localisation géographique	Attractivité touristique	Plage, ville balnéaire, complexe touristique
Localisation géographique	Attractivité commerciale	Quartier commercial, centre-ville
Localisation géographique	Distance au centre-ville	Proche, éloigné
Situation juridique	Type de propriété	Sans papier, indivise, acté, livre foncier
Topographie	Pente	Faible, forte
Topographie	Forme géométrique	Superficie, régularité
Infrastructures	Réseau électrique	Présent, absent
Infrastructures	Réseau d'eau potable	Présent, absent
Infrastructures	Gaz	Présent, absent
Infrastructures	Proximité des routes	Présent, absent
Services	Disponibilité des écoles	Présent, absent
Services	Proximité des mosquées	Présent, absent
Services	Proximité des commerces	Présent, absent
Services	Disponibilité du transport	Présent, absent

Tableau 1 : Tableau des facteurs de concurrence foncière

Ces facteurs permettent de quantifier et d'analyser les différentes motivations des acteurs impliqués dans la concurrence foncière, tout en offrant des outils d'aide à la décision pour mieux orienter l'aménagement du territoire et préserver les terres agricoles.

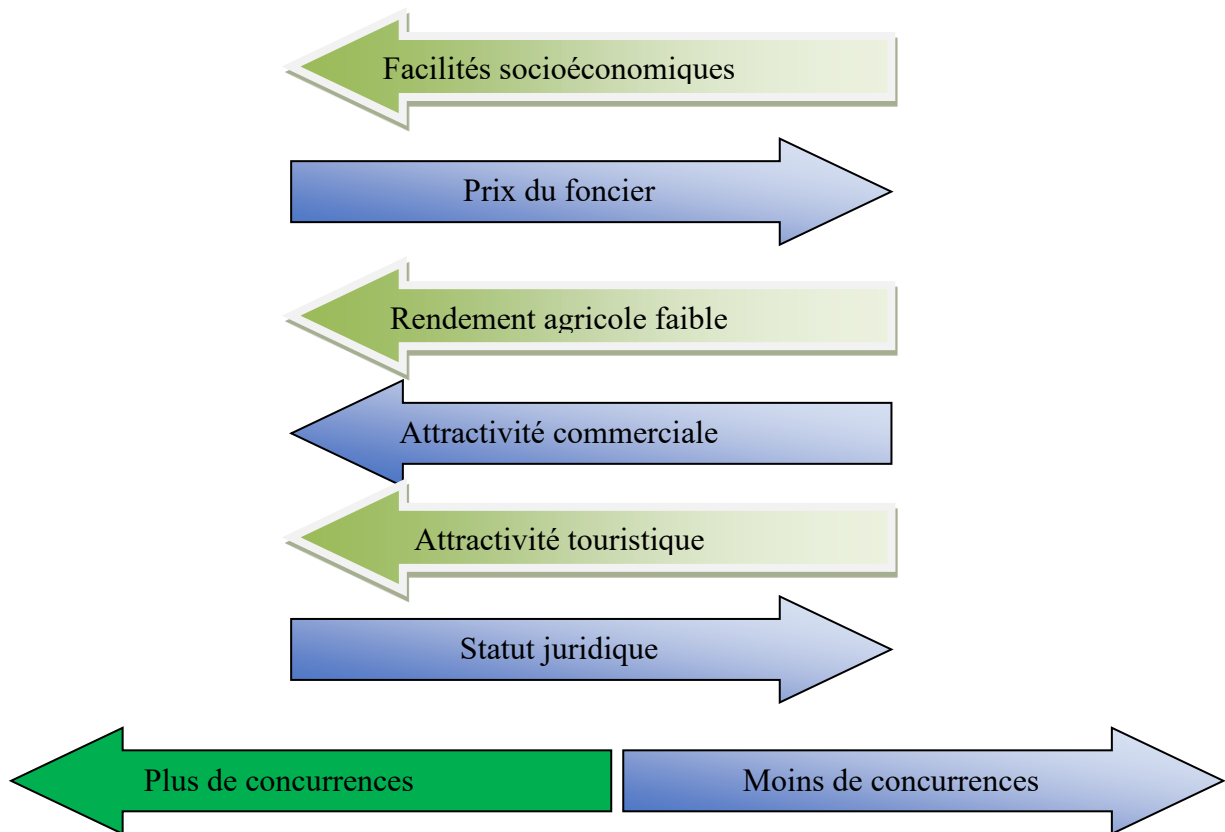


Figure 10 : Direction de la concurrence au terres agricoles selon les facteurs, (Gacemi M.A)

Organigramme des facteurs :

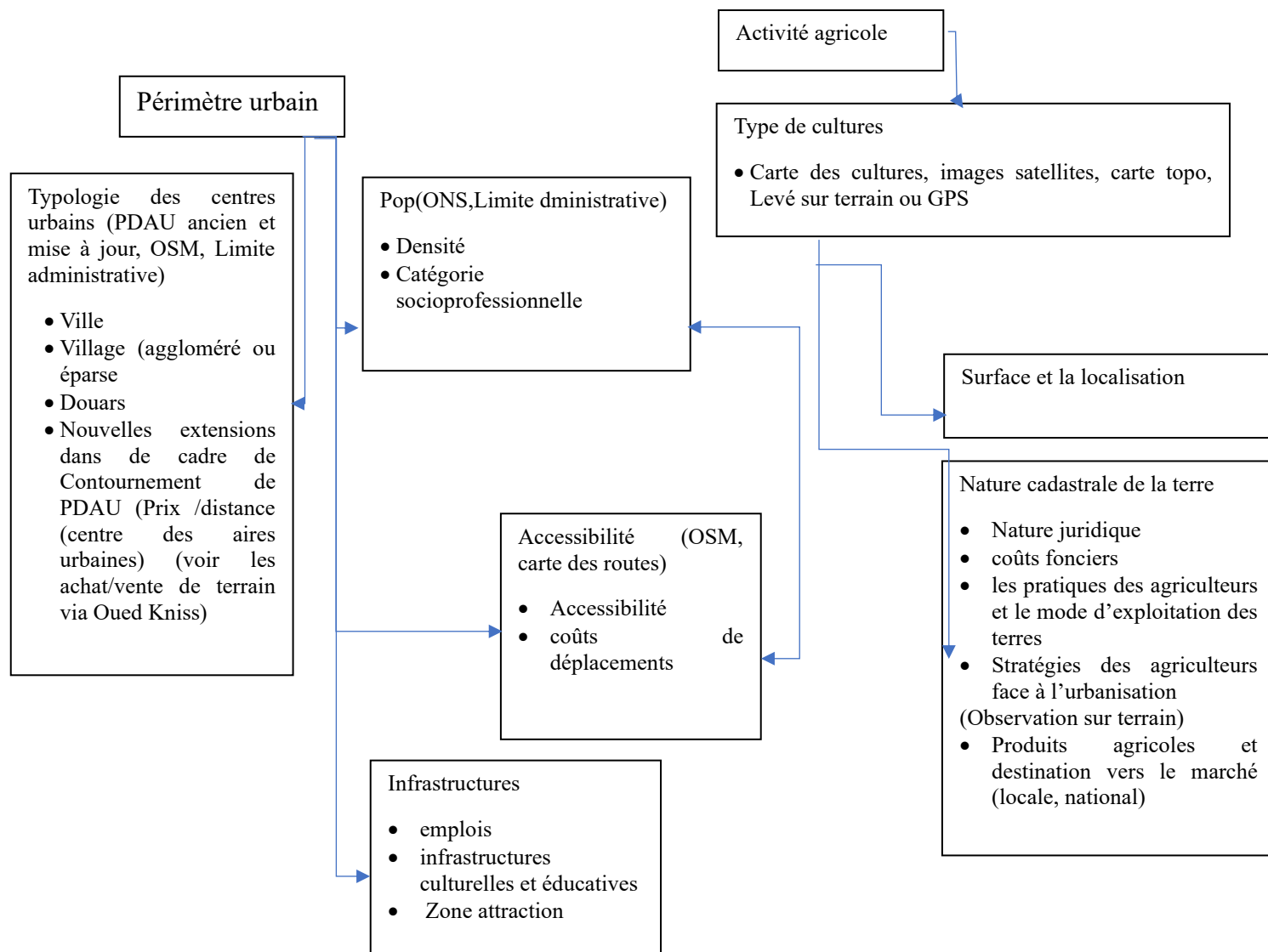


Figure 11 : Organigramme des facteurs de la concurrence au foncier

Conclusion

En Algérie, la question foncière, et plus particulièrement celle liée aux terres agricoles, revêt une importance capitale. Le morcellement des terres agricoles constitue un enjeu majeur, tant pour l'aménagement du territoire que pour la propriété foncière. Depuis l'indépendance, de nombreuses réformes ont été entreprises, mais le droit foncier agricole reste profondément inadapté. Cette situation est aggravée par l'absence de solutions aux problèmes d'indivision, qui divise les terres à chaque génération, et l'inorganisation du marché foncier, marquée par des obstacles à la circulation des droits fonciers (Sahli, 2001 ; Terranti, 2003). Cette quasi-anarchie foncière et le manque de clarté dans la gestion des terres ralentissent considérablement le développement de l'agriculture.

Les terres agricoles, notamment celles situées à proximité des grandes villes, subissent des pressions urbaines croissantes. Le développement urbain s'étend sur des terres fertiles, entraînant leur fragmentation et leur réaffectation à des usages non agricoles. Ce phénomène de mitage compromet l'équilibre urbain et la durabilité des systèmes agroécologiques, augmentant ainsi le taux de régression des terres agricoles à un rythme plus élevé que celui de l'urbanisation elle-même. Les études (Djenane, 1997 ; Cote, 1998 ; Bédrani, Bouaita, 2003) confirment que les prélèvements de terres agricoles pour l'expansion urbaine en Algérie ne cessent d'augmenter, exacerbés par la forte croissance démographique et urbaine.

À l'échelle nationale, une question se pose : l'Algérie dispose-t-elle encore de suffisamment de terres cultivables pour garantir son autonomie alimentaire ? Avec la diminution continue des surfaces agricoles, le pays a cessé d'être une grande puissance agricole et peine à assurer sa sécurité alimentaire. Des économistes algériens soulignent que le foncier agricole est l'un des principaux facteurs qui freinent le développement du secteur agricole et, par conséquent, la capacité du pays à subvenir à ses propres besoins alimentaires.

Sur le plan local, et en particulier à Mostaganem, cette problématique doit être abordée dans une perspective de développement durable. Une stratégie claire de gestion des espaces périurbains est indispensable. Pour Mostaganem, cette stratégie doit tenir compte des spécificités agroclimatiques de la région et de ses potentialités agricoles, tout en clarifiant le statut des espaces naturels et agricoles qui entourent la ville. Il est crucial de définir un équilibre entre urbanisation et préservation des terres agricoles pour assurer la durabilité des écosystèmes locaux.

En conclusion, l'agriculture périurbaine en Algérie fait face à de nombreux défis, principalement liés à l'urbanisation croissante qui affecte les terres les plus fertiles. Bien que des réformes, telles que la loi d'orientation foncière de 1990 et la loi de concession agricole de 2008, aient été mises en place pour encadrer cette transition, de nombreux obstacles subsistent. La gestion inefficace des terres et l'incohérence dans l'application des politiques publiques continuent de compromettre la protection des espaces agricoles périurbains. En outre, les conflits socio-politiques et économiques autour de l'utilisation des sols exacerbent la situation, avec une pression croissante du développement immobilier et des infrastructures.

Face à cette situation, il est crucial de repenser l'aménagement du territoire en conciliant urbanisation et protection des terres agricoles. Des politiques inclusives et des réformes foncières plus transparentes doivent être adoptées pour préserver les terres agricoles périurbaines, garantir la sécurité

alimentaire et protéger la biodiversité. L'avenir de l'agriculture périurbaine en Algérie dépendra de la capacité des autorités à mettre en œuvre ces changements de manière cohérente et durable.

Chapitre 4 : L'étude de la dynamique périurbaine par la géomatique

1. Introduction

Comprendre la dynamique périurbaine est essentiel pour élaborer des politiques efficaces en matière d'aménagement du territoire, de gestion des ressources et de développement durable, afin de garantir un développement harmonieux et équilibré des zones urbaines et périurbaines.

L'étalement urbain est une thématique qui mobilise des chercheurs de plusieurs disciplines : géographie, aménagement du territoire, urbanisme, écologie, économie, etc. La question de l'évaluation de ce phénomène apparaît cruciale : comment mesurer l'étalement d'une ville et analyser les effets de cet étalement ?

Les méthodes traditionnelles de suivi de la croissance urbaine, qui reposent sur des observations sur le terrain et l'utilisation de photographies aériennes, permettent de produire des cartographies précises de l'expansion urbaine et de retracer son évolution historique. Cependant, elles présentent plusieurs inconvénients (Jat et al., 2008). Elles sont coûteuses, chronophages et généralement pas mises à jour régulièrement. De plus, elles ne sont pas toujours disponibles partout. C'est pourquoi il y a un intérêt croissant pour la cartographie et le suivi de la croissance urbaine, en particulier de l'expansion urbaine, en utilisant des images satellitaires et des systèmes d'information géographique (J. Epstein et al., 2002).

Les données recueillies par les satellites sont aujourd'hui considérées comme un outil indispensable pour détecter les changements dans l'occupation et l'utilisation des sols sur les surfaces terrestres (Ridd & Liu, 1998). Le suivi de la croissance des zones urbanisées exige une connaissance périodique de l'occupation du sol avec un niveau de précision spatiale approprié. La télédétection est de plus en plus utilisée pour analyser l'expansion urbaine (Sudhira et al., 2004) en raison de la couverture géographique des images capturées, de la fréquence des prises de vue et de la résolution spatiale de plus en plus élevée des capteurs (Aguejda, 2009).

Les techniques de détection de changement, telles que la soustraction d'images, la corrélation et la rectification spatiale, sur les images numériques ont été mises en œuvre dès 1972 par Lillestrand. Elles intègrent les techniques de traitement des données satellites telles que la correction radiométrique, géométrique, la classification et l'extraction des formes, entre autres (Ashbindu, 1989). Ces techniques permettent de déterminer l'évolution du périmètre de la ville (contenant) et le "taux de remplissage" de la ville (contenu) (Skupinski et al., 2009).

Cette section vise à déterminer les différentes méthodes d'analyse de l'évolution du bâti qui soient généralisables, c'est-à-dire applicables à toute agglomération urbaine. Plus précisément, elle cherche à identifier des méthodes permettant de délimiter de manière automatique et fiable les contours du bâti, quelles que soient les définitions des agglomérations et les seuils du bâti.

La première section examine d'abord les étapes du traitement des séries temporelles pour les utiliser dans la détection du changement. Ensuite, la deuxième section présente les différentes stratégies de détection de changement en milieu urbain.

2. Télédétection urbaine, surveillance, synthèse et modélisation

La télédétection urbaine, une discipline émergente dédiée à l'étude des environnements urbains, a gagné en importance ces dernières décennies grâce aux avancées technologiques qui facilitent la collecte rapide et économique d'informations sur les villes. Ce domaine soutient la gestion urbaine et la recherche sur la morphologie urbaine, les dynamiques socio-environnementales et la durabilité. Depuis les années 2000, des sessions de télédétection urbaine ont été organisées lors des réunions de l'Association américaine des géographes (AAG), abordant des thèmes variés, allant de l'extraction de caractéristiques urbaines à la modélisation urbaine.

2.1. Avancées en télédétection urbaine

L'analyse multi-temporelle des images de capteurs à distance a rapidement gagné en popularité. Elle est essentielle pour aller au-delà de la détection des changements rapides (comme la conversion des terres) et pour surveiller les activités d'utilisation des terres continues avec des taux de changement plus lents (comme les modifications des terres) en utilisant des séries temporelles satellitaires. Cela représente un domaine de recherche émergent en télédétection de l'environnement depuis le début des années 2010, grâce à la disponibilité des archives d'images satellitaires (par exemple, les données Landsat et Sentinel) gratuites (Wulder et al., 2019), à la progression des infrastructures avancées de traitement d'images (telles que les systèmes informatiques haut de gamme et les plateformes de cloud computing), et au besoin scientifique croissant de comprendre les changements continus (par exemple, Schneider, 2012; Li et al., 2015a; Fan et al., 2017; Huang et al., 2017; Zhu, 2017; Arévalo et al., 2019; Stokes et Seto, 2019; Zhu et al., 2019; Chen et al., 2020).

La fusion ou l'intégration d'images dans les zones urbaines a évolué au-delà du pan-sharpening vers d'autres formes, incluant la fusion de données multi-capteurs, comme la fusion d'images multispectrales avec des nuages de points lidar (par exemple, Meng et al., 2012) et la fusion d'images optiques avec des données SAR (par exemple, Errico et al., 2015) ; la fusion de données multi-temporelles qui combine des images de la même zone à différentes dates pour créer un composite (par exemple, Schneider, 2012 ; Kabisch et al., 2019) ; la fusion d'images spatiales et temporelles pour générer un nouvel ensemble de données avec des résolutions spatiales et temporelles élevées à partir d'un ensemble de données original avec une résolution spatiale élevée mais une résolution temporelle faible, et un autre ensemble de données avec une résolution spatiale faible mais une résolution temporelle élevée (par exemple, Chen et al., 2015 ; Wang et Atkinson, 2018) ; et la fusion

d'images avec des données auxiliaires qui peuvent améliorer la classification des images (par exemple, Lai et Yang, 2020 ; Zhang et Yang, 2020).

Le développement de l'intelligence artificielle au-delà des algorithmes d'apprentissage superficiels vers des modèles d'apprentissage profond avec de nombreuses couches de traitement permettant d'apprendre des représentations de données avec une abstraction hiérarchique peut aider à découvrir des structures complexes dans de grands ensembles de données de capteurs à distance (LeCun et al., 2015). Les réseaux de neurones convolutifs profonds ont permis des avancées majeures dans la classification d'images sur des zones urbaines complexes (par exemple, Maggiori et al., 2017 ; Sharma et al., 2017), tandis que les réseaux récurrents ont démontré leur efficacité dans le traitement des séries temporelles satellitaires, conduisant à une amélioration de la reconnaissance des motifs (par exemple, Sharma et al., 2018). De plus, les réseaux résiduels profonds sont plus faciles à entraîner comparativement aux réseaux convolutifs profonds et représentent ainsi l'une des architectures de réseaux profonds les plus prometteuses pour la classification des images (He et al., 2016).

Avec l'utilisation de classificateurs de motifs plus avancés pour l'extraction des caractéristiques urbaines, il y a une tendance à aller au-delà des classificateurs uniques vers des systèmes de classificateurs multiples (ou ensembles de classificateurs). Plusieurs classificateurs relativement nouveaux, tels que les machines à vecteurs de support et les forêts aléatoires, sont très prometteurs, mais leur performance peut être compromise en raison de leur incapacité à prendre en compte les erreurs de classification dues à l'ambiguïté des classes résultant des pixels mixtes, de la variabilité au sein des classes, des zones dynamiques, des zones de transition et des ombres topographiques (Smits, 2002). En revanche, les systèmes de classificateurs multiples peuvent générer de meilleurs résultats pour une tâche de classification en combinant un ensemble de classificateurs uniques (en tant que classificateurs de base), en supposant qu'un classificateur individuel performe bien au moins sur une certaine région de l'espace des caractéristiques et tend à faire des erreurs de prédiction indépendantes (voir Du et al., 2012 ; Shi et Yang, 2017 ; Patidar et Keshari, 2018 ; Shen et al., 2018).

Les mégadonnées, en termes de volume, de variété et de vélocité, posent des défis en matière d'acquisition, de stockage, d'interrogation, de partage, d'analyse, de visualisation, de mise à jour et de protection des informations. Au cours des dernières années, diverses plateformes de cloud computing ont été développées pour relever ces défis. Plus précisément, les plateformes de cloud computing sont de plus en plus utilisées pour exécuter des traitements et des services de données spatiales à grande échelle. Google Earth Engine (GEE ; <https://earthengine.google.com/>) et NASA Earth Exchange (NEX ; <https://c3.nasa.gov/nex/>) sont deux des plateformes de cloud computing les plus ouvertes, soutenant les données et les analyses à grande échelle pour les sciences de la Terre (par exemple, Patel et al., 2015 ; Huang et al., 2017 ; Gorelick et al., 2017 ; Liu et al., 2018 ; Soille et al., 2018).

Enfin, l'intégration de la télédétection et des données géospatiales pertinentes ainsi que des technologies associées a soutenu diverses applications innovantes dans les zones urbaines. Parmi celles-ci, on peut citer l'analyse de la croissance urbaine (par exemple, Huang et al., 2017), la cartographie des implantations non planifiées et informelles (par exemple, Kuffer et al., 2016), la cartographie mondiale des implantations urbaines (par exemple, Corbane et al., 2017), les impacts de l'urbanisation sur la phénologie de la végétation (par exemple, Zipper et al., 2016; Li et al., 2017), la verdure urbaine et la santé (par exemple, Mennis et al., 2018), les îlots de chaleur urbains (UHI) et la détection thermique (par exemple, Wang et al., 2016), le climat urbain (Johnson et Shepherd, 2018), les risques urbains (par exemple, Costanzo et al., 2016), la planification urbaine (par exemple, Norton et al., 2015) et la durabilité urbaine (par exemple, Bonafoni et al., 2017). On observe une tendance dans les applications de la télédétection qui dépasse l'observation des schémas spatio-temporels pour analyser les processus socio-environnementaux et viser la durabilité urbaine (Seto et al., 2017).

Plusieurs techniques émergentes de télédétection et d'apprentissage automatique, telles que l'apprentissage profond et les infrastructures de cloud computing, pour l'extraction des attributs urbains. Des modèles d'apprentissage profond pour la cartographie urbaine et paysagère à partir de données de télédétection, en mettant l'accent sur les réseaux de neurones profonds tels que les réseaux neuronaux convolutifs (CNN) et les réseaux neuronaux récurrents (RNN) pour relever les défis actuels de la classification des terres. Deux études de cas utilisant des CNN et des RNN pour la cartographie paysagère d'une zone côtière urbanisée complexe sont présentées pour démontrer comment les modèles d'apprentissage profond peuvent améliorer les performances en télédétection. Les infrastructures de cloud computing pour le traitement et les services des données géospatiales à grande échelle, les bibliothèques d'éléments d'image pour la cartographie urbaine, et l'analyse paysagère multi-échelle pour le suivi de la croissance urbaine et l'évaluation de l'impact environnemental. les aspects techniques et scientifiques de Google Earth Engine (GEE) émergeant comme une nouvelle plateforme de télédétection basée sur le cloud pour les études urbaines et paysagères. GEE est utilisé dans plusieurs domaines spécifiques, tels que la cartographie de l'étendue urbaine, l'estimation de l'urbanisation, la caractérisation des écosystèmes urbains et l'évaluation de l'accessibilité des villes. Ils présentent également deux études de cas utilisant GEE pour la cartographie de l'étendue urbaine et la caractérisation des écosystèmes.

2.2. Exigences de Cartographie Urbaine

Les paysages urbains sont constitués de divers éléments tels que des bâtiments, des routes, des parkings et des espaces verts, chacun possédant des propriétés biophysiques distinctes qui interagissent pour former des systèmes écologiques complexes. Pour comprendre et gérer ces systèmes, il est essentiel de quantifier avec précision leurs modèles spatiaux et leurs changements au

fil du temps. Cela nécessite des méthodes standardisées pour définir, détecter et cartographier les composants urbains afin de développer un modèle global de la morphologie urbaine.

Les surfaces imperméables, telles que les routes et les toits, sont des indicateurs clés de l'urbanisation et de la qualité environnementale. Elles impactent l'hydrologie en augmentant le ruissellement urbain et en réduisant la recharge des eaux souterraines, influençant la qualité de l'eau et modifiant le climat urbain en affectant les flux de chaleur. Par conséquent, estimer et cartographier les surfaces imperméables est essentiel pour la gestion environnementale et la planification urbaine. Des données précises sur ces surfaces soutiennent l'évaluation de la qualité de l'eau, la gestion des eaux pluviales, le développement des infrastructures et la croissance urbaine durable.

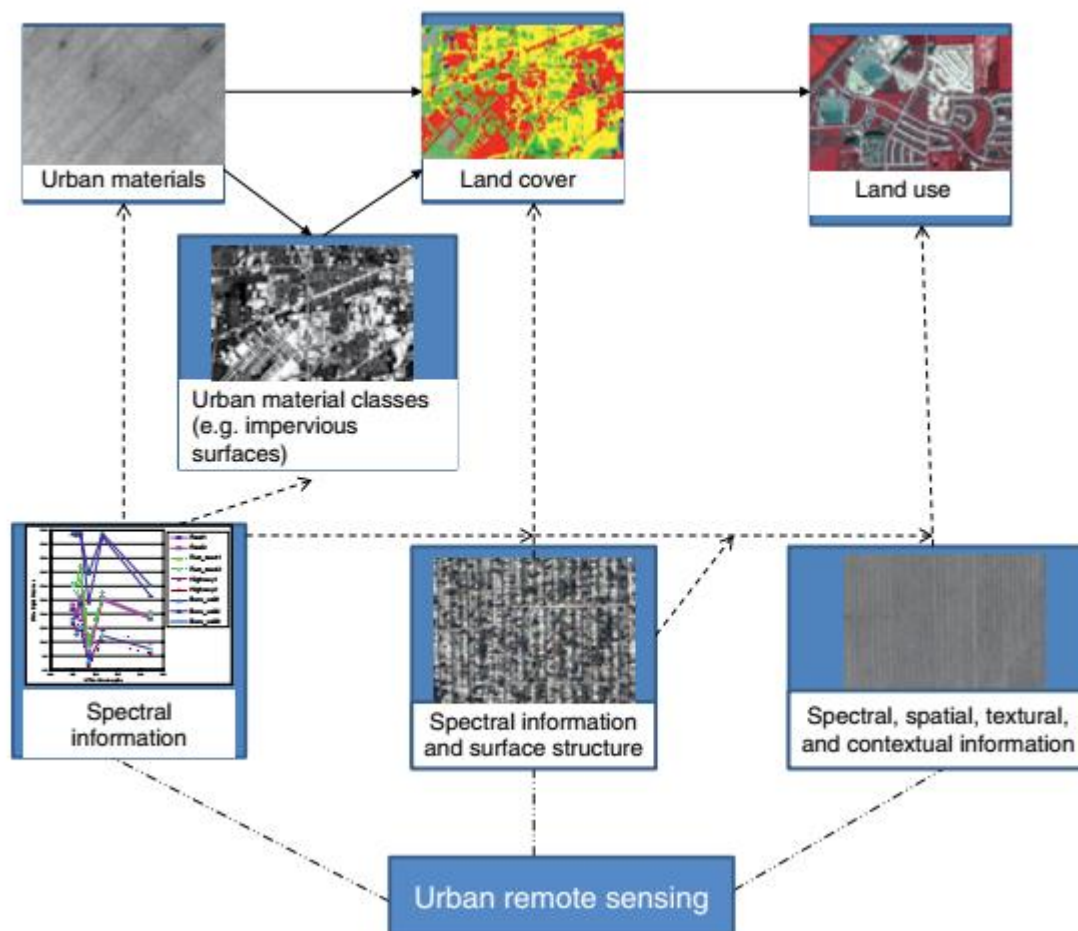


Figure 12 illustration de la relation entre la télédétection des matériaux urbains, la couverture terrestre et l'utilisation des sols

2.3. Application de la Télédétection dans la Classification de l'Utilisation et de la Couverture du Sol Urbains

La technologie de télédétection a été largement utilisée pour la classification de l'utilisation et de la couverture du sol urbains (LULC) et pour la détection des changements. Cependant, il est rare

d'atteindre une précision de classification supérieure à 80% en utilisant des algorithmes de classification par pixel (appelés "classifications dures") (Mather 1999, p. 10). Ainsi, une approche "souple"/floue a été adoptée, où chaque pixel est assigné à une appartenance de classe pour chaque type de LULC au lieu d'un seul label (Wang 1990). Néanmoins, comme le suggère Mather (1999), ni les classifications "dures" ni les "souples" ne sont appropriées pour analyser les paysages hétérogènes. Mather (1999) préconise l'identification, la description et la quantification plutôt que la classification pour mieux comprendre la composition et les processus des paysages hétérogènes tels que les zones urbaines.

Ridd (1995) a proposé un modèle conceptuel majeur pour l'analyse de télédétection des paysages urbains, à savoir le modèle végétation-surface imperméable-sol (V-S-I). Ce modèle suppose que la couverture du sol dans les environnements urbains est une combinaison linéaire de trois composantes : la végétation, la surface imperméable et le sol. Ridd croyait que ce modèle pouvait être appliqué aux analyses spatio-temporelles de la morphologie urbaine, des systèmes biophysiques et humains.

Reconnaissant que le modèle V-I-S peut être utilisé pour définir les composantes standardisées des paysages urbains, ce chapitre utilise l'analyse de mélange spectral linéaire (LSMA) comme technique de télédétection pour estimer et cartographier les composantes V-I-S afin d'analyser les motifs et dynamiques urbains. L'étude de cas sera menée à Indianapolis, États-Unis, de 1991 à 2000, en utilisant des images satellitaires multi-temporelles, c'est-à-dire les images Landsat Thematic Mapper (TM)/Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) de 1991, 1995 et 2000. En raison de l'importance des surfaces imperméables en tant que couverture du sol urbain, ce chapitre commencera par examiner les exigences en matière de données pour la télédétection des surfaces imperméables, en s'intéressant particulièrement aux impacts des caractéristiques des données de télédétection (résolutions spectrale, temporelle et spatiale).

2.4. Exigences pour la Cartographie Urbaine

Les exigences pour la cartographie urbaine (Weng 2012 ; Zhang et al. 2017) sont complexes et ne se prêtent pas à des réponses simples. Cette revue commence par les besoins spectraux pour la cartographie urbaine, une considération courante en imagerie et cartographie, et leur relation avec l'échelle catégorielle. Ensuite, elle examine la relation entre la résolution spatiale - appelée échelle d'observation de la télédétection dans cet article - et la structure des paysages urbains. Un problème central à cette relation est celui des pixels mixtes dans les zones urbaines, abordant ainsi les approches pixel et sous-pixel pour les analyses urbaines.

Deux études sont ensuite discutées, évaluant les modèles de température de surface terrestre (LST) à différents niveaux d'agrégation afin de déterminer l'échelle opérationnelle optimale pour ces études. La section 2.5 se concentre sur la dépendance à l'échelle des phénomènes urbains et présente deux études de cas : l'une sur la variabilité de la LST à travers plusieurs niveaux de recensement (bloc, groupe de blocs et secteur) et l'autre sur la modélisation de l'estimation de la population résidentielle à multi-échelles.

La revue se termine par une conclusion qui résume les discussions et réfléchit sur les développements futurs dans ce domaine.

2.5. Cartographie Urbaine et Échelle Catégorielle

La télédétection urbaine doit prendre en compte les exigences de cartographie de trois entités ou substances interreliées à la surface de la Terre (matériaux, couverture terrestre et utilisation des terres) ainsi que leurs relations (Weng et Lu 2009 ; Weng 2012). Les zones urbaines sont composées de divers matériaux, y compris différents types de matériaux artificiels (surfaces imperméables), sols, roches et minéraux, ainsi que de végétation verte et non photosynthétique. Ces matériaux constituent la couverture terrestre et sont utilisés de diverses manières à des fins variées par les humains.

La couverture terrestre se définit comme l'état biophysique de la surface de la Terre et de la subsurface immédiate, incluant la biota, le sol, la topographie, les eaux de surface et souterraines, ainsi que les structures humaines (Turner et al. 1995). L'utilisation des terres se définit par l'usage humain du sol, impliquant la manipulation des attributs biophysiques du sol et les fins auxquelles il est utilisé (Turner et al. 1995). La technologie de télédétection a été appliquée pour cartographier l'utilisation des terres, la couverture terrestre et les matériaux urbains. Leurs relations sont illustrées dans la Figure 1.1.

Chaque type de couverture terrestre peut posséder des propriétés de surface uniques (matériaux), mais la cartographie des couvertures terrestres et des matériaux a des exigences différentes. La cartographie de la couverture terrestre doit considérer des caractéristiques en plus de celles provenant des matériaux (Herold et al. 2006). La structure de surface (rugosité) peut influencer la réponse spectrale autant que la variabilité intra-classe (Gong et Howarth 1990 ; Myint 2001 ; Shaban et Dikshit 2001 ;

Herold et al. 2006). Par exemple, deux types de couverture terrestre, comme les routes en asphalte et les toits en bardeaux composites/goudron, peuvent avoir des matériaux très similaires (hydrocarbures) et sont donc difficiles à discerner d'un point de vue matériel.

3. L'exploitation des images en contexte multi-temporel

3.1. L'analyse multi-temporelle

Destinée à comparer des images prises à des dates différentes. Elle nécessite que les images aient la même géométrie d'où le besoin de les corriger géométriquement de manière qu'elles soient superposables. Lorsqu'une zone d'étude se situe à cheval sur plusieurs images, il est nécessaire d'assembler des images, d'où l'importance là aussi de l'ajustement géométrique des données.

Les séries temporelles d'Images de Télédétection sont des données très riches pour l'étude de l'occupation des sols, soit pour la discrimination d'un état d'occupation des sols, soit pour l'étude de leur évolution.

La principale utilisation actuelle de ces images consiste à sélectionner deux images de ces séries et à étudier leurs différences, afin d'étudier les changements dans la scène. Cependant, le changement dans une scène peut être disséminés sur une longue période (ex : l'urbanisation d'une zone peut prendre plusieurs années)(Petitjean et al., 2010).

L'utilité d'analyse des séries temporelles d'images satellitaires est de résumer l'information organisée selon trois critères (Naizot et al., 2004).

- A. L'espace : pixel
- B. Temps : date d'acquisition
- C. Les variables : canaux radiométriques

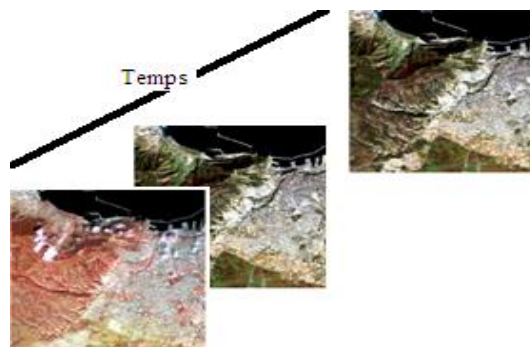


Figure 13: Les critères d'analyse des séries temporelles

3.2. Données Multi-Temporelles

3.2.1. Définition des données Multi-Temporelles

L'information multi-temporelle est constituée d'une série d'images capturées sur une période donnée. Ce terme englobe des images acquises sur des échelles temporelles variant de quelques jours à

plusieurs années. L'intervalle entre ces images est déterminé pour suivre l'évolution d'un événement au fil du temps. Les séries d'images temporelles constituent une ressource essentielle pour de nombreuses applications, notamment la surveillance des changements de la couverture du sol et l'expansion urbaine. Ces applications requièrent des images prises sur la même zone géographique à des moments différents.

3.3. Variabilités Spatio-Temporelles

Une zone géographique peut correspondre à un ou plusieurs objets. Lors de la construction d'une ontologie, il est crucial de prendre en compte la variabilité des concepts, qui dépend de la résolution, de la localisation et de la date d'observation.

3.3.1. Étapes du Traitement des Séries Temporelles

L'utilisation quantitative des séries temporelles d'images satellites nécessite des phases de traitement géométrique et radiométrique. Ces étapes visent à rendre les images superposables et comparables pour détecter les changements. Le traitement se divise en deux phases principales :

Normalisation Radiométrique :

Cette première phase consiste à ajuster la série temporelle pour que les images soient comparables en termes de réflectance.

Extraction des Informations Multi-Sources : La deuxième phase repose sur l'extraction d'informations provenant de différentes sources.

Restauration d'Images

La restauration d'images vise à améliorer la qualité visuelle d'une image en éliminant certains défauts liés au processus d'acquisition. Parmi les techniques couramment employées, on trouve la correction du biais et la réduction du bruit. Plusieurs méthodes existent pour atténuer le bruit introduit lors de l'acquisition des images. Par exemple, les techniques de filtrage linéaire utilisent des filtres passe-bas pour réduire le bruit, bien qu'elles puissent également adoucir les contours, rendant ainsi l'image floue.

Avant d'appliquer tout traitement d'images de télédétection, il est fondamental de corriger les images brutes tant sur le plan radiométrique qu'atmosphérique. Cette correction a pour but de minimiser l'incertitude des données liée aux instruments de mesure (comme les paramètres de calibration des capteurs) et aux perturbations atmosphériques. Une fois cette correction réalisée, il devient possible d'effectuer des processus plus complexes tels que la fusion multi-capteurs et/ou multi-temporelle, permettant une analyse plus précise et exhaustive des données collectées (Bouakache et al., 2008).

Normalisation des Données

La normalisation des données consiste à les mettre sur une échelle commune avant leur agrégation. Par exemple, lors de l'agrégation booléenne, il est nécessaire que les données soient exprimées sur une échelle de 0 et 1.

L'avantage principal de cette standardisation réside dans sa capacité à intégrer des variables internes mesurées avec des échelles non comparables au sein d'une même classification. Les données multi-temporelles nécessitent une standardisation en raison des variations radiométriques causées par les changements des conditions atmosphériques. Pour éviter qu'une variation de ces conditions ne soit interprétée comme une modification du paysage, il est courant de calculer une réflectance relative pour chaque bande spectrale en divisant les valeurs radiométriques par la moyenne des valeurs de l'image. Pour affiner cette standardisation, l'histogramme d'une image est ajusté pour ressembler à celui d'une autre image, synchronisant ainsi les modes et les valeurs maximales des deux histogrammes, ce qui permet une comparaison plus précise entre les images.

Les techniques de normalisation des données

La normalisation des données temporelles est basée sur deux méthodes

- **La normalisation temporelle standard**

C'est la méthode la plus utilisée. Pour N images, cette normalisation est basée sur la formule suivante :

$$n(p, t_k) = \frac{v(p, t_k) - \text{moyenne}(v(p))}{\text{ecart-type}(v(p))}, \text{ pour } k \text{ de } 1 \text{ à } N$$

Avec : $v(p, t_k)$: la valeur du pixel P de l'image prise à la date t_k .

Moyenne $(v(p))$: la moyenne des valeurs du pixel P.

Écart type $v(p)$: écart-type des valeurs du pixel P.

$n(p, t_k)$: le résultat de la normalisation du pixel P à la date t_k .

- **La normalisation temporelle min-max**

Cette technique présente l'avantage de fournir les mêmes résultats pour des séries de données qui suivent le même profil du temps quel que soit la relation mathématique entre ces séries.

(ESCADAFAL R. ET BOHBOT H. 1999).

La normalisation pour N images est donnée par la formule suivante :

$$n(p, t_k) = \frac{v(p, t_k) - \min(v(p))}{\max(v(p)) - \min(v(p))} * Q, \text{ pour } k \text{ de } 1 \text{ à } N.$$

Avec : $v(p, t_k)$: la valeur du pixel P de l'image prise à la date t_k .

$\min(v(p))$: la valeur minimum des valeurs du pixel p.

$\max(v(p))$: la valeur maximum des valeurs du pixel p.

Q : une constante de changement d'échelle.

$n(p, t_k)$: le résultat de la normalisation du pixel p à la date t_k .

La normalisation radiométrique relative

Le processus de normalisation radiométrique relative repose sur le calcul de régressions linéaires qui relient les bandes spectrales des images de la série à celles d'une image de référence. Ce processus comporte trois étapes principales :

1. **Choix d'une image de référence** : Parmi l'ensemble des images de la série temporelle, il faut choisir une image de référence.
2. **Sélection des cibles invariantes** : Il est nécessaire de sélectionner un nombre suffisant de cibles invariantes qui couvrent une large gamme spectrale.
3. **Calcul et inversion des régressions linéaires** : Pour les cibles invariantes sélectionnées, les valeurs de réflectance sont extraites dans les quatre bandes spectrales. En utilisant ces valeurs, des régressions linéaires sont établies pour chaque date et pour chaque bande spectrale selon la formule suivante :

$$y = ax + b$$

Où y est l'image de référence et x les autres images alternativement.

Le recalage

Le recalage est nécessaire pour comparer des images acquises à des instants différents avant de réaliser n'importe quel processus de traitement d'images pour :

- 1) Compenser les distorsions géométriques affectant les images, de telle sorte que la représentation de chaque image soit aussi proche que possible de la réalité.
- 2) Rendre toutes les images dans la série superposables, en assortissant à chaque pixel sa véritable position en coordonnées au sol. (El Hajj, 2008).

Les étapes de la correction sont les suivantes :

- a) Choix d'un référentiel.
- b) Choix d'un modèle de transformation entre la référence et l'image à corriger.
- c) Application du modèle pour la génération d'une grille rectifiée dans le référentiel choisi, et remplissage de cette grille par une méthode de ré échantillonnage radiométrique.

Durant cette dernière étape, deux cas se présentent :

- 1) Si la référence est choisie comme étant une cartographie géographique, alors l'image corrigée sera géoréférencée par rapport aux coordonnées géographiques au sol et elle gardera sa propre résolution spatiale.
- 2) Si la référence est choisie comme étant une image, alors l'image corrigée sera recalée et superposable à la référence avec la même résolution spatiale de cette dernière (Bouakache et al., 2008).

Figure 14: Cadre du géoréférencement des images

4. L'extraction de l'information

Il n'existe pas de solution universelle pour le problème de l'extraction d'information ; au lieu de cela, on dispose d'un ensemble d'outils mathématiques et algorithmiques pouvant être combinés pour résoudre des problématiques spécifiques. Voici quelques-uns de ces outils :

- **Seuillage** : Cette opération de segmentation est l'une des plus simples. Elle consiste à isoler des régions dont l'intensité lumineuse dépasse un seuil prédéfini. La surface d'une telle région est définie par une fonction implicite, connue sous le nom d'iso-surface ou surface d'iso-intensité.
- **Analyse multi-échelle** : Ce domaine de recherche dynamique vise à développer et appliquer une théorie permettant d'analyser des images à différentes résolutions. La morphologie mathématique offre des théories et des opérateurs qui peuvent être appliqués localement dans les images pour extraire et modifier des formes.
- **Opérateurs différentiels** : Ces opérateurs peuvent être appliqués aux images pour caractériser des points, des lignes ou des surfaces singulières. Par exemple, les contours peuvent être définis comme les points où la norme du gradient de l'intensité lumineuse atteint un maximum local dans la direction du gradient. Les surfaces ainsi définies correspondent qualitativement aux zones de fort contraste d'intensité, ce qui peut faciliter la délimitation de certaines structures anatomiques ou pathologiques.
- **Analyse multi-temporelle** : Les modifications au fil du temps peuvent être détectées à partir d'au moins deux états (à deux moments différents, par exemple, État 1 et État 2) d'un même système. Lorsque seuls deux états sont considérés, il est possible de réaliser des cartes de différence ou de calcul de rapports, ce qui constitue une comparaison par paires. Dans les cas où plusieurs états sont définis (ce qui correspond à une comparaison multiple, par exemple, État 1, État 2, ..., État n), les techniques disponibles sont plus variées, la plus simple étant l'animation. Les comparaisons doivent être effectuées sur deux types de données, qualitatives et quantitatives :
 - *Comparaison par paires (image 1, image 2) :*
 - **Données quantitatives** : différence d'image, rapport de deux images, etc.
 - **Données qualitatives** : classification croisée, etc.
 - *Comparaison multiple (image 1, image 2, ..., image n) :* implique des données tant quantitatives que qualitatives.

5. L'analyse spatiale

L'analyse spatiale consiste à étudier la géométrie des formes, et en particulier le calcul de formes moyennes et de variations autour de ces formes. La définition de statistiques sur des formes requiert un formalisme adapté.

Les indices du paysage ont été développés dans les années 80 pour les études d'écologie et incluent des mesures issues de la théorie fractale et de la théorie de l'information. Ces algorithmes sont utilisés pour quantifier les caractéristiques spatiales des composants, classes de composants ou mosaïques complets du paysage. Le terme composant se réfère à des régions homogènes indépendantes de l'échelle d'observation présentes dans un paysage (par exemple, forêt, urbain, sol nu, etc.).

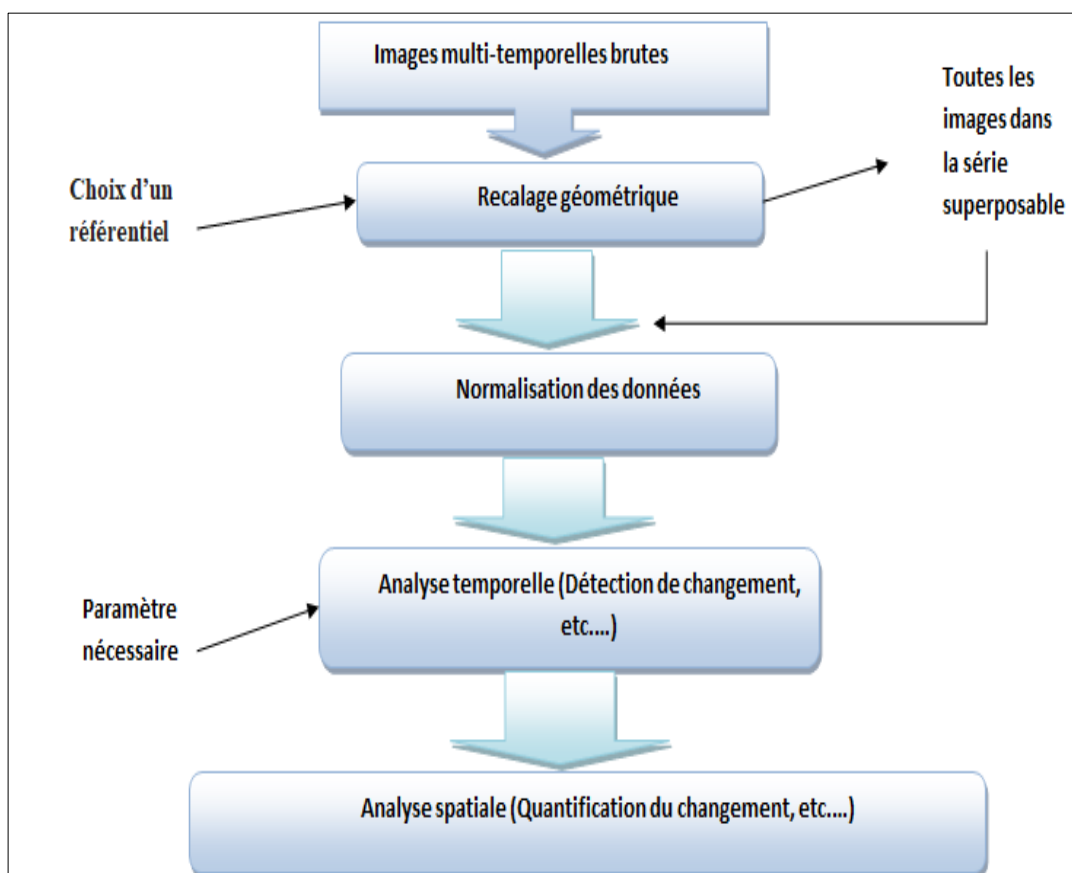


Figure 15: Méthodologie de traitement

6. Traitement et changements spatio-temporels

6.1. Stratégie 1 : Post Classification Comparaison

Cette approche consiste à classer deux images de manière indépendante, en assignant un nombre fixe de classes, qui ne sont pas nécessairement les mêmes d'une image à l'autre. La carte des changements est ensuite générée en comparant les images thématiques obtenues après classification. Les classes peuvent être extraites à l'aide de différentes techniques de segmentation (déterministes, probabilistes),

et la comparaison des images peut s'effectuer via divers algorithmes de décision ou de fusion de l'information. Le schéma général d'un algorithme PCC est illustré dans la Figure 4.

Avantages et inconvénients

L'un des principaux avantages de la PCC est qu'elle permet de comparer des images prises à des moments différents sans se limiter à une analyse bi-temporelle. Cependant, cette méthode présente plusieurs limitations. D'abord, elle est fortement tributaire de la méthode de comparaison choisie. L'identification des zones de changement repose sur la comparaison des images segmentées, ce qui peut s'avérer complexe. La précision de la détection est également liée à la qualité des classifications initiales. Par exemple, un pixel peut être classé dans la catégorie 'A' sur l'image I1 et dans la catégorie 'B' sur l'image I2, même pour une faible variation de sa probabilité d'appartenance à l'une ou l'autre classe.

Une autre difficulté majeure réside dans le choix du nombre de classes pour la segmentation initiale. Cela nécessite une connaissance préalable des images, ce qui est rarement possible dans un contexte opérationnel. Malgré cela, cette approche présente un atout important : elle n'est pas limitée à la détection de changements entre seulement deux dates.

Exemple pratique

Imaginons que l'on souhaite observer les changements dans une zone agricole sur une période de 10 ans. En utilisant la méthode PCC, on pourrait segmenter une image satellite de 2010 et une autre de 2020 en plusieurs classes, par exemple : terres cultivées, terres non cultivées, zones boisées, et zones urbaines. Après avoir appliqué des algorithmes de classification indépendamment sur chaque image, une carte des changements pourrait être générée en comparant les différences entre les classes des deux images. Cela permettrait, par exemple, de repérer les zones de déforestation ou d'urbanisation.

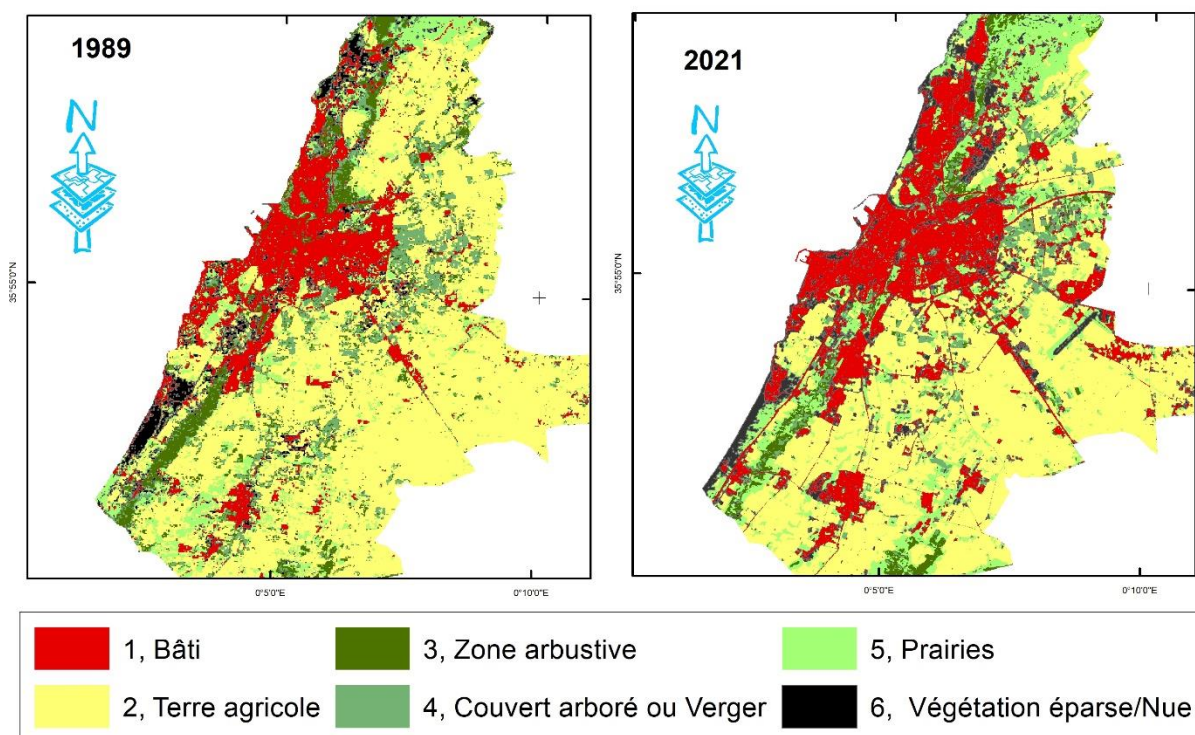


Figure 16 Les résultats de classification des images

Les deux images classées créent par la méthode booléenne (hard classifiers). La précision de cette méthode donne par le coefficient kappa.

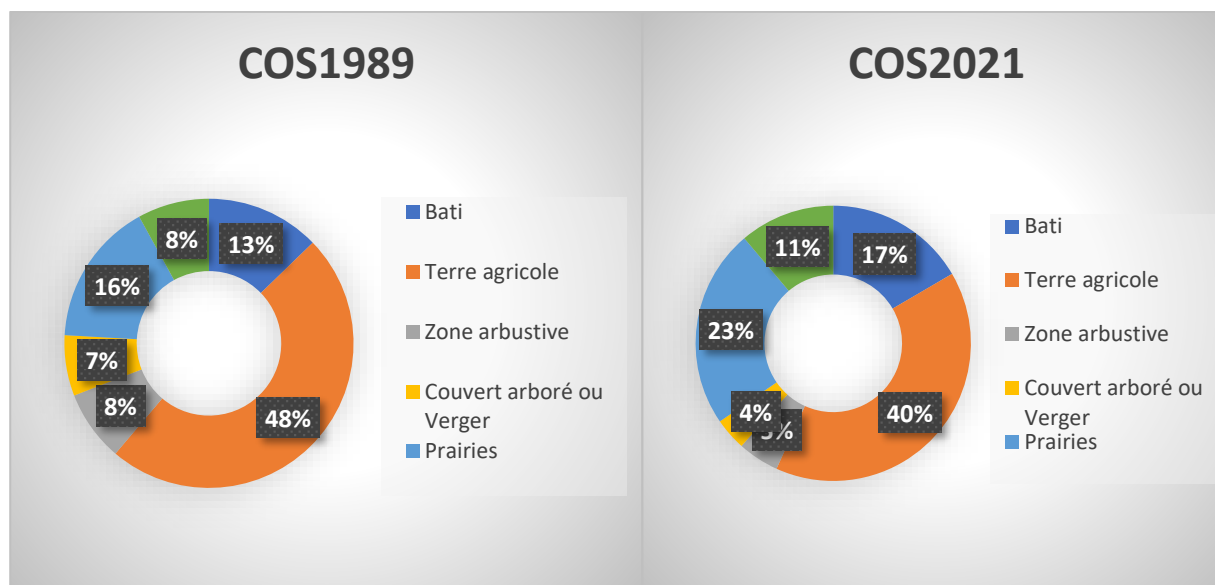


Figure 17 : le pourcentage des classes d'occupation du sol en 1989 et 2021

13% du bâti en 1989 devient 17% en 2021, c'est-à-dire 4% d'augmentation

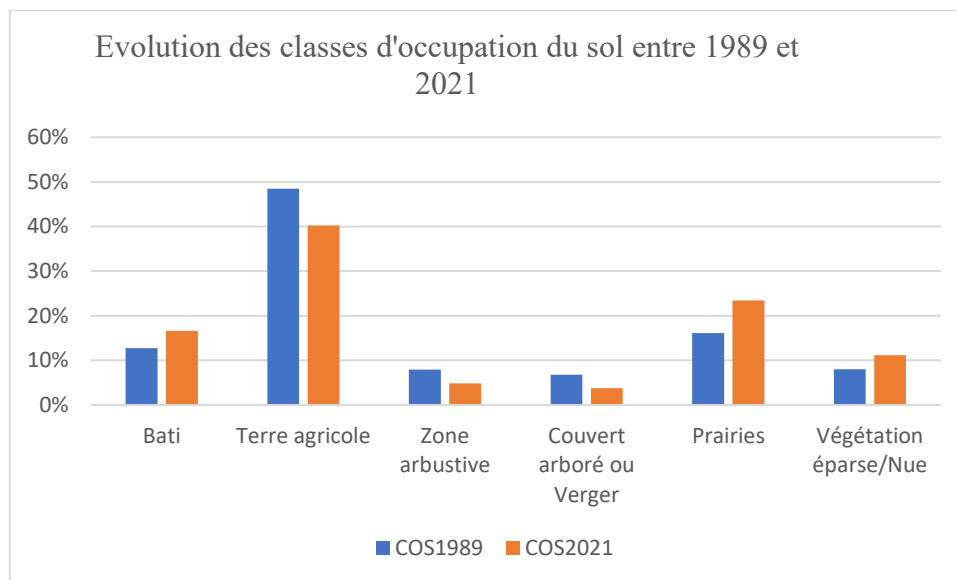


Figure 18 : Evolution des classes d'occupation du sol entre 1989 et 2021

6.2. Stratégie 2 : Classification conjointe

La deuxième approche est connue sous le nom de **classification conjointe**. Cette méthode consiste à produire une carte des changements en classifiant simultanément deux images initiales à l'aide d'un algorithme de segmentation statistique. L'idée est d'estimer, via un algorithme de classification vectoriel, les **densités de probabilités bidimensionnelles** associées à chaque classe dans les deux images. Cela permet ensuite d'identifier et de localiser les changements en comparant les **distributions marginales** des probabilités.

Par exemple, si dans une première image une zone est classée comme forêt dense et dans la seconde comme zone agricole, la différence entre les lois marginales des distributions de classes suggère une transformation majeure dans l'occupation des sols. Cette méthode se distingue par sa capacité à détecter des changements à un niveau plus global, basé sur des **classes thématiques** (comme des types de végétation, des zones urbaines, etc.) plutôt que sur les simples changements de pixels individuels. Cela permet de caractériser des **modifications spatiales et temporelles** des distributions des classes dans les images, offrant une vue plus complète et significative des dynamiques du territoire.

L'un des principaux défis de cette approche, comme pour la **Post-Classification Comparison (PCC)**, réside dans le choix du **nombre de classes** à utiliser dans le processus de segmentation. Toutefois, cette stratégie présente l'avantage de ne pas être limitée à la détection de changements entre deux dates spécifiques. Elle peut s'appliquer à des séries temporelles d'images, permettant ainsi une analyse plus complète de l'évolution des zones étudiées.

En pratique, les résultats obtenus avec la classification conjointe peuvent révéler des transitions importantes dans les paysages ou les écosystèmes, comme la progression de l'urbanisation ou le recul

des zones humides. Par exemple, dans une étude sur l'évolution de la couverture forestière, cette méthode pourrait identifier non seulement la disparition des arbres, mais aussi la répartition de nouvelles classes, telles que des zones agricoles ou des surfaces artificielles, indiquant ainsi les dynamiques de changement à l'échelle régionale.

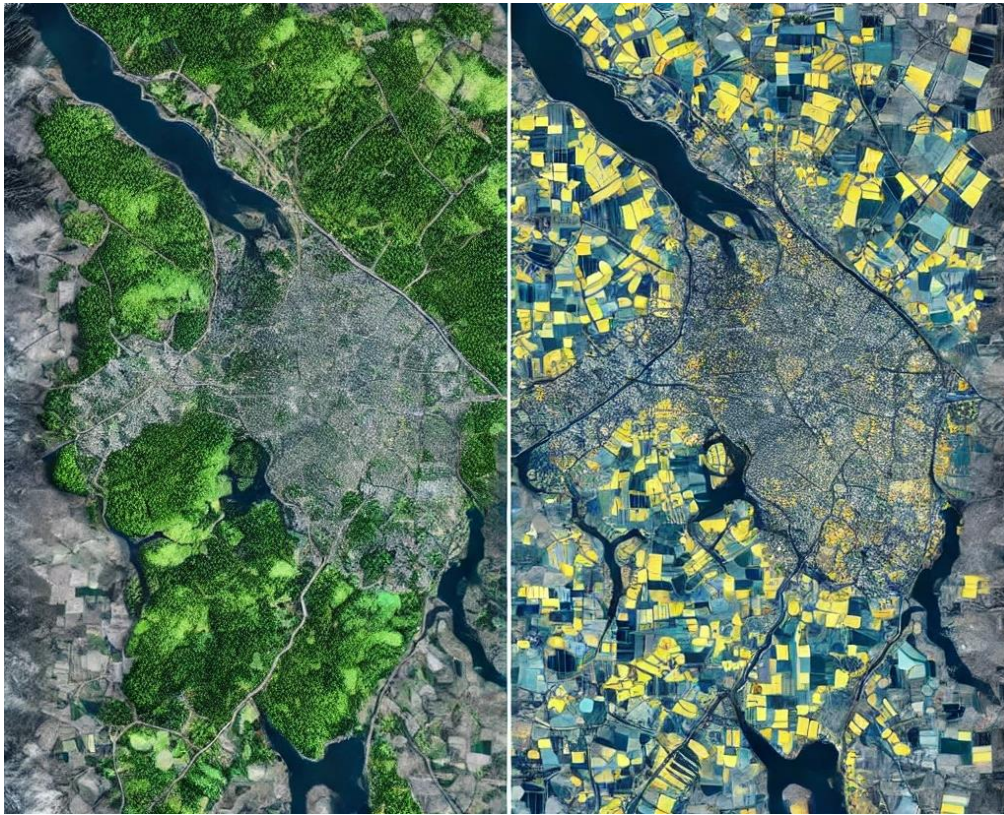


Figure 19 : Classification conjointe

6.3. Stratégie 3 : Détecteurs simples

Cette stratégie de détection de changements repose sur l'idée que le processus peut être décomposé en deux phases distinctes :

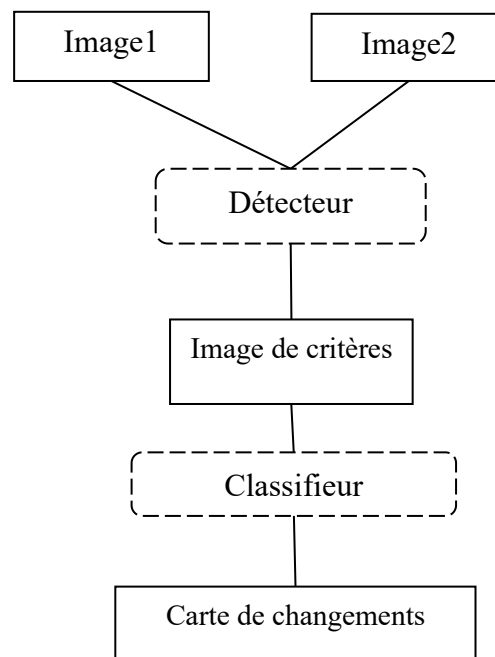


Figure 20:Schéma de la stratégie de détection de changements basée sur un détecteur

1. **Phase d'extraction/caractérisation des changements** : L'objectif ici est de mettre en évidence les changements entre deux images, appelées I1 et I2, à travers une image dite "image de critère". Cette phase repose sur une comparaison directe entre les deux images, souvent réalisée à l'aide de la technique classique de différence pixel à pixel. Les outils ou méthodes utilisés pour cette comparaison sont communément appelés des **détecteurs**.
2. **Phase de classification de l'image de critère** : Après avoir extrait les changements, la prochaine étape consiste à classer l'image de critère en deux catégories : les **zones de changements** et les **zones de non-changements**. Cela permet d'identifier visuellement et quantitativement les modifications survenues dans les images.

Exemple

Imaginons que vous vouliez détecter les changements dans une zone forestière après une tempête. Vous disposez de deux images satellites de la même zone, l'une avant la tempête (I1) et l'autre après (I2). En appliquant un détecteur simple, vous pouvez générer une "image de critère" qui mettra en lumière les zones où les arbres ont été abattus par la tempête. La deuxième phase permettrait ensuite de classer ces changements pour identifier précisément les zones affectées (Figure 20).

La très grande variété de détecteurs et d'algorithmes de classification envisageables avec cette approche en fait une technique de détection de changements très générale. De nombreux détecteurs ont d'ailleurs été mis au point, le plus souvent en fonction du type de changements à identifier. Cette stratégie ne demande en outre aucune connaissance *a priori* sur les images, ce qui en fait sans aucun doute la stratégie la plus répandue dans le domaine de la détection de changements.

Nous nous proposons dans la suite de ce chapitre de mettre en œuvre cette stratégie. Nous présentons donc dans la section suivante un panel non exhaustif de détecteurs simples adaptés à l'imagerie.

Nous présentons quelques détecteurs simples couramment utilisés en détection de changements bi-dates. Un détecteur est un opérateur appliqué aux images I_1 ; I_2 (classiquement $I_2 - I_1$) permettant de révéler les changements apparus entre les deux observations. Nous présentons ici les détecteurs les plus couramment utilisés dans la littérature et quelques-uns de leurs dérivés bien adaptés à l'imagerie.

6.3.1. Différence d'image

Grâce à sa simplicité d'interprétation et de mise en œuvre, la différence d'images est sans doute le détecteur le plus couramment utilisé. L'uni-variate image differencing (UID) consiste à effectuer la différence pixel à pixel entre l'image originale I_1 (ou de sa transformée) et l'image I_2 (ou de sa transformée) :

$$ID(i; j) = I_2(i; j) - I_1(i; j) :$$

Cette méthode permet d'obtenir une image dite « image différence » ID , révélatrice des changements survenus entre les deux observations. Les pixels de l'image ID ayant de grandes valeurs positives ou négatives sont susceptibles de caractériser des changements, alors que ceux ayant des valeurs proches de zéro correspondent aux pixels inchangés.

6.3.2. Différence d'image normalisée

La standardized image differencing est une variante de l'UID, qui consiste à normaliser la différence d'images par la somme de ces mêmes images :

$$IDN(i; j) = [I_2(i; j) - I_1(i; j)] / [I_1(i; j) + I_2(i; j)]$$

Ce détecteur, issu des *standardized multi-temporal change feature* (SMI), a été développé pour permettre la distinction de différents types de changements.

Dans le cadre de l'analyse d'images, l'intérêt des détecteurs basés sur le ratio des images réside dans la prise en compte de la nature multiplicative des conditions d'éclairage.

6.3.3. Ratio d'images

Tout aussi simple que la différence d'images, l'*image ratioing* effectue le ratio, pixel par pixel, des images $I1$ et $I2$. L'image qui en résulte est l'image de ratio IR :

$$IR(i; j) = I2(i; j)/I1(i; j)$$

Pour un pixel donné, une absence de changements importants sera caractérisée par un ratio proche de 1 ; si le ratio est inférieur ou supérieur à 1, cela signifie que ce pixel est susceptible d'appartenir à une zone de changements.

6.3.4. Logarithme du ratio d'images

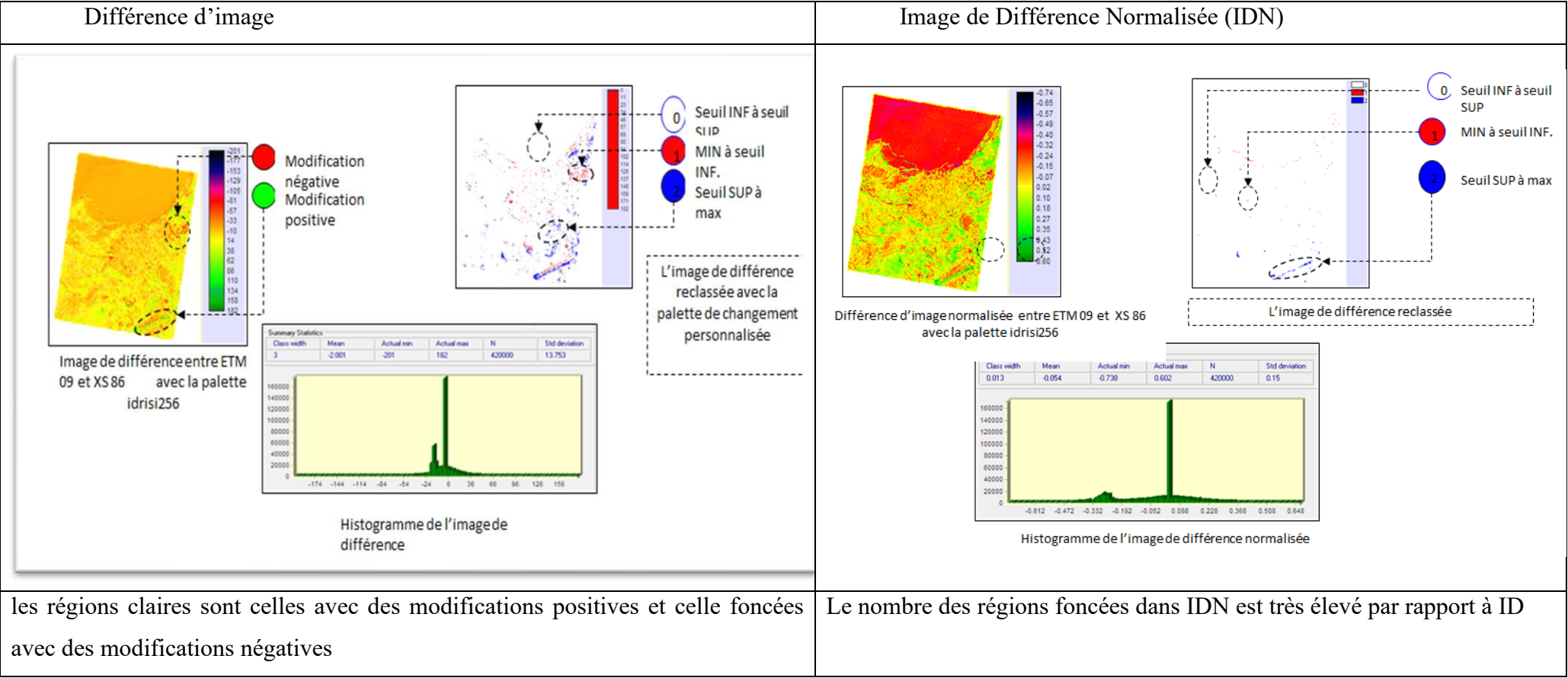
Afin d'augmenter la dynamique de l'image de ratio, il a récemment été proposé d'utiliser le logarithme du ratio, selon :

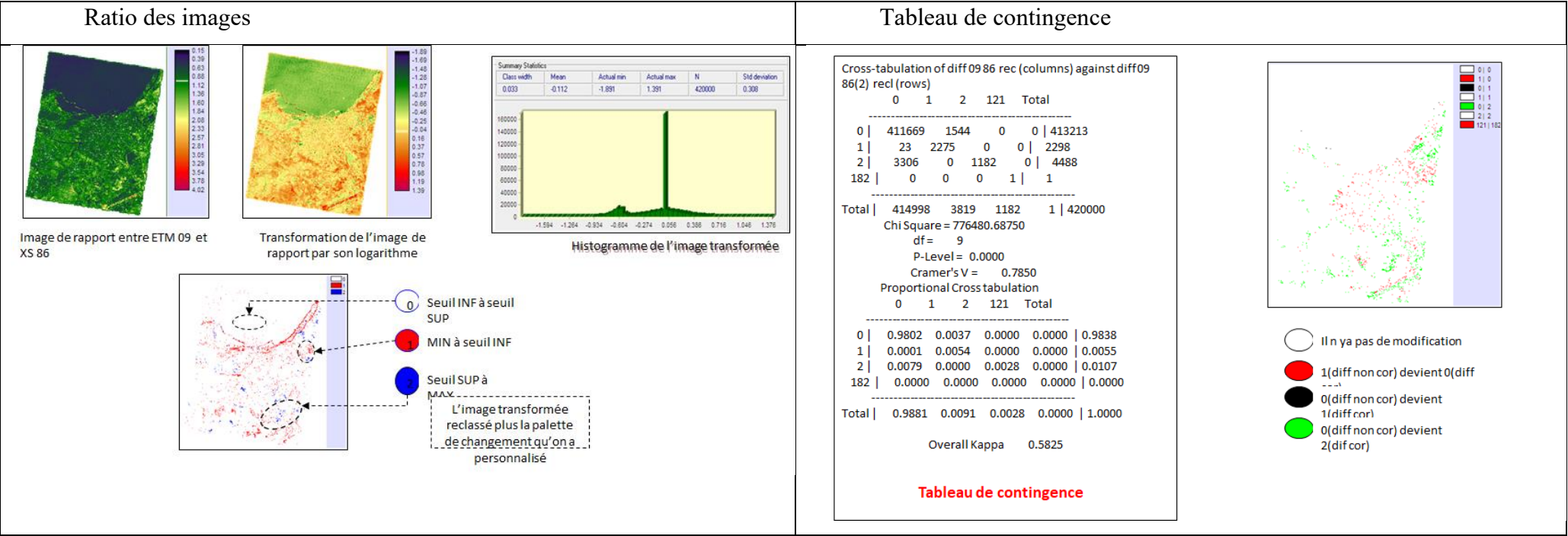
$$LIR(i; j) = \ln [I2(i; j)/I1(i; j)]$$

L'histogramme de l'image de log-ratio décrit une plage de valeurs de pixels allant des valeurs négatives aux valeurs positives, où celles proches de zéro représentent les pixels de non-changement et celles à chacune des queues de l'histogramme représentent des changements de réflectivité entre les deux images.

Pour réduire la sensibilité de ces détecteurs à la présence de bruit dans les images (inhérent aux images), ces opérateurs ont été comparés sur des images issues des moyennes calculées sur une fenêtre de régularisation centrée sur le pixel d'intérêt. La prise en compte de ce voisinage permet ainsi de rendre les résultats de classification plus homogènes. À titre d'exemple, le détecteur du ratio qui utilise la fenêtre de régularisation permet de considérablement réduire l'influence du bruit sur la carte de changements, ce qui en fait un détecteur classique en imagerie]. De façon générale, on utilise des fenêtres carrées, dont la taille est déterminée de manière relativement empirique, habituellement de 3 x 3 à 15 x 15.

6.3.5. Les résultats et validation





6.4. Stratégie 4 : Comparaison multiple

La stratégie de **comparaison multiple** dans la détection de changements consiste à comparer plusieurs images prises à différents moments pour analyser les évolutions dans une zone donnée. Contrairement aux méthodes bi-temporelles (comparaison entre seulement deux images), cette approche permet de mieux comprendre les dynamiques complexes en intégrant plusieurs dates d'observation.

L'idée de base de la comparaison multiple est de tirer parti d'une série d'images acquises à des intervalles réguliers pour détecter les changements progressifs ou soudains dans une région. Cela peut inclure l'utilisation de trois, quatre, voire plus d'images, chacune représentant un moment clé du suivi.

Les étapes de la méthode sont généralement les suivantes :

1. **Prétraitement des images** : Chaque image est corrigée pour éliminer les distorsions géométriques et radiométriques. Cela garantit que toutes les images sont comparables entre elles.
2. **Segmentation ou classification** : Les images peuvent être classées ou segmentées individuellement, ou une approche commune peut être appliquée à toutes les images.
3. **Comparaison multi-temporelle** : Une fois les images prétraitées, une analyse multi-temporelle est effectuée pour identifier les zones où des changements se sont produits. Cela peut inclure des méthodes de détection de changement pixel par pixel, des comparaisons de classifications ou des techniques de fusion d'informations provenant de plusieurs images.
4. **Interprétation des changements** : L'analyse permet de déterminer non seulement si un changement a eu lieu, mais aussi son amplitude et sa direction. Par exemple, une forêt pourrait avoir progressivement diminué au fil du temps, tandis qu'une zone urbaine s'étend de manière plus rapide.

Avantages

- **Précision accrue** : En utilisant plusieurs images, on obtient une vue plus complète de l'évolution d'une zone, permettant d'identifier des changements graduels ou saisonniers.
- **Détection d'anomalies** : Cette méthode peut également servir à repérer des anomalies ponctuelles ou des événements inattendus (ex : une inondation soudaine ou une sécheresse) en observant les écarts par rapport aux tendances habituelles.
- **Analyse temporelle fine** : La comparaison multiple permet d'analyser les tendances sur le long terme, utile pour des études d'urbanisation, de déforestation ou de gestion des ressources naturelles.

Inconvénients

- **Complexité accrue** : La gestion de plusieurs images implique des méthodes plus sophistiquées et nécessite des ressources de calcul plus importantes.
- **Disponibilité des données** : Pour appliquer cette stratégie, il faut disposer d'une série d'images couvrant une longue période, ce qui peut ne pas toujours être possible, surtout dans les zones avec peu de couverture satellite historique.

La stratégie de comparaison multiple est particulièrement puissante lorsqu'on souhaite étudier des phénomènes sur une longue période et obtenir une vision plus détaillée des processus évolutifs. Elle est utile dans les domaines de l'urbanisme, de l'agriculture, de la gestion des catastrophes et de l'environnement, là où les changements peuvent être progressifs ou brusques.

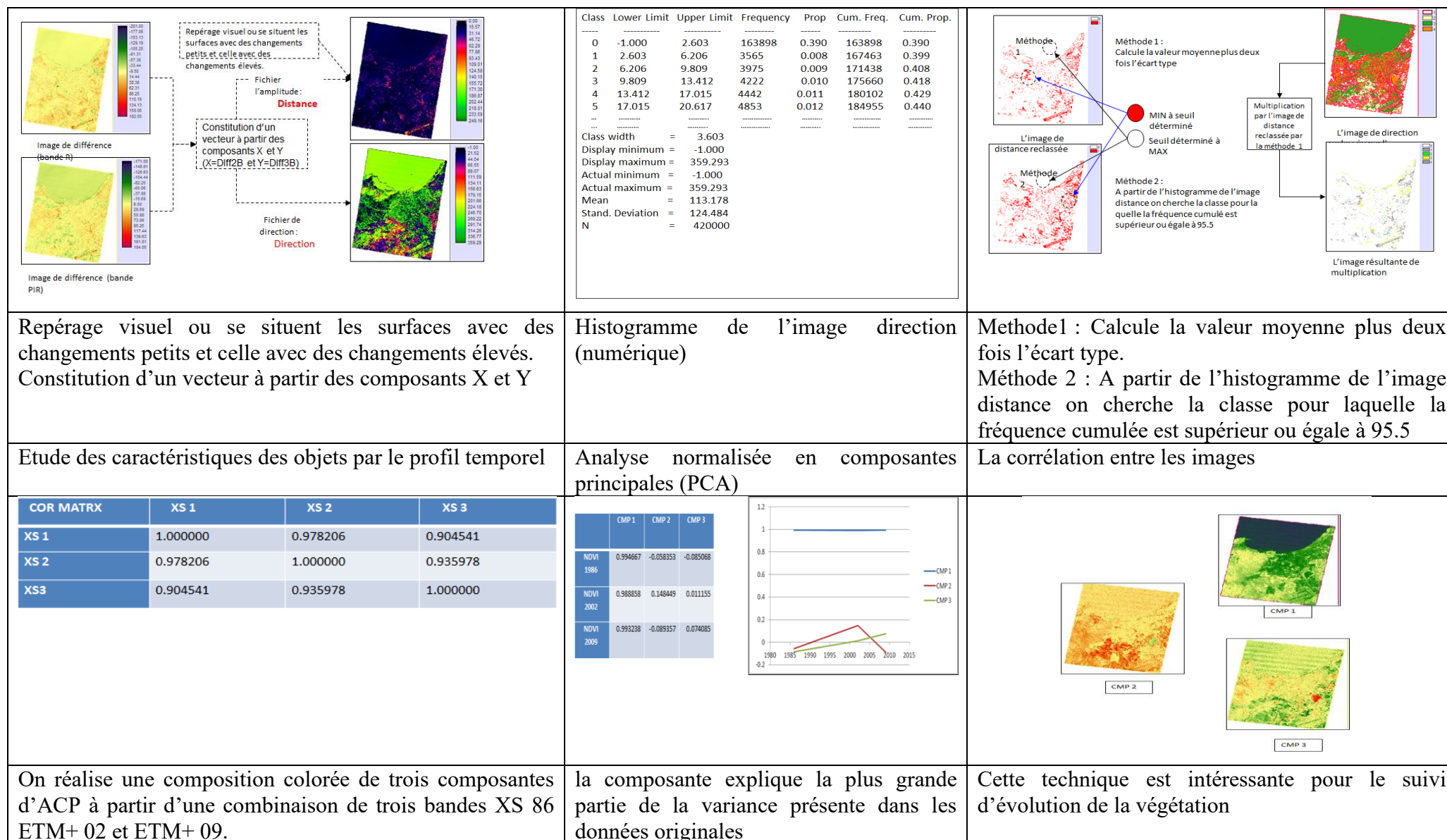


Figure 21 : Méthode de comparaison par vecteur de changement

6.5. Stratégie 5 : Détection par photo-interprétation

Cette section propose une méthode de détection des changements basée sur la photo-interprétation. La photo-interprétation se définit comme une analyse et une mesure réalisée à partir de photographies. L'expérience dans le suivi de l'évolution des zones urbaines montre qu'il est préférable de suivre la démarche chronologique suivante :

- Délimitation de l'emprise urbaine à partir de la date la plus récente en utilisant l'imagerie la plus précise disponible, telle que Spot5 pour l'année 2004.
- Identification des changements dans l'emprise urbaine à des dates antérieures en superposant la couche urbaine de 2004 sur des images plus anciennes.

Cette approche présente deux avantages majeurs. D'une part, les images récentes sont de meilleure qualité et plus riches en informations, permettant ainsi d'extraire un maximum de données.

Deuxièmement, cette méthode permet d'éviter la création de micro-polygones indésirables. En effet, les contours des zones qui n'ont pas évolué restent strictement identiques, tandis qu'une approche qui consisterait à relever les données à chaque date générerait de petites surfaces lors de l'analyse diachronique, du fait de légers décalages dans le positionnement des sommets des contours.

Il est nécessaire de suivre des règles précises pour la nomenclature et la saisie des données :

1. Définir la taille minimale des polygones à considérer.
2. Les éléments linéaires, comme les routes, rivières, plages et dunes, ne sont pris en compte que si leur largeur dépasse la résolution de l'image.
3. Fixer l'échelle de photo-interprétation à respecter.
4. Pour les zones urbanisées, la limite correspond à la parcelle lorsqu'un mur de clôture ou une haie est visible. Si la parcelle n'est pas identifiable, la limite est déterminée par la taille moyenne des parcelles des habitations voisines.
5. Si une route délimite une zone, le contour suit l'axe de cette route.

Cette photo-interprétation repose sur la définition de règles d'identification des objets géographiques, qui seront détaillées dans les sections suivantes.

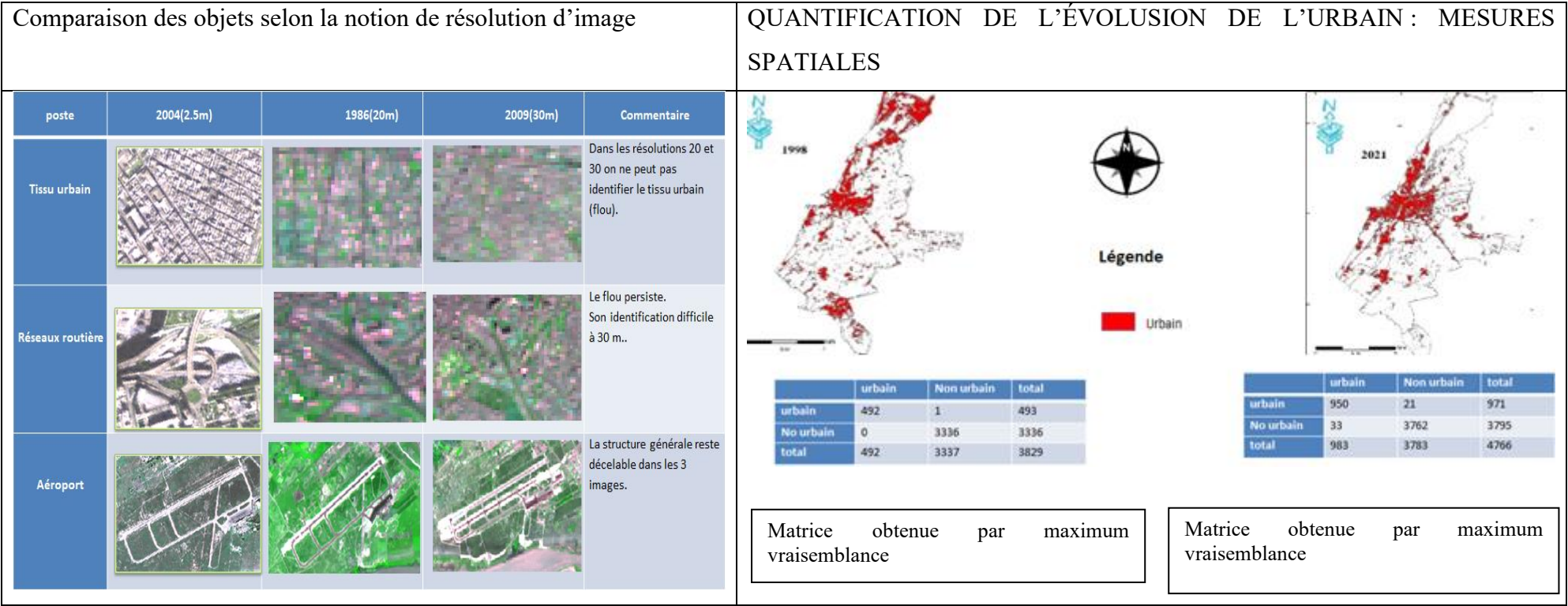


Figure 22 : Comparaison des objets selon la notion de résolution d'image

Conclusion

Ce chapitre a mis en lumière les différentes stratégies de détection des changements spatio-temporels, chacune étant adaptée à des contextes spécifiques et répondant à des exigences variées en termes de précision, de traitement d'images et d'interprétation des dynamiques territoriales. La richesse de ces approches souligne l'importance d'une sélection appropriée en fonction des objectifs de l'analyse.

La Post Classification Comparison (PCC) se révèle particulièrement utile pour les analyses multi-temporelles, offrant une vue d'ensemble des changements malgré ses dépendances aux techniques de segmentation utilisées. Sa capacité à synthétiser des informations provenant de classifications indépendantes renforce son rôle dans la compréhension des transformations territoriales sur des périodes étendues.

La classification conjointe, avec sa méthodologie statistique, permet d'analyser simultanément les images pour détecter des transformations significatives des classes thématiques, rendant cette approche précieuse pour des études ciblées. D'autre part, les détecteurs simples, grâce à leur flexibilité, s'avèrent efficaces dans des contextes où une connaissance préalable des images n'est pas nécessaire, facilitant ainsi l'extraction et la classification des changements en deux phases distinctes.

La stratégie de comparaison multiple se démarque lorsqu'il s'agit d'analyser des séries temporelles d'images, fournissant une compréhension approfondie des processus évolutifs. Cela est particulièrement pertinent pour des recherches à long terme en urbanisme et en gestion environnementale, où les tendances et les variations dans le temps sont cruciales pour la planification et la prise de décision.

Enfin, la photo-interprétation reste un outil essentiel pour les analyses diachroniques, offrant la précision nécessaire pour suivre l'évolution des zones urbaines et minimiser les erreurs, notamment celles liées aux micro-polygones.

Ainsi, la diversité des approches présentées permet de répondre à un large éventail de problématiques, de la gestion des territoires à l'étude des dynamiques environnementales. Le choix de la stratégie la plus appropriée dépendra non seulement des caractéristiques des données disponibles, mais aussi des objectifs spécifiques de l'analyse, illustrant l'importance d'une approche méthodologique adaptée dans le domaine de la télédétection et de l'analyse spatiale. En intégrant ces stratégies de manière complémentaire, il est possible d'obtenir des résultats plus complets et d'orienter les décisions vers un développement territorial durable et éclairé.

Chapitre 5 : Identification des espaces péri-urbaines par l'utilisation des données satellitaires et données de recensement.

1. Résumé

De nombreuses villes à travers le monde sont entourées d'espaces périurbains, caractérisés par leur nature à la fois urbaine et rurale. Cette dualité engendre souvent des conflits pour les décideurs locaux et les résidents, en raison de la difficulté de délimiter ces zones. Dans ce contexte, l'objectif principal de cette étude est d'identifier et de cartographier les espaces périurbains en utilisant une approche intégrée qui combine des données géospatiales et des données de recensement.

Pour atteindre cet objectif, une démarche innovante de géotraitement et d'analyse spatiale a été mise en place. Cette méthode permet d'extraire les zones classifiées comme "périurbaines", "urbaines" ou "rurales" en s'appuyant sur plusieurs indicateurs clés définis par la réglementation algérienne. Parmi ces indicateurs figurent la population totale, la distance par rapport aux zones urbaines, ainsi que d'autres critères pertinents introduits dans cette étude, tels que l'isolement urbain, la densité du réseau routier résidentiel et la disponibilité de ce même réseau.

Le processus d'analyse génère une typologie du bâti, permettant de classer les zones selon différentes catégories (périurbain, urbain et rural) et strates (métropole urbaine, urbaine supérieure, semi-urbaine, agglomération rurale ou douar). Une corrélation supérieure à 98% a été observée entre la population estimée des classes d'agglomération générées par cette méthode et les données de recensement officielles, démontrant ainsi l'efficacité et la robustesse de cette approche.

Cette étude offre une contribution significative à la compréhension des dynamiques périurbaines et propose un cadre méthodologique qui peut être facilement reproduit dans d'autres contextes, en particulier dans les agglomérations d'Afrique du Nord. En outre, les résultats obtenus pourraient aider les décideurs à mieux planifier l'aménagement du territoire, à concevoir des politiques publiques adaptées et à résoudre les conflits d'usage des sols qui caractérisent les espaces périurbains.

Mots-clés : identification périurbaine, approche SIG, analyse spatiale, ALSAT 2B, OpenStreetMap.

Identification of peri-urban areas by remote sensing and spatial analysis: example of the agglomeration of Mostaganem in Algeria.

2. Introduction

Les espaces périurbains représentent une problématique d'intérêt majeur en raison de leur définition géographique complexe et de leurs caractéristiques distinctives. Ces zones, souvent perçues comme des interfaces entre l'urbain et le rural, présentent une grande diversité de situations qui les rendent difficiles à appréhender et à classifier. En effet, la distinction entre les zones urbaines et périurbaines est souvent floue, ce qui entraîne des conflits d'usage et des défis de gouvernance pour les décideurs locaux. La définition conceptuelle du périurbain reste encore controversée. Des chercheurs comme (Kurtz & Eicher, 1958) et (Thomas, 1974) ont souligné que ces "espaces de transition" demeurent ambigus, tant sur le plan géographique que conceptuel, englobant des caractéristiques à la fois urbaines et rurales (SOUIAH, 2010).

En général, les zones périurbaines affichent une densité de population élevée par rapport aux zones rurales, ce qui soulève des enjeux en matière d'aménagement du territoire et de planification urbaine (Yamani & Trache, 2020). Par exemple, la croissance démographique rapide dans ces espaces peut générer des pressions sur les infrastructures et les services, exacerbant ainsi les tensions entre les différentes fonctions de ces territoires. Les méthodes traditionnelles d'identification et de caractérisation de ces zones reposent souvent sur des approches sectorielles axées sur l'utilisation des terres (Aguilar et al., 2003; Couch et al., 2008; S.-L. Huang et al., 2009). Ces approches s'appuient sur des variables telles que la taille et la densité de la population, les caractéristiques des infrastructures, les limites administratives et les activités économiques prédominantes (Iaquinta & Drescher, 2000). Par exemple, une étude peut utiliser la densité de population pour distinguer les zones périurbaines des zones rurales, mais cette approche peut omettre des aspects clés, comme les dynamiques sociales et économiques.

Une autre approche, plus dominante dans le débat sur la définition spatiale des zones périurbaines, se concentre sur la densité de population et la distance aux centres urbains existants. L'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) propose une typologie dans laquelle les zones périurbaines sont considérées comme "intermédiaires", se situant entre les régions à prédominance urbaine et celles à prédominance rurale, en se basant sur des critères tels que la densité de population et la taille des centres urbains (OECD, 2011). Cette classification offre un cadre utile, mais elle peut également simplifier à outrance la réalité complexe de ces espaces.

Le statut ambigu des zones périurbaines impacte également leurs habitants, qui bénéficient souvent des avantages d'un environnement urbain—comme l'accès au transport, à l'emploi et aux commodités—tout en se sentant isolés dans leurs terres agricoles et leurs activités rurales. Dans la littérature locale, l'analyse de l'espace urbain a été principalement réalisée à l'aide de méthodes de télédétection et de Systèmes d'Information Géographique (SIG), qui quantifient le bâti (Bendraoua et al., 2011). Cependant, ces études n'ont souvent pas abordé les questions de typologie des espaces urbains, ruraux ou périurbains (Mustak et al., 2018; Peng et al., 2018).

L'une des principales raisons du manque de littérature scientifique sur la définition spatiale du périurbain réside dans la confusion qui entoure à la fois les aspects physiques et conceptuels de ces territoires (Whitehand, 1988). Bien que certaines contributions aient tenté d'apporter des solutions, comme la détermination directe de la zone périurbaine par une distance spatiale fixe de la zone urbaine (D'Alessandro et al., 2018; Merciu et al., 2019; Obour et al., 2015; Shi et al., 2012) ou par le taux de regroupement des entités bâties (Gonçalves et al., 2017), ces approches sont souvent limitées par leur applicabilité et leur précision.

Récemment, la communauté scientifique a commencé à identifier certaines caractéristiques des zones périurbaines, comme leur nature de zones rurales urbanisées sous l'influence d'une expansion urbaine incessante (Borrell, 2004; Mwalukasa, 2000). D'autres indicateurs, tels que la typologie de la population résidente, l'hétérogénéité des usages du sol, les conditions morphologiques et les densités changeantes du bâti, figurent parmi les caractéristiques majeures qui définissent ces zones (Allen, 2003; Tacoli, 2001). Par exemple, la diversité des activités économiques dans ces espaces peut également refléter la transition entre le rural et l'urbain, ce qui complique davantage leur classification.

Dans cette étude, nous adoptons une approche axée sur l'imagerie satellitaire, utilisant des données libres d'accès telles qu'OpenStreetMap et des Systèmes d'Information Géographique (SIG). En combinant divers indicateurs calculés via un arbre de décision, nous visons à délimiter les zones périurbaines, rurales et urbaines de manière précise.

L'objectif principal de cette recherche est de développer une approche spatialement intégrée reposant sur une combinaison de multiples indicateurs pour cartographier de manière précise les zones périurbaines. Cette méthode cherche à simplifier la complexité du paysage de façon automatique, reproductible et accessible à tous. En répondant à des questions clés, notamment sur la possibilité de détecter les zones périurbaines, notre recherche vise à clarifier la perception humaine souvent confuse

liée à l'incertitude de la définition du périurbain. Cette confusion se manifeste à tous les niveaux—géographique, urbain, démographique et socio-économique (Mortoja et al., 2020).

La démarche présentée dans cette recherche sera appliquée à la ville de Mostaganem, située sur le littoral de l'ouest algérien. Toutefois, cette méthode peut également être réappliquée à d'autres villes partageant des caractéristiques similaires, offrant ainsi une contribution précieuse à la compréhension et à la gestion des espaces périurbains dans divers contextes géographiques. Par cette approche, nous espérons non seulement éclairer les décideurs sur les spécificités des zones périurbaines, mais aussi fournir des outils pratiques pour une planification urbaine et rurale intégrée, visant à améliorer la qualité de vie des habitants de ces territoires en transition.

2.1. Classification des agglomérations en Algérie

La stratification des agglomérations urbaines en Algérie est un sujet complexe, structuré autour de deux approches distinctes mais complémentaires : la classification légale et la classification statistique. Ces deux modèles visent à mieux comprendre et organiser les espaces urbains et périurbains en fonction de critères qui varient selon les besoins juridiques, économiques et sociaux.

2.1.1. 1. Classification légale

La classification légale en Algérie est essentiellement encadrée par des lois qui définissent les normes d'urbanisation et de développement durable du territoire. Deux lois principales s'appliquent ici : la loi relative à l'aménagement du territoire et la loi d'orientation sur l'urbanisme, qui fixent les conditions de création et de gestion des agglomérations urbaines tout en prenant en compte les impératifs de durabilité, de protection environnementale et de gestion des ressources.

Selon cette législation, une agglomération est classée comme "urbaine" dès lors qu'elle remplit un ensemble de conditions précises. L'un des critères principaux est démographique : une agglomération doit compter au moins 5 000 habitants pour être reconnue comme un milieu urbain. Ce seuil vise à garantir une viabilité économique et sociale minimale, assurant que les infrastructures nécessaires pour soutenir la population et l'activité économique sont présentes.

En outre, une agglomération ne peut être considérée comme urbaine que si elle dispose des infrastructures de base indispensables, telles que les réseaux d'eau potable, d'électricité et d'assainissement. Ces infrastructures sont non seulement des indicateurs de développement, mais elles sont également jugées cruciales pour assurer une qualité de vie acceptable. La disponibilité d'infrastructures telles que des hôpitaux, des écoles, des centres culturels, et des bâtiments administratifs est également prise en compte pour définir le statut urbain d'une localité.

En résumé, la classification légale repose sur un ensemble de critères qui garantissent que les agglomérations sont non seulement viables du point de vue démographique, mais également équipées pour offrir les services publics nécessaires à la population.(ONS, 2008a)

2.1.2. 2. Classification statistique

La classification statistique repose principalement sur les données issues des *Recensements Généraux de la Population et de l'Habitat (RGPH)*, effectués périodiquement en Algérie par l'*Office National des Statistiques (ONS)*. Cette méthode de classification permet de comprendre plus finement la répartition et la dynamique de la population urbaine dans le pays.

Le système de classification statistique met l'accent sur les seuils démographiques pour différencier les zones urbaines des zones rurales. Ces seuils sont ajustés à chaque recensement pour refléter les changements démographiques et les tendances d'urbanisation. Par exemple, une agglomération peut passer du statut rural à urbain si elle dépasse un certain seuil de population, même si elle n'a pas encore les infrastructures définies par la classification légale.

En plus de la population, la présence de certaines infrastructures économiques et sociales est également prise en compte dans la classification statistique. Cette méthode permet de cartographier les tendances d'urbanisation et de suivre les mouvements de population, notamment dans les régions où l'exode rural et la croissance urbaine ont transformé la structure du territoire algérien(ONS, 2008a).

2.2. Approche Multi-Indicateurs

Dans cette contribution, notre approche sera axée sur l'utilisation de plusieurs indicateurs, en nous appuyant sur les seuils fixés par l'ONS. Ces seuils serviront de référence pour classer et caractériser les agglomérations urbaines. L'utilisation d'une approche multi-indicateurs nous permettra de mieux appréhender la complexité des espaces urbains en Algérie. En combinant des données démographiques, des critères d'infrastructure et d'autres paramètres socioéconomiques, nous serons en mesure d'établir une typologie plus nuancée des agglomérations urbaines.

Cette démarche pourrait également contribuer à enrichir le débat sur la définition et la gestion des territoires urbains en Algérie. En intégrant des dimensions variées dans l'analyse, nous espérons fournir des insights précieux pour les décideurs et les planificateurs, afin d'optimiser l'aménagement du territoire et de favoriser un développement urbain durable.

3. Matériels et méthodes

3.1. Contexte géographique de la zone d'étude

La ville de Mostaganem, située sur le littoral au nord-ouest de l'Algérie, constitue notre zone d'étude. Elle est géographiquement positionnée entre les coordonnées 0°2'3.11"E et 36°2'5.38"N, et 0°15'3.23"E et 35°50'56"N. Cette ville, qui bénéficie d'une belle localisation sur la Méditerranée, est entourée de plusieurs communes, formant ainsi un ensemble d'un intérêt socioculturel et économique significatif. (Figure.23)

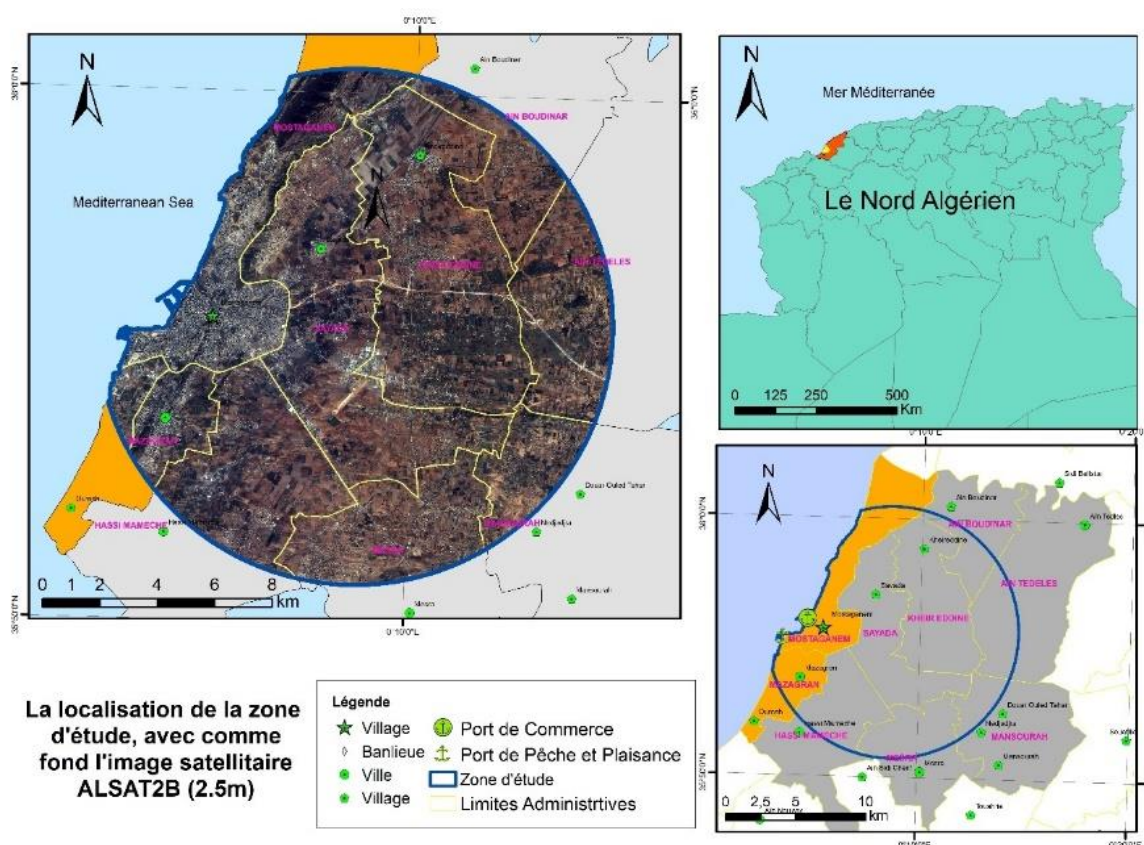


Figure.23 : La zone d'étude, l'agglomération de Mostaganem (Gacemi et al.)

3.1.1. Composition et caractéristiques de la zone d'études :

La zone d'étude implique la ville de Mostaganem et 9 communes. Parmi celles-ci, deux communes côtières se distinguent par leur positionnement stratégique en bord de mer, créant une baie sur la Méditerranée. Ces communes côtières sont réputées pour leurs activités touristiques, qui attirent à la fois les résidents locaux et les visiteurs, ainsi que pour leurs activités commerciales et, dans une moindre mesure, industrielles. L'attrait touristique est renforcé par la beauté naturelle de la région, qui offre des plages et des paysages côtiers pittoresques.

Les sept autres communes, situées plus à l'intérieur des terres, se caractérisent principalement par leurs activités agricoles. Ces zones rurales jouent un rôle crucial dans la production alimentaire locale et contribuent à la diversité économique de la région. L'agriculture est non seulement une source de revenus pour les habitants, mais elle renforce également le lien entre la ville et la campagne, en favorisant des échanges économiques et culturels.

3.1.2. Population et Urbanisation

Une part importante de la population de la zone d'étude est concentrée dans la ville de Mostaganem, qui représente plus de 42 % de la population totale des neuf communes. Selon les estimations, la population de Mostaganem s'élevait à environ 419 130 habitants en 2019, tandis que le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2008 avait estimé cette population à 341 078 habitants. Cette augmentation démographique témoigne de l'attractivité de la ville, qui est devenue un centre urbain dynamique dans la région.

3.1.3. Infrastructures Portuaires

Mostaganem dispose de deux ports importants qui jouent un rôle clé dans son développement économique. Le premier port est dédié à la marchandises, facilitant le commerce et l'échange de biens, tandis que le second est destiné à la pêche et à la plaisance. Ces infrastructures portuaires sont essentielles non seulement pour l'économie locale, mais elles contribuent également à renforcer l'attractivité touristique de la ville, offrant des opportunités de loisirs et d'activités nautiques.

3.1.4. Évolution Urbaine

L'espace bâti de Mostaganem a connu une expansion significative au cours des dernières décennies. Entre 1977 et 2000, l'augmentation de l'espace bâti a été de 169 %, comme l'a rapporté Bendjelid en 2005 (Bendjelid, 2005). Cette croissance urbaine a été particulièrement marquée depuis le début des années 1990, lorsque des programmes d'habitat individuel et semi-collectif ont été lancés. Ces programmes ont permis de répondre à la demande croissante en logements, en parallèle avec l'augmentation démographique de la ville.

L'accélération de l'urbanisation a eu un impact sur la morphologie urbaine de Mostaganem, transformant le paysage et augmentant la densité de population. Cette évolution pose également des défis en termes de planification urbaine et de gestion des ressources, notamment en ce qui concerne les infrastructures, les services publics et l'environnement.

En résumé, la ville de Mostaganem et ses environs constituent une zone d'étude riche et complexe, à la croisée des chemins entre les activités urbaines et rurales. Son développement rapide, ses

caractéristiques géographiques et démographiques, ainsi que ses infrastructures portuaires, en font un sujet d'intérêt pour une analyse approfondie des dynamiques urbaines en Algérie. L'évolution continue de cette ville nécessite une attention particulière pour garantir un développement durable et équilibré, prenant en compte les besoins de sa population croissante et les enjeux environnementaux.

3.1.5. Délimitation de la Zone d'Étude

Dans le cadre de cette étude, la zone d'analyse a été délimitée par une forme circulaire d'un rayon de 9 kilomètres, couvrant une superficie terrestre de 228 km². Ce rayon a été choisi de manière à inclure l'agglomération centrale de la ville de Mostaganem ainsi qu'une portion représentative de ses zones périurbaines et rurales environnantes. Cette délimitation permet ainsi de disposer d'un échantillon territorial complet intégrant les trois grandes typologies d'occupation du sol : urbaine, périurbaine et rurale.

L'approche circulaire présente en outre l'avantage de réduire significativement la part du domaine marin incluse dans la zone d'étude, concentrant l'analyse sur les dynamiques terrestres et les transformations des paysages construits. En englobant de façon homogène les différents types d'habitat autour du noyau urbain, cette délimitation facilite une lecture cohérente et comparative des processus d'étalement urbain et de périurbanisation

1. Justifications de la Délimitation Circulaire

La forme circulaire de la zone d'étude a été choisie afin de capturer de manière efficace les interactions spatiales et fonctionnelles entre la ville principale et ses zones environnantes. Cette configuration géométrique permet d'éviter les biais liés à des frontières administratives ou naturelles et assure une représentation équilibrée des caractéristiques environnementales, des infrastructures et des activités socio-économiques de la région étudiée. En couvrant uniformément toutes les directions autour du centre urbain, cette approche favorise une analyse complète des interactions entre les différentes strates de peuplement.

L'algorithme de classification utilisé dans cette étude repose sur une approche "aveugle", c'est-à-dire qu'il ne doit pas être influencé par des limites préexistantes, qu'elles soient administratives ou naturelles. Il prend en entrée des images satellitaires et des données de recensement sur la population pour distinguer les zones urbaines, rurales et périurbaines. L'algorithme s'appuie sur des critères fonctionnels et spatiaux pour identifier ces strates sans dépendre de frontières fixées, garantissant ainsi une objectivité dans l'analyse des dynamiques territoriales. Son objectif est de classer les différentes zones selon leur densité de population, leurs infrastructures et leur utilisation du sol, tout en s'adaptant aux variations géographiques observées dans l'image satellitaire.

2. Conditions de choix de la zone d'étude

Pour garantir que les résultats de cette démarche d'identification des zones périurbaines ne soient pas faussés, nous avons supposé que la zone d'étude représente un paysage diversifié, composé de plusieurs éléments clés :

Une Ville Principale Importante : La zone d'étude englobe une ville significative, qui sert de centre urbain principal. Cette ville est entourée d'au moins une zone périurbaine, ce qui facilite l'analyse des interactions entre les différents espaces urbains et ruraux.

Proximité de Zones Périurbaines : En plus de la ville principale, la zone d'étude inclut au moins une zone périurbaine. Cette proximité est cruciale, car elle permet d'étudier les dynamiques de croissance urbaine et les pressions exercées sur les espaces ruraux environnants. Les zones périurbaines, souvent caractérisées par des constructions résidentielles et des infrastructures associées, jouent un rôle fondamental dans la transition entre le milieu urbain et rural.

Zones Rurales Adjacent : La délimitation de la zone d'étude prend également en compte la présence de zones de proximité à caractère rural. Ces espaces offrent un contraste avec les zones urbaines et périurbaines, enrichissant ainsi l'analyse des usages du sol, des dynamiques économiques et des interactions entre les différents types de paysages.

Limites Différentes des Limites Administratives : Il est important de noter que les limites de la zone d'étude ne correspondent pas nécessairement aux limites administratives définies par les autorités locales. Cette distinction est stratégique, car elle permet d'appréhender les réalités socio-économiques et environnementales qui transcendent les divisions administratives. En effet, les interactions entre la ville principale, les zones périurbaines et rurales peuvent souvent dépasser les frontières administratives, rendant ainsi une approche plus flexible et adaptée à l'analyse des dynamiques territoriales.

En résumé, la délimitation circulaire de la zone d'étude sur un rayon de 9 km offre une approche méthodologique robuste pour analyser les caractéristiques des espaces périurbains. Cette stratégie permet de représenter fidèlement les relations complexes entre la ville, ses zones périurbaines et rurales, tout en évitant les biais d'une délimitation strictement administrative. En adoptant cette perspective, notre étude vise à fournir une compréhension approfondie des dynamiques territoriales en jeu, facilitant ainsi l'identification des espaces périurbains et la planification d'interventions futures adaptées à cette réalité complexe.

3.2. Collecte et préparation des données Spatiales et Attributaires

Pour mener à bien notre étude d'identification des zones périurbaines, plusieurs types de données spatiales et attributaires ont été collectées. Ces données proviennent de différentes sources, allant des bases de données à libre accès telles qu'ASTER, OpenStreetMap, et les données de recensement, à des données commandées comme les images ALSAT2B et les limites administratives. Le tableau 1 ci-dessous présente un récapitulatif des données brutes collectées.

Données	Résolution spatiale au sol	Date	Format	Source
Image ALSAT2B	2.5m	22/10/2017	(R, G, B, IR)	ASAL
Image ALSAT2B	10m	22/10/2017	Panchromatique	ASAL
Image ASTER	15m	07/08/2008	MS (1,2,3N)	NASA
Rés. Routier		2022	Vecteur	OSM
RGPH		2008	Tableau	ONS
Limite admin.			Vecteur	INCT
Infrastructure		2022	Vecteur	OSM

Tableau 2 : Les Données Utilisées dans la Démarche d'Identification du Périurbain

3.2.1. Données Satellitaires et attributaires

Image ALSAT2B

Les deux images du satellite ALSAT2B ont été fournies par l'Agence spatiale algérienne. Ces images sont disponibles en mode multispectral et panchromatique, et bénéficient d'un niveau de traitement 2A. Ce niveau indique que les images ont subi une correction radiométrique et géométrique, avec une projection cartographique selon le système Universal Transverse Mercator (UTM) utilisant le datum WGS84.

Grâce à ces données ALSAT2B, une image fusionnée d'une résolution de 2.5 mètres a été produite en utilisant l'algorithme de fusion Gram-Schmidt pan-Sharpning (Laben & Brower, 2000). Cette technique permet de combiner les informations des différentes bandes spectrales pour obtenir une image d'une résolution spatiale améliorée, ce qui est essentiel pour une analyse détaillée des caractéristiques du paysage.

Image ASTER

La deuxième image utilisée provient du capteur ASTER de la NASA. Ce choix a été déterminé par la nécessité de disposer de données proches de la date du dernier recensement de la population, réalisé en 2008. En effet, l'image ASTER est la seule disponible à cette période, ce qui la rend indispensable

pour établir des corrélations temporelles entre les données géospatiales et les statistiques démographiques.

Données Infrastructures et Réseaux Routiers

Les données relatives au réseau routier ont été extraites de la base OpenStreetMap (OSM), téléchargées via le site [GeoFabrik](#). Ces données ont été filtrées pour ne retenir que certains types de routes, notamment les grands axes routiers et les routes résidentielles. Cette sélection vise à cibler les infrastructures routières qui ont un impact direct sur les dynamiques périurbaines. La qualité des données OSM a été validée par plusieurs études (Barron et al., 2014; Belhouari et al., 2021), attestant de leur fiabilité pour des analyses géospatiales.

Projection des Données

Il est important de noter que toutes les données géospatiales collectées ont été projetées dans le système de projection Nord Sahara 1959 UTM Zone 31N. Cette standardisation des projections est essentielle pour garantir l'exactitude géométrique des analyses spatiales et pour permettre l'intégration harmonieuse de différentes sources de données.

La collecte rigoureuse de ces données spatiales et attributaires, provenant de sources variées et fiables, constitue la base solide sur laquelle repose notre démarche d'identification des zones périurbaines. En combinant les informations satellitaires, les données routières, et les statistiques démographiques, notre approche vise à offrir une vision intégrée et précise des dynamiques spatiales et sociales au sein de la ville de Mostaganem et de ses environs.

Données Démographiques

Les données démographiques ont été obtenues à partir du dernier Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH), réalisé en 2008, et sont accessibles sur le site officiel de l'Office National des Statistiques (ONS). Ces données sont cruciales pour comprendre la répartition de la population et les caractéristiques socio-économiques des différentes zones étudiées.

3.2.2. Outils Développés

Pour l'analyse et le traitement des données géospatiales, plusieurs outils ont été développés en s'appuyant sur la bibliothèque ArcPy d'ArcGIS, et intégrés dans des environnements comme ArcGIS, ArcMap, ainsi que d'autres logiciels comme Global Mapper. Ces outils permettent une manipulation avancée des données spatiales, facilitant ainsi l'application des méthodes d'analyse et de visualisation indispensables à l'identification des zones périurbaines.

L'intégration de ces outils avec ArcPy permet d'automatiser des processus complexes, tout en offrant une analyse spatiale sophistiquée et une extraction d'informations clés à partir de vastes ensembles de données. Cependant, l'utilisation exclusive de logiciels propriétaires peut parfois limiter l'accès et l'interopérabilité. C'est pourquoi le recours à des outils open source, tels que GeoPandas, devient indispensable dans le cadre de recherches académiques et scientifiques. GeoPandas, en particulier, permet une manipulation efficace des données géospatiales en Python et s'intègre parfaitement dans un environnement de travail collaboratif.

L'avantage d'utiliser des données libres et open source réside dans leur accessibilité et leur transparence, qui permettent une plus grande reproductibilité des résultats et une collaboration plus fluide entre chercheurs. De plus, l'adaptabilité de ces outils, qu'ils soient propriétaires ou open source, permet de répondre aux besoins immédiats tout en restant ouverts à des extensions futures. L'intégration de plateformes telles que ArcGIS et Global Mapper avec des bibliothèques open source assure une compatibilité étendue avec divers formats de données, ce qui est essentiel pour suivre l'évolution des méthodes de classification spatiale et l'identification des zones urbaines, rurales et périurbaines.

Ainsi, le recours à des outils tels que GeoPandas, en complément des solutions propriétaires comme ArcPy, enrichit considérablement la boîte à outils du chercheur, tout en garantissant que ces technologies resteront adaptables et extensibles pour les besoins futurs dans le domaine de l'analyse géospatiale.

3.3. Méthodologie

La démarche d'identification des zones périurbaines a été élaborée comme un processus automatisé et rigoureux, intégrant à la fois des données géospatiales raster (images satellitaires) et vectorielles (polygones, lignes, points). Cette méthodologie vise à offrir une approche systématique et reproductible pour la classification des zones urbaines, périurbaines et rurales, en tenant compte des dynamiques de transformation des territoires.

L'objectif central de cette démarche est de classer les polygones représentant le bâti en fonction d'une série d'indicateurs soigneusement sélectionnés et élaborés. Parmi ces indicateurs, certains sont directement dérivés des critères démographiques et spatiaux définis par l'Office National des Statistiques (ONS). Ces critères incluent notamment des seuils de population, la densité de l'occupation du sol, ainsi que l'accès aux services urbains essentiels (eau potable, électricité, assainissement, infrastructures sanitaires et éducatives).

En complément des indicateurs standards utilisés par l'ONS, des critères spécifiques ont été introduits dans cette recherche pour affiner la classification. Par exemple, des indicateurs de connectivité spatiale, basés sur la proximité des infrastructures de transport, ou des mesures de fragmentation du paysage ont été intégrés pour mieux distinguer les zones de transition entre le rural et l'urbain, souvent mal identifiées dans les analyses traditionnelles.

Le processus automatisé repose sur des algorithmes géospatiaux avancés capables de traiter simultanément plusieurs types de données, telles que les images satellitaires haute résolution, les modèles numériques de terrain (MNT) ou les réseaux d'infrastructures. Grâce à cette approche, il est possible de capturer les dynamiques périurbaines à différentes échelles temporelles et spatiales, tout en réduisant l'intervention humaine, minimisant ainsi les biais potentiels liés à des délimitations administratives arbitraires ou à des hypothèses préconçues.

En résumé, cette méthodologie se distingue par sa capacité à associer des données géospatiales diversifiées et des indicateurs spécifiques afin de produire une classification précise des zones périurbaines. Elle garantit ainsi une meilleure compréhension des processus d'urbanisation, tout en offrant une approche adaptable à d'autres contextes géographiques ou à des recherches futures sur la transformation des territoires.

3.3.1. Structure du Processus

Le processus d'identification et de classification est organisé autour d'une unité spatiale appelée "îlot". Cette unité, qui représente une portion du territoire, permet de segmenter efficacement l'espace étudié en zones de bâti, facilitant ainsi l'analyse des caractéristiques urbaines et périurbaines. L'organisation de ce processus est résumée dans l'organigramme présenté à la Figure 24.

3.3.2. Implications de la Démarche

Cette approche automatique permet de générer des classifications des zones bâties en fonction de critères de densité de population, facilitant ainsi l'identification des espaces périurbains. En utilisant des outils de traitement d'images et de systèmes d'information géographique (SIG), cette méthode assure une rapidité et une reproductibilité des résultats.

la démarche d'identification des zones périurbaines s'appuie sur une combinaison de données géospatiales et d'indicateurs statistiques, transformant des données complexes en informations exploitables. Cette méthodologie non seulement surmonte les limites des données disponibles, mais elle contribue également à une meilleure compréhension des dynamiques urbaines et périurbaines dans la ville de Mostaganem et ses environs.

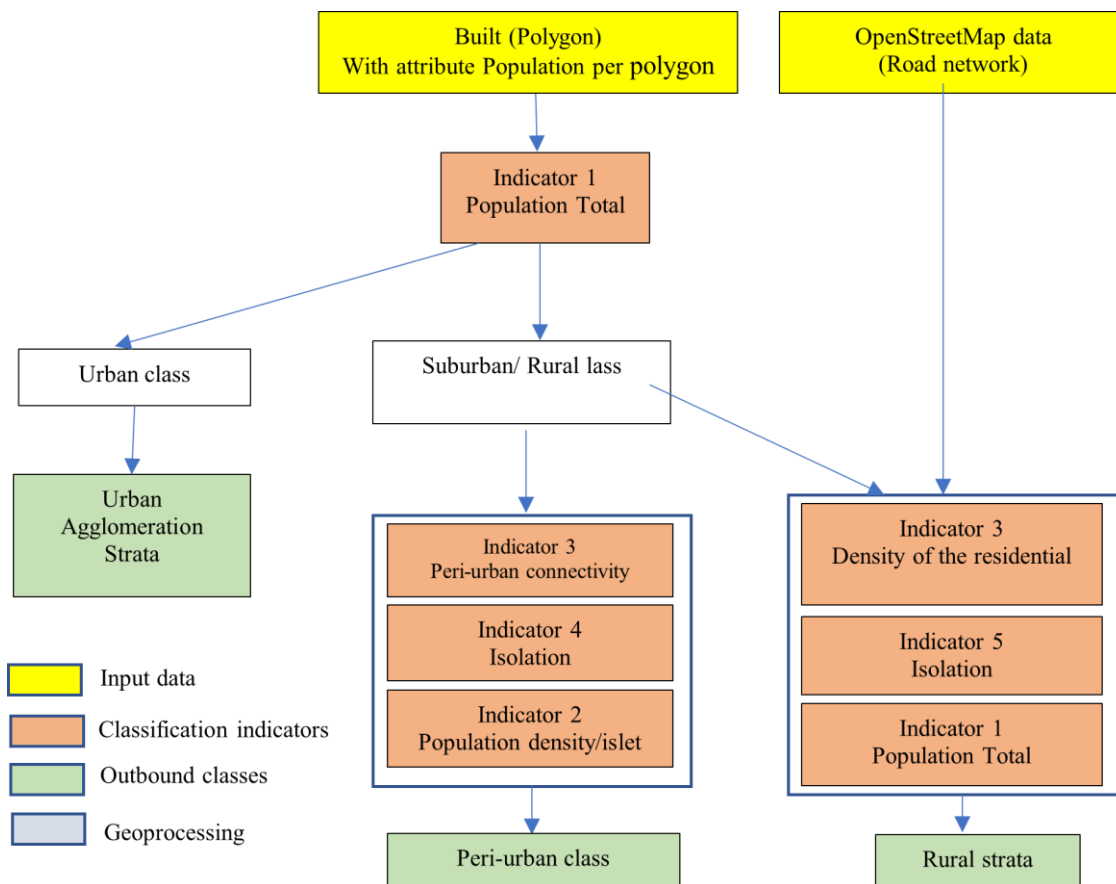


Figure 24 : Organigramme d'identification et classification du "Bâti" (Gacemi et al., 2023)

3.4. Indicateurs Utilisés pour la Classification

Selon la nomenclature de l'ONS, l'indicateur principal sur lequel repose toute classification de l'urbain est la population totale d'une agglomération. Toutefois, dans notre démarche d'identification, cette information est disponible uniquement pour les unités administratives, et non pour les polygones bâtis individuels. Pour surmonter cette limitation, nous avons développé une méthode d'estimation de la population par polygone du bâti.

3.4.1. Estimation de la Population par Polygone du Bâti

L'estimation de la population pour chaque polygone bâti repose sur une procédure de corrélation entre les pixels urbains et la population réelle. Cette méthode s'articule autour des étapes suivantes :

Calcul de la Densité Moyenne de Population par Pixel :

À partir des données disponibles, nous avons déterminé la densité moyenne de population pour chaque pixel, en utilisant les informations démographiques issues des recensements. Cette étape est cruciale car elle permet d'associer une valeur démographique à chaque pixel de l'image satellite.

Fusion des Polygones Bâtis :

Pour améliorer la précision des estimations, une fusion des polygones bâtis a été effectuée. Les polygones contigus ou situés à moins de 200 mètres les uns des autres ont été combinés pour former des entités plus larges. Cette approche tient compte de la proximité spatiale des structures bâties, permettant de mieux refléter les dynamiques de peuplement.

Somme de la Population des Polygones Fusionnés

Enfin, pour chaque ilot résultant de la fusion, la population a été calculée en additionnant les valeurs des polygones bâtis individuels. Ce processus permet d'obtenir une estimation plus robuste et représentative de la population au sein des zones périurbaines.

Corrélation Pixel Bâti / Population

Dans le domaine de l'analyse spatiale, de nombreuses études ont démontré la faisabilité d'estimer la population totale en s'appuyant sur des données satellitaires. Par exemple, des recherches récentes ont illustré comment les informations collectées par les satellites peuvent être utilisées pour établir des corrélations significatives entre la surface bâtie et la densité de population dans divers contextes urbains et périurbains (Harvey, s. d.; Lu et al., 2006; Wang & Wu, 2010; S. Wu et al., 2005). C'est sur la base de ce principe que nous allons estimer la population à partir des pixels associés aux zones bâties.

1. Fondement de l'Estimation

L'estimation de la population repose sur l'idée que chaque unité administrative, qui représente une entité géographique dans laquelle la population est recensée, peut être associée à un nombre déterminé de pixels bâtis. En d'autres termes, pour chaque zone administrativement définie, il existe une correspondance directe entre la superficie bâtie (représentée par des pixels) et le total de la population qui y réside. Ce lien constitue le fondement de notre méthodologie d'estimation.

3.4.2. Procédure d'estimation de la population à partir des images satellites

Le **schéma de la Figure 3** illustre les différentes étapes de la procédure d'estimation de la population par pixel bâti :

Étape 1 : Collecte des Données

Rassembler les images satellitaires (ASTER) et les données de population du RGPH :

Image ASTER de 2008 : Cette image fournit des informations multispectrales permettant d'identifier les zones bâties. Elle a été sélectionnée en raison de sa proximité chronologique avec les données du recensement, ce qui augmente la pertinence des résultats.

Données du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) 2008 : Ces données fournissent des chiffres précis sur la population pour chaque unité administrative, constituant la base de référence pour notre analyse.

Cette approche d'estimation de la population à partir des pixels bâtis permet de surmonter certaines limitations des données démographiques traditionnelles. En intégrant des outils d'analyse spatiale et des données satellitaires, nous pouvons obtenir des estimations plus fines et plus pertinentes de la population, ce qui est particulièrement utile dans des contextes où les données sur la population peuvent être incomplètes ou obsolètes. La corrélation entre les pixels bâtis et les données de population constitue donc un élément clé de notre méthodologie pour l'identification des zones périurbaines.

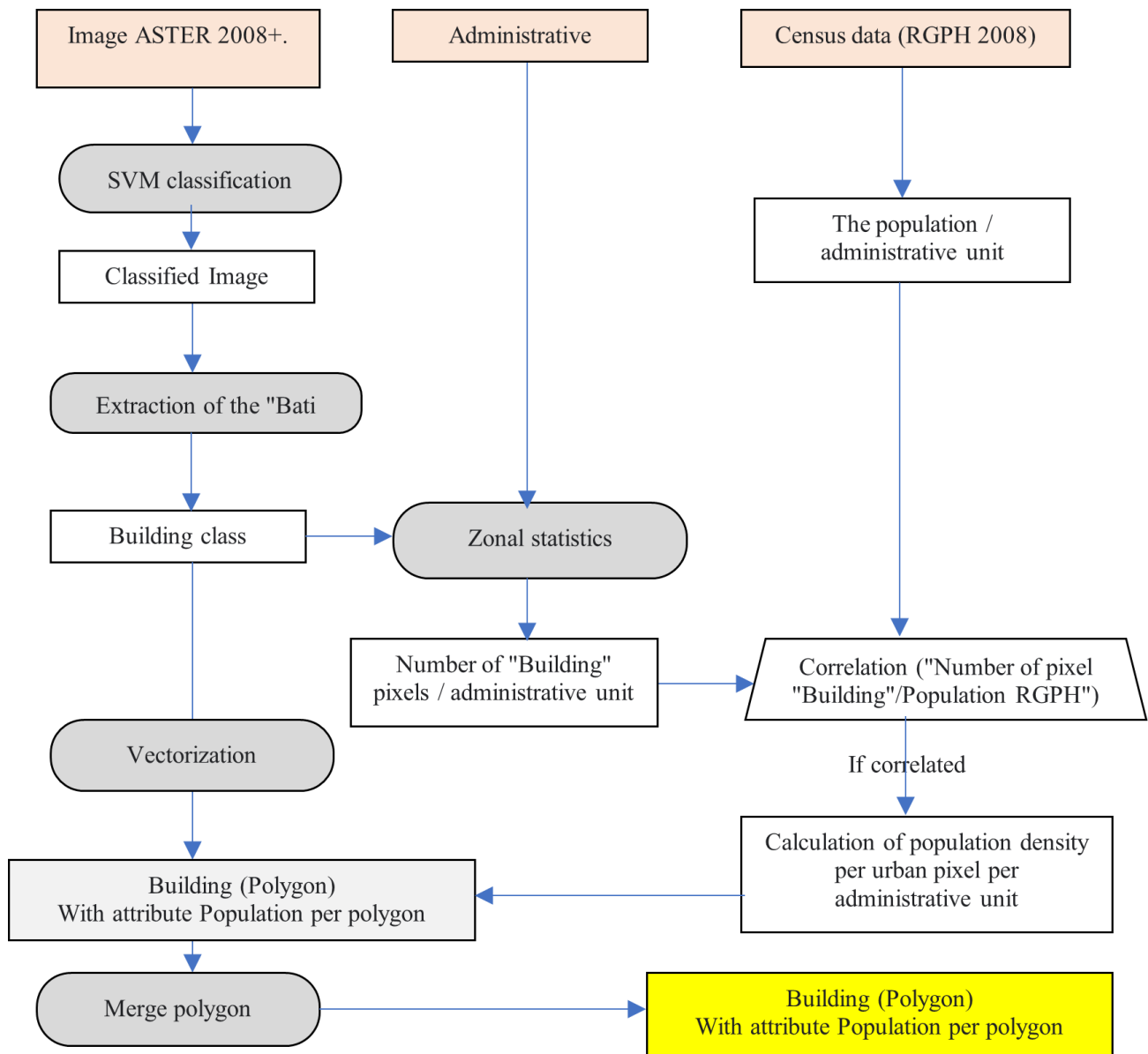


Figure 25: Procédure d'estimation de la population par pixel bâti. (Gacemi et al., 2023)

3.4.3. Corrélation entre Pixels Bâti et Population Totale

Dans le cadre de cette recherche, une analyse approfondie a été menée pour établir la relation entre le nombre de pixels bâtis et la population totale par commune. Les résultats indiquent une corrélation significative de 94%, comme le montre la Figure 4 et le Tableau 2. Cette forte corrélation est un indicateur de la robustesse de notre méthodologie d'estimation, soulignant que les pixels bâtis peuvent être un bon prédicteur de la population dans les unités administratives étudiées.

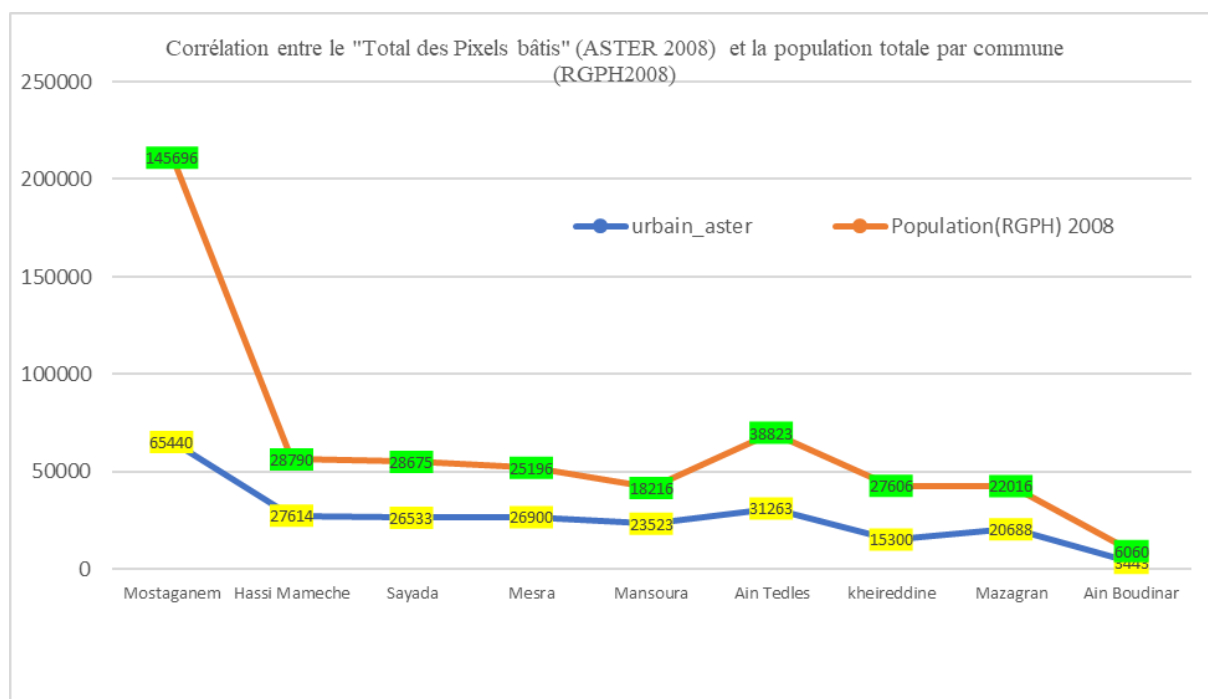


Figure. 26 : La corrélation entre Total des pixels bâtis (ASTER 2008) et la population totale par commune (RGPH2008) (Gacemi et al., 2023)

Variables	Total des Pixels Bâtis	Population (selon RGPH2008)
Total des Pixels Bâtis	1	0.936
Population (selon RGPH2008)	0.936	1

Tableau 3 : Matrice de corrélation (Pearson)

Commune	Total des pixels urbains ⁽¹⁾	Population (RGPH 2008) ⁽²⁾	Superficie de l'urbain Aster(km ²) ⁽³⁾	Densité pop/pixel ⁽⁴⁾	Densité Pop/m ² ⁽⁵⁾
Mostaganem	65 440	145 696	14.72	2.23	0.009895137
Hassi Mameche	27 614	28 790	6.21	1.04	0.004633720
Sayada	26 533	28 675	5.97	1.08	0.004803243
Mesra	26 900	25 196	6.05	0.94	0.004162908
Mansoura	23 523	18 216	5.29	0.77	0.003441738
Ain Tedles	31 263	38 823	7.03	1.24	0.005519197
kheireddine	15 300	27 606	3.44	1.80	0.008019172
Mazagran	20 688	22 016	4.65	1.06	0.004729741
Ain Boudinar	3 443	6 060	0.77	1.76	0.007822635

Tableau 4 : Les données des pixels bâtis ASTER 2008 et les données de recensement RGPH2008

(1) : Le nombre total des pixels extraits de l'image ASTER 2008 par unité administrative (Commune) ;

(2) : La population par commune selon les données recensement de 2008 selon l'ONS ;

(3) : Superficie de l'urbain = Total des pixels urbains ⁽¹⁾ x Taille de pixel en Km² (pour une image ASTER 15x15*10⁻⁶) ;

(4) : Densité de la population par pixel = Population RGPH2008 ⁽²⁾ / Total Pixels urbains ⁽¹⁾

(5) : Densité de la population par m² = Densité pop/pixel ⁽⁴⁾ / Taille pixel en m² (15mx15m)

Le Tableau 4 présente des données essentielles pour évaluer la densité de population dans plusieurs communes de la région de Mostaganem. Les colonnes fournissent des informations sur le total des pixels urbains, la population selon le recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 2008, la superficie urbaine mesurée par des images satellite (ASTER), ainsi que les densités de population par pixel et par mètre carré.

3.4.4. Comparaison des Total des Pixels Urbains et de la Population

Mostaganem se distingue comme la commune avec le plus grand nombre de pixels urbains (65 440) et la plus forte population (145 696). Cela se traduit par une densité de population par pixel de 2,23 et une densité par mètre carré de 0,0099.

En revanche, Ain Boudinar présente le plus faible total de pixels urbains (3 443) et une population de 6 060, ce qui lui confère une densité de population par pixel relativement élevée de 1,76. Cela suggère que malgré un faible nombre de pixels, la commune est relativement densément peuplée par rapport à la taille de son espace bâti.

3.4.5. Densité de Population

Les densités de population varient considérablement d'une commune à l'autre. Par exemple :

Hassi Mameche et Sayada montrent des densités de population par pixel d'environ 1,04 et 1,08 respectivement, avec des populations qui sont relativement proches (28 790 et 28 675). Cependant, Hassi Mameche a un plus grand nombre de pixels urbains (27 614), ce qui indique une utilisation de l'espace plus efficace ou une configuration urbaine différente.

À l'inverse, Mansoura a une densité de population par pixel de 0,77, ce qui suggère une répartition de la population moins dense par rapport à son espace bâti, malgré une population totale significative.

3.4.6. Densité Pop/m²

Les densités de population par mètre carré (colonne 5) offrent une perspective supplémentaire sur la manière dont la population est répartie sur le territoire. Les valeurs varient de 0,0034 (Mansoura) à 0,0099 (Mostaganem), indiquant que Mostaganem est la commune la plus densément peuplée par mètre carré, ce qui reflète son statut de centre urbain majeur.

Kheireddine, avec une densité de 0,0080, montre également une utilisation significative de l'espace urbain par sa population.

3.4.7. Observations Générales

Les communes avec un plus grand nombre de pixels urbains tendent à avoir une population plus élevée, comme on le voit dans le cas de Mostaganem. Cela renforce l'idée que l'urbanisation et la population sont intimement liées, ce qui est souvent le cas dans les environnements urbains.

Toutefois, certaines communes, comme Ain Boudinar, illustrent que même avec peu de pixels, il est possible d'avoir une densité de population relativement élevée, ce qui pourrait être dû à des caractéristiques socio-économiques ou à des activités qui attirent la population malgré un développement urbain limité.

Cette analyse montre que les données sur les pixels urbains et la population fournissent des informations précieuses pour comprendre la dynamique urbaine dans la région de Mostaganem. Les variations dans les densités de population par pixel et par mètre carré révèlent des différences dans l'utilisation de l'espace et la distribution de la population, des éléments cruciaux pour les décisions de planification urbaine et le développement territorial. Ces résultats peuvent également servir de base pour des analyses plus approfondies concernant l'aménagement du territoire, les besoins en infrastructures et les services publics dans ces communes.

Les valeurs situées dans la dernière colonne (Tableau 4) de la densité de population par mètre-carré (m²) vont être utilisés pour les données de l'urbaine issue de l'image ALSAT2 de l'année 2017.

3.4.8. La Fusion des Polygones Bâtis (Contiguïté Urbaine)

La contiguïté urbaine est un concept clé dans l'analyse géospatiale des zones urbaines, qui désigne la connexion entre les polygones bâtis. Un polygone urbain est considéré comme contigu à un autre s'il partage au moins un segment de frontière. Cette caractéristique est essentielle pour identifier les zones urbaines compactes et évaluer l'extension des agglomérations.

Processus de Fusion

Dans le cadre de cette étude, les polygones contigus ont été fusionnés pour créer des entités plus grandes qui représentent mieux la continuité urbaine. Cela permet d'obtenir une vue d'ensemble plus précise des zones urbaines. La fusion des polygones implique plusieurs étapes :

Identification des Polygones Contigus : Un algorithme a été développé pour détecter les polygones urbains qui partagent des frontières. Cette étape repose sur des opérations géométriques qui évaluent les segments de frontières entre les polygones.

Fusion des Polygones : Une fois identifiés, les polygones contigus sont fusionnés en un seul polygone. Cette opération permet de simplifier la représentation des zones bâties et de mieux gérer les données lors des analyses ultérieures.

Addition de la Population : Lors de la fusion, la population de chaque polygone est additionnée pour refléter la densité de population globale de la nouvelle entité. Cela permet de calculer des indicateurs de population plus significatifs pour les analyses de densité et de développement urbain.

Outils Utilisés

Cette opération de fusion a été réalisée à l'aide d'un script Python utilisant la bibliothèque Arcpy de ESRI. Arcpy est une bibliothèque puissante pour l'analyse géospatial et la manipulation de données dans le logiciel ArcGIS. Grâce à cette approche, le processus de fusion a été automatisé, ce qui a permis d'optimiser le temps d'analyse et de minimiser les erreurs humaines.

3.4.9. Calcul des Indicateurs d'Identification du Périurbain

La démarche d'identification des zones périurbaines, urbaines ou rurales repose sur la définition d'un ensemble d'indicateurs clés. Ces indicateurs permettent d'évaluer les caractéristiques des zones bâties et leur classification. Le Tableau 4 présente les indicateurs retenus pour le classement du bâti, ainsi que leur typologie.

3.5. Types d'Indicateurs

Les indicateurs sont classés en deux catégories : indispensables et complémentaires.

Indicateurs Indispensables : Ces indicateurs sont essentiels pour établir la classification des zones. Ils fournissent des données critiques qui permettent de comprendre la structure urbaine et d'évaluer le développement des zones périurbaines. Les indicateurs indispensables sont :

- **Total de la population** : Permet d'évaluer la taille de la population d'une agglomération.
- **Densité de population par ilot** : Indique la concentration de la population dans un espace donné, essentiel pour comprendre l'utilisation de l'espace.
- **Densité du réseau routier de type "résidentiel" par ilot** : Fournit des informations sur l'accessibilité et la connectivité des zones.

- **Connectivité (périurbain)** : Mesure la relation entre les zones périurbaines et les centres urbains, essentielle pour l'analyse des mouvements de population.
- **Isolement urbain** : Évalue dans quelle mesure une zone est séparée des autres zones urbaines, ce qui peut influencer le développement social et économique.
- **Indicateurs Complémentaires** : Ces indicateurs, bien qu'importants, ne sont pas essentiels à cette étude de cas. Ils peuvent fournir des informations supplémentaires pour des analyses futures. Un exemple est :
 - Installation (parking, hôpitaux, écoles, etc.) : Ces infrastructures sont essentielles pour le développement urbain et leur présence peut influencer la qualité de vie dans les zones.

N°	Indicateur	Type d'indicateur
1	Total de la population	Indispensable
2	Densité de population par îlot	Indispensable
3	Densité du réseau routier de type "résidentiel" par îlot	Indispensable
4	Connectivité (périurbain)	Indispensable
5	Isolement urbain	Indispensable
6	Installation (parking, hôpitaux, écoles, etc.)	Complémentaire

Tableau 5 : Liste des indicateurs retenues pour la classification du bâti

L'intégration des données géospatiales et le calcul des indicateurs sont des étapes cruciales pour identifier et classer les zones périurbaines. La fusion des polygones bâtis, en s'appuyant sur la contiguïté urbaine, permet d'affiner la représentation des zones urbaines et de mieux comprendre les dynamiques démographiques. Les indicateurs établis fournissent un cadre solide pour évaluer le développement urbain et soutenir les décisions en matière d'aménagement du territoire. Grâce à l'utilisation d'outils avancés tels qu'Arcpy, ces analyses deviennent non seulement plus efficaces, mais aussi plus précises, ouvrant la voie à des études futures sur l'urbanisation et le développement durable.

3.5.1. Indicateur 1 : Total de la population

L'évaluation du total de la population dans la zone d'étude est cruciale pour la caractérisation des zones périurbaines, urbaines et rurales. Toutefois, la disponibilité des données de recensement général de la population pose un défi, puisque la dernière mise à jour a été réalisée lors du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) en 2008. Depuis lors, aucune nouvelle donnée n'a été officiellement publiée, ce qui complique l'évaluation des dynamiques démographiques récentes dans la ville de Mostaganem.

Pour pallier ce manque d'information, nous avons opté pour une approche basée sur l'hypothèse que la corrélation établie entre les pixels bâtis et la population en 2008 reste valide pour l'année 2017. Cette hypothèse repose sur l'utilisation d'un ratio pixel/population, calculé comme la densité de population par mètre carré pour chaque commune, à partir de l'image satellitaire ASTER de 2008. En appliquant ce ratio à l'image ASLAT2B de 2017, nous avons pu extrapoler les données démographiques pour estimer le total de la population à Mostaganem en 2017.

Cependant, il est impératif de noter que la période entre 2008 et 2017 a été marquée par une extension urbaine significative à Mostaganem, principalement due aux programmes d'habitat étatiques lancés pour répondre à la demande croissante de logements. Selon (Yamani & Trache, 2020), ces programmes ont majoritairement favorisé le développement de logements collectifs, ce qui a pu influencer la dynamique de la population dans la région. La construction de ces habitations a attiré de nouveaux résidents et modifié la structure démographique de la ville, rendant ainsi l'estimation de la population basée sur les données de 2008 d'autant plus complexe.

Pour améliorer la précision de nos estimations, il serait souhaitable d'effectuer des enquêtes de terrain et de croiser les résultats obtenus avec d'autres sources de données, telles que les statistiques des services municipaux ou les études démographiques récentes. Cela permettrait non seulement de vérifier la validité de la corrélation pixel/population, mais aussi d'affiner les projections démographiques pour mieux représenter la réalité de la population de Mostaganem en 2017.

En conclusion, bien que notre approche d'extrapolation soit fondée sur des principes solides, elle doit être considérée comme une estimation. Des données plus récentes et des études complémentaires seraient nécessaires pour valider les résultats obtenus et assurer une compréhension précise des dynamiques démographiques dans la région.

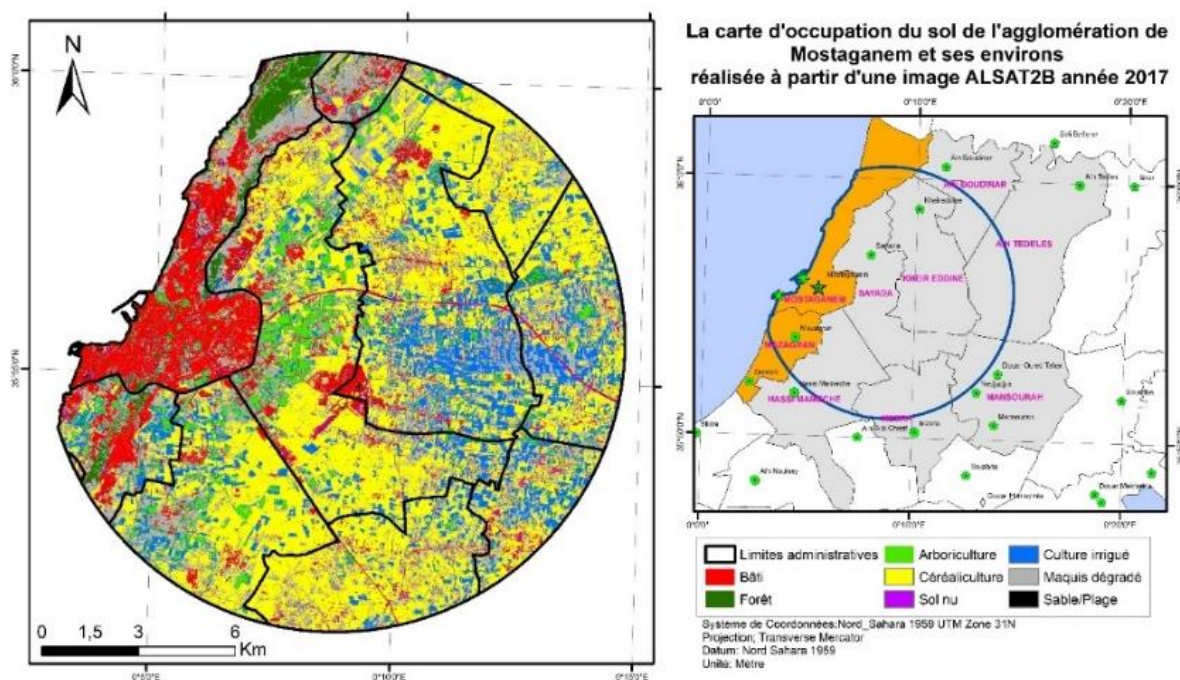


Figure. 27: La carte d'occupation du sol de l'agglomération de Mostaganem et environs (2017).

La classe de bâti en forme raster est convertie en vecteur de forme polygonal, ces polygones seront fusionnés et classifiés selon le seuillage exprimé dans le Tableau 6 :

Strate	Seuil Min	Seuil Max	Condition additionnelle
Métropole urbaine (MU)	300 000		Densité Rés. Routier
Urbain supérieur (US)	100 000	300 000	Densité Rés. Routier
Urbaine (U)	20 000	100 000	Densité Rés. Routier
Semi-urbaine (SU)	5 000	20 000	Densité Rés. Routier
AR (Agglomération rural)	1000	5000	Avec réseau
Douar	200	1000	sans réseau

Tableau 6 : Seuillage de nombre d'habitant par strate (ONS, 2011)

3.5.2. Indicateur 2 : La densité de la population par ilot

La densité de la population par ilot est un indice important sur le type des zones bâties, une forte densité indique que la zone soit, elle fait partie du tissu urbain en premier lieu ou parfois du péri-urbain, les zones rurales ont une densité de population trop faible par rapport à l'urbain ou le périurbain de la même région, cette densité est calculée selon la formule suivant :

$$\text{Densité de Pop. par Ilot} = \frac{\sum \text{Population du polygone d'un ilot}}{\text{Superficie de l'ilot (km}^2\text{)}} \dots \dots \dots (2)$$

Le calcul de cet indicateur, a permis de générer la carte (Figure.28)

3.5.3. Indicateur 3 : La densité du réseau routier (résidentiel) par ilot

La densité du réseau routier constitue un indicateur clé dans la classification des zones bâties. En effet, une zone urbaine dotée d'un réseau routier dense et bien asphalté reflète généralement un espace urbain organisé et aménagé. Ce type d'infrastructure routière témoigne du développement et de la planification urbaine, facilitant la mobilité et l'accès aux services.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse du réseau routier se concentre spécifiquement sur les routes classées comme "résidentielles", conformément à la nomenclature établie par OpenStreetMap. Cette approche permet de se focaliser sur les voies qui desservent principalement des habitations et des quartiers résidentiels, excluant ainsi les grandes artères, autoroutes ou voies express qui caractérisent souvent des infrastructures de plus grande envergure. L'accent mis sur les routes résidentielles vise à affiner l'analyse des dynamiques d'aménagement des zones bâties à l'échelle locale, offrant ainsi une meilleure compréhension de la structure urbaine et de la qualité de l'infrastructure routière dans ces espaces spécifiques. Cette distinction est cruciale, car elle permet de différencier plus finement les zones véritablement urbaines des espaces périurbains ou moins densément peuplés.

Cette densité est calculée comme suit :

$$- \text{Densité réseau résidentiel} = \frac{\sum \text{longueur des routes résidentielles d'un ilot}}{\text{Superficie de l'ilot}} \dots \dots \dots (3)$$

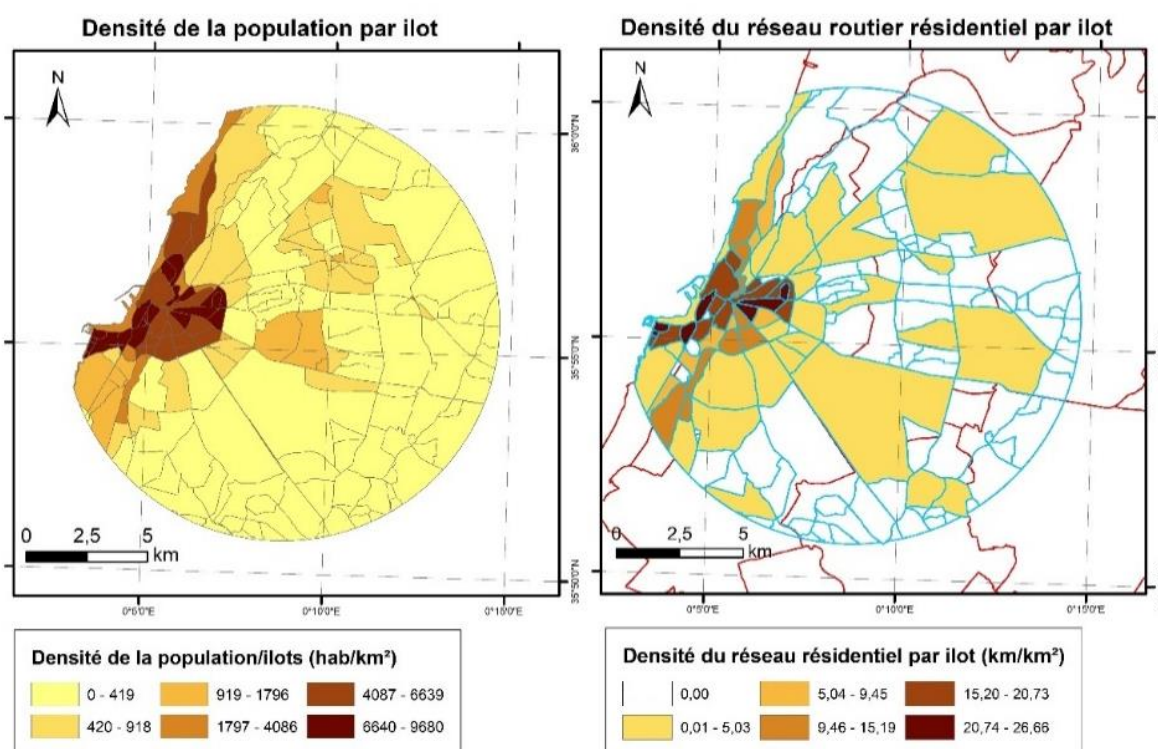


Figure.28: Densités de la population et du réseau résidentiel par ilot

3.5.4. Indicateur 4 : Connectivité

Un polygone périurbain est considéré comme "connecté" s'il est situé à proximité d'autres polygones dans un rayon ne dépassant pas un certain seuil, qui est fixé à 50 mètres dans cette étude. Cette connectivité spatiale permet de mesurer la cohésion entre les différentes parties de la zone étudiée, en évaluant leur intégration mutuelle. La vérification de cette connectivité a été réalisée à l'aide d'un script Python, développé sous l'environnement Arcpy d'ESRI, garantissant ainsi une analyse précise et automatisée des distances entre polygones.

3.5.5. Indicateur 5 : Isolement urbain

L'isolement urbain est défini par la distance entre un polygone et son voisin le plus proche, en fonction d'un seuil fixé selon les réglementations en vigueur. Dans cette étude, ce seuil est déterminé à 200 mètres, conformément aux critères de l'Office National des Statistiques (ONS). Un polygone est ainsi considéré comme "isolé" s'il se trouve à plus de 200 mètres de son voisin le plus proche. En outre, toute agglomération rurale qui n'est pas reliée au réseau routier principal, comme une route nationale ou départementale, est également qualifiée d'isolée. Ce critère d'isolement est crucial pour identifier les zones périphériques moins desservies par les infrastructures de transport, et donc potentiellement marginalisées dans les stratégies de développement urbain.

4. Résultats

Après avoir appliqué la démarche, la carte résultante, avec la même configuration sphérique de la zone d'étude, est présentée dans la **Figure 7**.

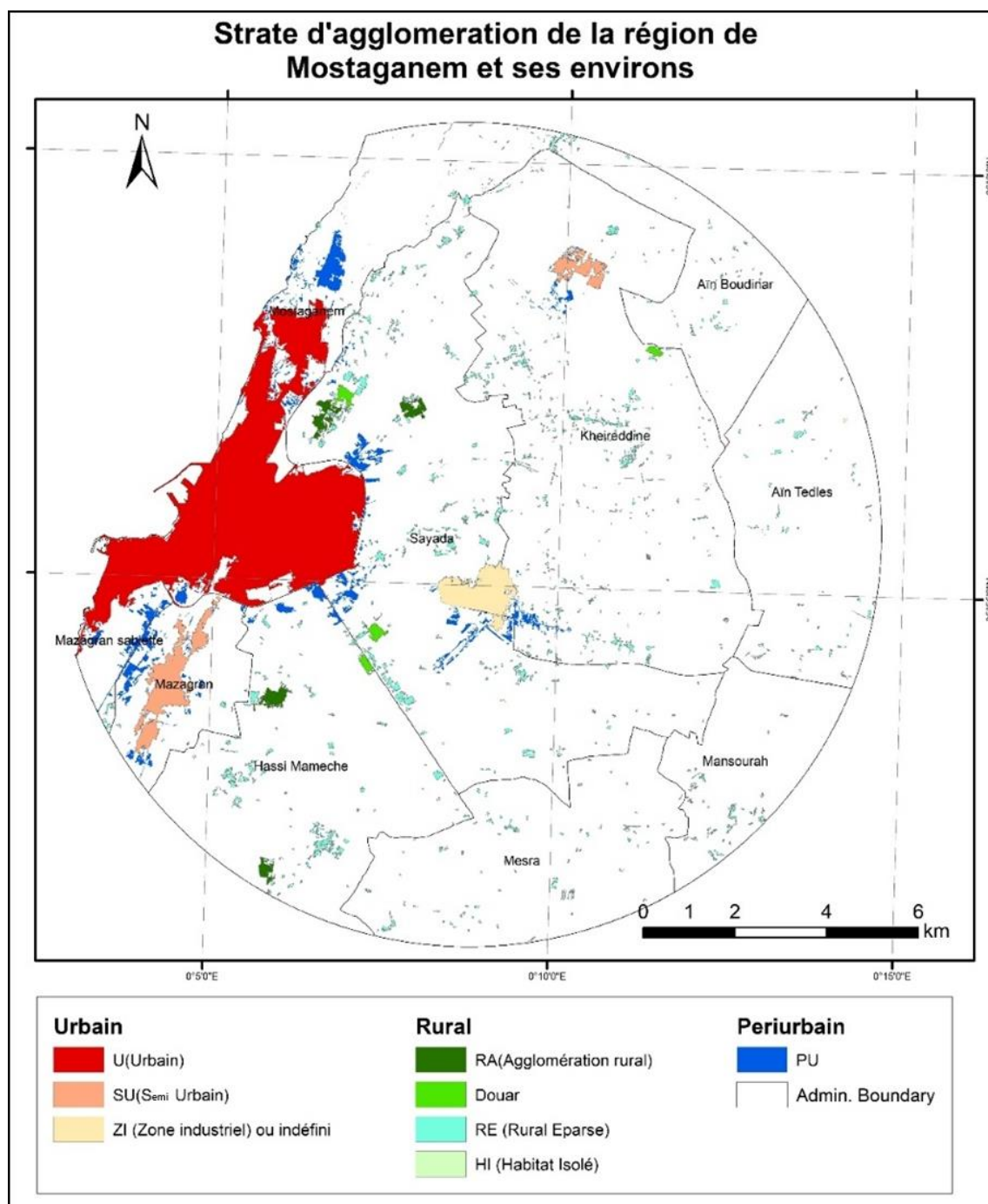


Figure. 29: Carte du bâti classifié selon la strate et le type d'agglomération

Les résultats montrent une forte variabilité dans la distribution des zones périurbaines. Il est important de noter qu'il est difficile de lier directement et visuellement le périurbain à un seul indicateur, tel que l'éloignement de l'agglomération. Cette hétérogénéité souligne la complexité de la dynamique périurbaine et l'importance de prendre en compte plusieurs facteurs pour une classification plus précise.

4.1. Validation de l'approche

La validation de cette approche peut se faire en comparant les populations estimées pour chaque type d'agglomération avec les données de recensement. Toutefois, les données de recensement à notre disposition ne fournissent pas de statistiques spécifiques sur le périurbain, mais uniquement sur les populations des zones éparées. Par conséquent, nous considérons les populations estimées dans les zones périurbaines et urbaines comme celles des chefs-lieux ou des agglomérations secondaires, tandis que les populations des zones rurales sont considérées comme celles des zones éparées.

Les **statistiques surfaciques** issues de nos résultats sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Commune	Classe d'Agglomération	Population estimée	Population estimée par ONS
Kheireddine	Urbain	13 101	17 423
	Périurbain	3 622	
	Rural	11 977	10 183
Total	28 700	27 606	
Mazagran	Urbain	20 714	21 116
	Périurbain	8 303	
	Rural	529	900
Total	29 546	22016	
Mostaganem	Urbain	88 967	144 138
	Périurbain	4 691	
	Rural	575	1 558
Total	94 233	145 696	
Sayada	Urbain	6 162	24 042
	Périurbain	6 132	
	Rural	12 167	4 633
Total	24 461	28 675	

Tableau 7 : Les données issues de l'identification du bâti, comparées à celle de l'ONS

Le **taux de corrélation** entre la population estimée à partir de l'imagerie et les données du recensement est très satisfaisant, avec une relation quasi exponentielle. Voir tableau ci-dessous :

Matrice de corrélation (Pearson) :		
Variables	Population (ONS)	Population estime
Population (ONS)	1	0.980
Population estimée	0.980	1

Tableau 8 : Matrice de corrélation de Pearson

Les taux sont très similaires dans la majorité des communes, certaines communes où il y'a des écarts sont liés à la forte présence d'habitat collectif (pavillonnaire), non prise en compte par notre approche (commune de Mostaganem, par exemple),

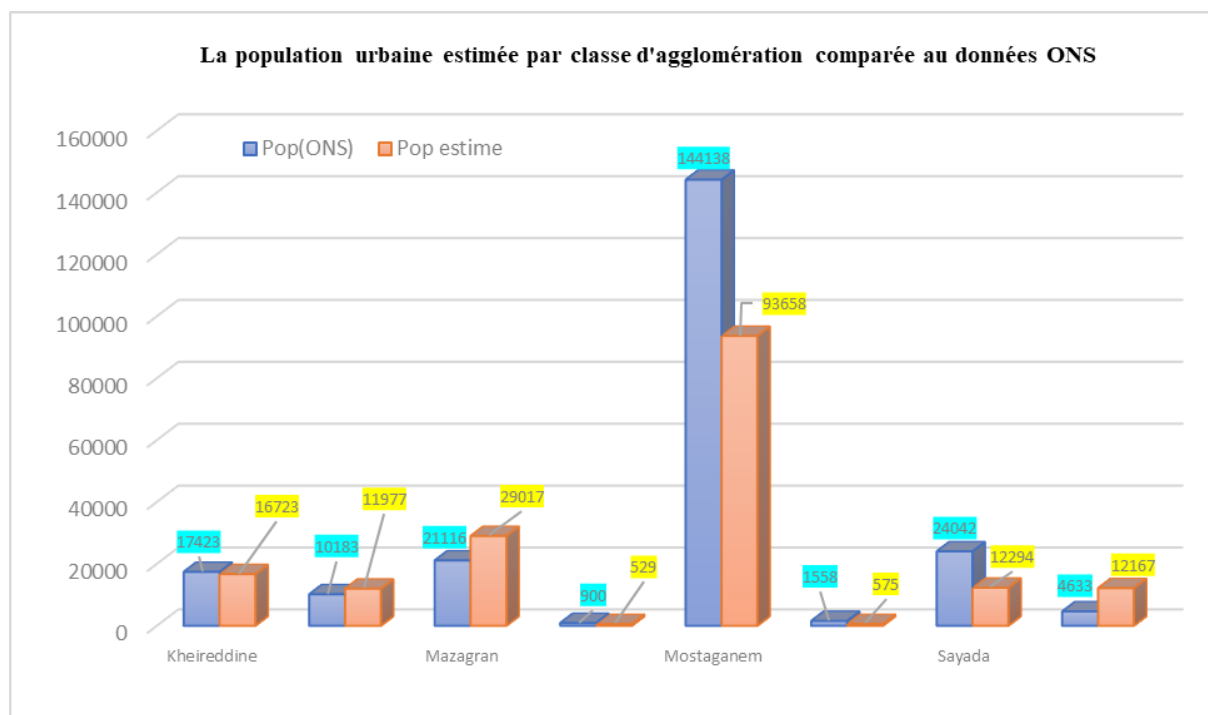


Figure.30: Graphe de la population urbaine estimée comparée aux données de recensement.

5. Discussion

Les indicateurs utilisés dans cette étude, tels que la contiguïté urbaine, la densité du réseau routier résidentiel et l'isolement urbain, sont reproductibles dans différents territoires, ce qui en fait des outils polyvalents pour analyser les dynamiques périurbaines. Toutefois, un point de divergence réside dans le calcul de la population, qui s'appuie sur une corrélation entre les pixels urbains des images satellitaires et les données de recensement. Cette corrélation, bien qu'efficace dans certains contextes, ne peut être généralisée qu'à certaines conditions. Pour pallier cette limite, il est prévu de développer un outil interactif, sous forme de plugin pour le logiciel QGIS, afin de faciliter l'utilisation de cette méthode et d'offrir une interface plus conviviale.

Le calcul de la population à partir des images satellitaires repose sur l'hypothèse d'une homogénéité verticale, c'est-à-dire que la densité de population est supposée uniforme dans un même polygone. Or, cette hypothèse ne s'applique pas toujours. Par exemple, en 2008, les programmes d'urbanisation étatiques de type habitat collectif vertical concernaient principalement la ville de Mostaganem et ses zones périurbaines, alors que d'autres communes secondaires n'avaient pas encore débuté leurs projets

d'habitat. Ce phénomène explique l'écart observé dans les résultats pour Mostaganem (voir Figure 8), où l'habitat collectif ou informel dans les zones périurbaines crée une surévaluation de la population.

Une autre observation intéressante concerne une agglomération initialement classée en zone rurale. Après vérification sur le terrain, il s'est avéré qu'il s'agissait d'un ancien village agricole, créé dans les années 1970, qui a progressivement évolué en habitat illicite. Ce cas démontre l'efficacité de notre méthode basée sur des critères structurels et non seulement sur la photo-interprétation, qui aurait pu conduire à une classification erronée. De plus, une zone classée comme « urbaine » selon l'indicateur de population a été reclassée en zone industrielle après l'analyse de la densité du réseau routier résidentiel. Ce dernier indicateur a montré que la zone en question n'avait pas les caractéristiques d'une zone urbaine résidentielle, mais plutôt celles d'une zone industrielle, ce qui renforce la pertinence de notre classification automatique.

Cependant, l'indicateur de contiguïté urbaine a montré certaines limites. Par exemple, des axes routiers reliant des taches urbaines non contiguës ont engendré des erreurs de classification. Ces routes ont été éliminées manuellement pour améliorer les résultats, tandis que les pixels correspondant aux routes internes reliant des îlots urbains d'un même bloc ont été retenus.

Dans les pays en voie de développement, la classification des niveaux d'urbanisation repose généralement sur des critères tels que :

- Le rang administratif de la localité ;
- Le pourcentage de la population économiquement active dans l'agriculture ;
- La disponibilité d'infrastructures comme l'électricité, l'eau courante, les soins médicaux, les écoles et les installations de loisirs.

En Algérie, cependant, ces critères sont moins discriminants en raison de l'effort massif d'électrification (taux de 99 %) et du développement d'infrastructures dans presque toutes les agglomérations, y compris rurales, grâce à la rente pétrolière des années 2000. De plus, la classification de l'Office National des Statistiques (ONS) soulève des questions, notamment sur les seuils démographiques utilisés et la détermination des strates, qui semblent parfois plus empiriques que qualitatives.

5.1. Dynamique urbaine et défis actuels

Les deux classifications permettent d'éclairer la transformation rapide des agglomérations urbaines en Algérie, mais elles soulignent aussi les défis à relever pour maintenir un équilibre entre urbanisation et développement durable. L'urbanisation rapide dans certaines wilayas, comme celle de

Mostaganem, entraîne une forte pression sur les terres agricoles, qui sont souvent converties en zones urbaines pour répondre à la demande croissante en logements et infrastructures. Cette concurrence pour le foncier s'intensifie avec les migrations internes, où les populations des zones rurales et des petites agglomérations migrent vers les grandes villes en quête de meilleures opportunités économiques et d'une qualité de vie améliorée.

De plus, les défis environnementaux, tels que la gestion des ressources en eau et les politiques de protection des terres agricoles, sont au cœur des préoccupations des urbanistes et des décideurs politiques. Par exemple, dans des wilayas comme Mostaganem, la pénurie d'eau et l'exploitation des nappes souterraines ont un impact direct sur l'évolution des agglomérations, contribuant parfois à la migration vers les zones urbaines, où les infrastructures sont mieux développées.

Les récentes politiques d'urbanisation doivent donc intégrer ces dynamiques pour mieux gérer la croissance des villes et protéger les ressources naturelles. Cela passe par une coordination entre les autorités locales et les instances nationales pour équilibrer les intérêts économiques, sociaux et environnementaux.

La stratification des agglomérations urbaines en Algérie, qu'elle soit légale ou statistique, reflète une compréhension approfondie des dynamiques complexes qui façonnent le développement territorial du pays. Si la classification légale repose sur des critères liés à l'aménagement et aux infrastructures, la classification statistique offre une perspective plus dynamique, en suivant les changements démographiques et l'urbanisation croissante. Cependant, face à la pression croissante sur les terres agricoles et aux défis environnementaux, il est crucial d'adopter des politiques de développement territorial qui concilient urbanisation, durabilité et protection des ressources naturelles.

5.2. Limites et recommandations

L'approche initiale, basée sur l'imagerie satellitaire, fournit une classification homogène des zones urbaines, mais elle ne prend pas toujours en compte des zones spécifiques comme les zones industrielles, qui présentent des caractéristiques démographiques très différentes.

La complexité de la détection des zones périurbaines découle non seulement de la difficulté conceptuelle et technique, mais aussi de la multiplicité des champs disciplinaires impliqués, tels que l'urbanisme, la sociologie et la géographie.

La première phase de cette recherche consistait en une classification de l'occupation du sol par imagerie à très haute résolution à l'aide du classifieur SVM, permettant d'extraire les zones bâties.

Cependant, cette méthode, typiquement radiométrique, présente des rigidités lorsqu'il s'agit de distinguer les différents types d'agglomérations.

La deuxième phase a introduit des indicateurs socioéconomiques tels que la population et le réseau routier. Le calcul de la densité de population par pixel, corrélé aux données de recensement, a montré une forte proportionnalité. De plus, l'intégration des données du réseau routier provenant d'OpenStreetMap a été un facteur discriminant pertinent, validant l'hypothèse « réseau résidentiel – présence de population urbaine ».

L'indicateur de l'éloignement des agglomérations, fondé sur la contiguïté, s'est également révélé efficace pour regrouper les fragments urbains, permettant ainsi une analyse plus précise sans se limiter aux frontières administratives.

Conclusion

La détection et la classification des zones périurbaines demeurent une tâche complexe, à la fois sur le plan épistémologique et technique. Cette complexité est accentuée par la diversité des disciplines impliquées, telles que l'urbanisme, la sociologie, et la géographie, qui apportent chacune des perspectives différentes sur la définition et l'identification de ces espaces. La diversité des concepts, des méthodes et des critères rend cette problématique difficile à aborder de manière unifiée.

La première phase de cette étude s'est concentrée sur la classification de l'occupation du sol à l'aide d'imagerie à très haute résolution, en utilisant le classifieur SVM (Support Vector Machine). Cette méthode a permis d'extraire les taches urbaines, représentant le bâti, mais elle présente certaines rigidités. En effet, cette extraction reste limitée à une analyse radiométrique, sans prendre en compte la diversité des typologies urbaines, rurales et périurbaines, ce qui restreint la capacité à saisir pleinement la complexité des espaces périurbains.

La deuxième phase de la recherche a consisté à intégrer des indicateurs socioéconomiques, tels que la densité de population et le réseau routier. Ce processus expérimental a permis d'affiner l'analyse. La densité de population a été calculée en corrélant les pixels urbains des images satellitaires aux données de recensement, créant une courbe quasi-proportionnelle. De plus, l'utilisation des données OpenStreetMap pour le réseau routier s'est avérée un critère discriminant crucial. L'hypothèse selon laquelle un réseau résidentiel dense est indicatif de la présence de population urbaine a été validée par la littérature existante, montrant la pertinence croissante de ces données dans les pays en voie de développement.

Un autre indicateur pertinent était celui de l'éloignement des agglomérations, basé sur le principe de contiguïté et d'adjacence, permettant de regrouper les fragments bâtis au sein de la classe urbaine. Cette approche géométrique a permis une analyse plus flexible, indépendante des contraintes administratives, en se fondant uniquement sur des référentiels sociodémographiques fournis par l'Office National des Statistiques (ONS).

La combinaison des indicateurs à travers une approche hiérarchique a été implémentée dans une base de données géographique normalisée. Deux algorithmes principaux ont été utilisés : l'un reposant sur le principe de contiguïté, et l'autre sur la connectivité. Les règles appliquées étaient issues du découpage de l'ONS ou ajustées selon les caractéristiques du territoire étudié. La qualité des résultats a été validée par une comparaison avec les strates démographiques du référentiel ONS, montrant une compatibilité très satisfaisante.

Cette contribution représente une première tentative de cartographie des espaces périurbains en Algérie, utilisant des images satellitaires et des données de recensement démographique. Dans un contexte où les approches académiques dans ce domaine sont limitées, cette étude pose les bases d'une nouvelle méthode d'analyse et de classification des zones périurbaines.

À l'avenir, cette approche sera optimisée et vulgarisée sous forme d'un plugin pour QGIS, un logiciel en libre accès. Ce développement permettra à un plus large public d'utiliser cet outil pour analyser différentes zones géographiques du pays. Les retours d'expérience des utilisateurs seront essentiels pour ajuster et généraliser cette méthode à l'échelle nationale, contribuant ainsi à une meilleure gestion de l'urbanisation et des espaces périurbains en Algérie.

Chapitre 6 : Etude de la dynamique des terres agricoles périurbaines : Par approche géomatique, cas de Mostaganem et ses environs

1. Introduction

Les trois dernières décennies ont vu l'Algérie connaître des transformations profondes sur les plans économique, social et politique, entraînant l'apparition de nouvelles dynamiques aussi bien urbaines que rurales. Ces changements ont favorisé l'émergence d'une nouvelle organisation spatiale, marquée par une compétition croissante pour l'usage du sol dans les zones périurbaines. Mostaganem, ville côtière intermédiaire avec un fort potentiel agricole, fait face à des défis majeurs sous l'effet de la pression démographique et du processus de périurbanisation. Ce phénomène entraîne une reconfiguration rapide de son espace rural, modifiant ainsi les interactions entre les différents acteurs: institutionnels, ruraux, urbains, propriétaires terriens et agriculteurs.

L'urbanisation non maîtrisée, particulièrement dans les zones périurbaines, représente un défi majeur pour la préservation des terres agricoles, notamment dans des régions comme la wilaya de Mostaganem. Ce phénomène se manifeste par une expansion urbaine rapide et souvent désordonnée, qui réduit la surface des terres cultivables au profit de zones résidentielles, commerciales ou industrielles.

L'extension urbaine à Mostaganem s'explique par plusieurs facteurs. D'une part, la croissance démographique et la concentration de la population dans les villes exercent une pression considérable sur les espaces disponibles pour l'habitat et les infrastructures. D'autre part, l'attraction exercée par les zones rurales, souvent plus abordables pour l'implantation de nouvelles zones résidentielles ou d'activités économiques, favorise la conversion des terres agricoles. Cette dynamique entraîne une fragmentation du paysage rural, où les parcelles agricoles sont morcelées et entourées de constructions urbaines, ce qui réduit leur productivité et leur accessibilité pour les agriculteurs.

Cette situation engendre des conflits d'usage des sols. En effet, les agriculteurs se retrouvent en concurrence avec des promoteurs immobiliers ou des industriels pour l'acquisition des terres. Les autorités locales, souvent contraintes de répondre aux besoins immédiats de logement ou d'infrastructures, privilégient parfois l'expansion urbaine au détriment de la préservation des terres agricoles. Cette pression sur les terres fertiles aggrave la perte de biodiversité et affecte directement la sécurité alimentaire de la région. De plus, la conversion des terres agricoles perturbe les écosystèmes locaux, modifie les régimes hydriques et contribue à l'érosion des sols.

À Mostaganem, la situation est d'autant plus préoccupante que la wilaya a une forte vocation agricole, notamment dans la production de fruits et légumes, ce qui lui confère un rôle stratégique dans l'alimentation locale et nationale. La réduction continue des surfaces agricoles pourrait donc affecter non seulement l'économie locale, mais aussi l'approvisionnement alimentaire à plus grande échelle.

Les terres agricoles les plus fertiles, situées en périphérie des villes algériennes, sont de plus en plus menacées par l'expansion urbaine. Ces terres, au lieu d'être préservées pour l'agriculture, sont souvent destinées à des projets de construction, ce qui entraîne une perte irréversible de surfaces cultivables. Le développement urbain incontrôlé compromet ainsi la durabilité agricole, essentielle à la sécurité alimentaire de ces régions.

L'application efficace de la classification des images de télédétection peut faciliter l'extraction d'informations spatio-temporelles pour la classification de l'occupation et de l'utilisation des sols (LULC). La cartographie des changements d'utilisation des terres et des couvertures terrestres (LULC) offre la possibilité d'analyser les répercussions de divers facteurs socio-économiques et environnementaux sur l'étendue des terres émergées. Cette étude expose un algorithme qui exploite les données des séries temporelles Landsat afin d'analyser les changements d'utilisation des terres et de couverture terrestre (LULC). Le classificateur Random Forest (RF), reconnu pour sa robustesse en matière de classification, a été mis en œuvre dans Google Earth Engine (GEE) en utilisant des images provenant des satellites Landsat 5, 7 et 8 comme données d'entrée pour la période 1990. L'efficacité de la mise en œuvre de la classification des images de télédétection peut faciliter l'extraction d'informations spatio-temporelles pour la classification de l'occupation et de l'utilisation des sols (LULC). La cartographie des changements d'utilisation des terres et des couvertures terrestres (LULC) offre la possibilité d'analyser les répercussions de divers facteurs socioéconomiques et environnementaux sur l'étendue des terres émergées. Cette étude expose un algorithme qui se sert de données de séries temporelles Landsat afin d'analyser les changements LULC. Le classificateur Support Vector Machine (SVM), reconnu pour sa robustesse en matière de classification, a été mis en œuvre dans Google Earth Engine (GEE) en se basant sur des images provenant des satellites Landsat 5, 7 et 8. Ces images ont été utilisées comme données d'entrée pour la période s'étalant de 1990 par ailleurs, des données ESA Landcover 2020 constitue un outil précieux pour analyser et comparer les changements d'occupation des sols dans la wilaya de Mostaganem au cours des dernières années. Ces données satellitaires permettent de cartographier avec précision les différentes catégories d'usage du sol, notamment les terres agricoles, les zones urbaines, et les espaces naturels. En comparant les données actuelles avec celles des décennies précédentes, il devient possible de quantifier l'ampleur de la périurbanisation et d'identifier les transformations majeures, telles que la réduction des surfaces agricoles ou l'expansion des zones bâties. Cette analyse spatio-temporelle fournit ainsi une base scientifique pour comprendre l'impact des dynamiques urbaines sur les terres à fort potentiel agricole et forestier dans la région de Mostaganem, permettant d'orienter les décisions en matière de gestion territoriale et de protection des terres.

2. Méthodes et outils

2.1. Situation géographique de la zone d'étude :

Située au nord-ouest de l'Algérie, la zone d'étude est l'ensemble de quatre communes de la wilaya de Mostaganem représenté par le chef-lieu (CL) de la wilaya et trois communes limitrophes, la commune de Mostaganem et la commune de Mezaghane sont de nature littorale et les deux autres communes Sayada et Hassi-Mamèche de nature rurale, la zone d'étude à une façade maritime de 22 km, et fait partie du plateau de Mostaganem. La surface de cette zone est de 165 km², soit 7.5 % de la superficie totale de la wilaya de Mostaganem. La zone d'étude est géographiquement située entre 0°1'13" Est, 36°2'29" Nord et 0°15'57" Est, 35°46'26" Nord (Figure 31).

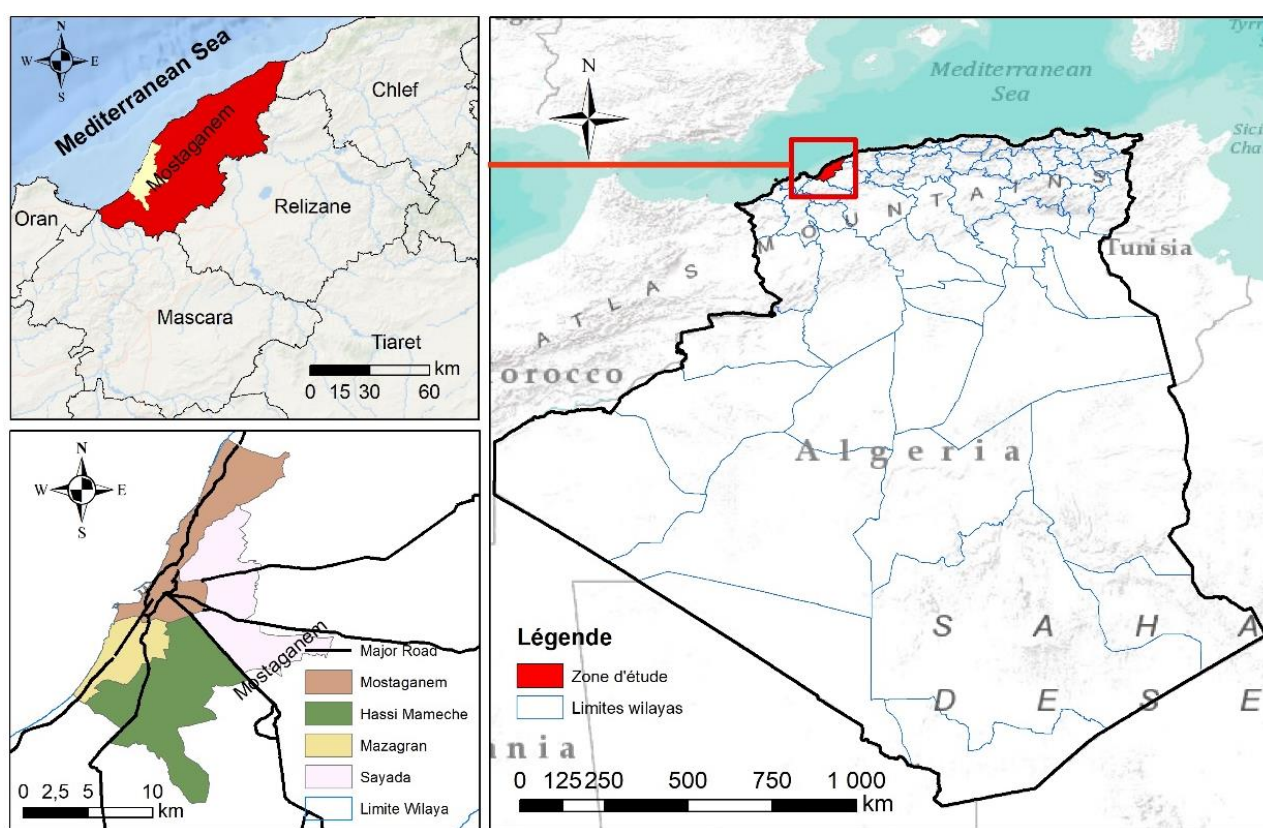


Figure 31 : Situation Géographique de la wilaya de Mostaganem

2.2. Collecte des données

Cette étude se concentre sur l'analyse des changements survenus dans la végétation autour de la ville de Mostaganem, en Algérie, entre la période 1990 et 2020. L'objectif est d'étudier les changements survenus en termes des terres agricoles et du bâti, cette étude permet au moins de connaître l'occupation du sol et de mieux comprendre l'impact des activités humaines et des changements environnementaux sur les ressources végétales de cette région. L'analyse repose sur des données

géospatiales issues de diverses sources, permettant une comparaison diachronique entre l'état de la végétation en 1990 et en 2020.

Pour mener cette étude, différents jeux de données ont été collectés et analysés. Chaque source apporte des informations précieuses sur l'évolution des couvertures végétales et des zones urbanisées. Commençons d'abord par les données satellitaires :

- 1. Données de référence 1990 :** Une image satellite provient du dataset de Google Earth référencé comme suit « *USGS Landsat 5 Level 2, Collection 2, Tier 2* » (Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, 2017). Un code développé dans *Google Earth Engine (GEE)* (Google Earth Engine Team, 2013) a permis de sélectionner et de télécharger une image sans couverture nuageuse, datée de mai 1989, couvrant la zone d'étude et étant très proche de l'année de référence (1990). L'image utilise la projection *WGS 1984 UTM Zone 31N*. Elle se compose de 7 bandes, détaillées comme suit :

Name	Description	Wavelength	Résolution spatiale
SR_B1	Band 1 (blue) surface reflectance	0.45-0.52 μm	30 m
SR_B2	Band 2 (green) surface reflectance	0.52-0.60 μm	30 m
SR_B3	Band 3 (red) surface reflectance	0.63-0.69 μm	30 m
SR_B4	Band 4 (near infrared) surface reflectance	0.77-0.90 μm	30 m
SR_B5	Band 5 (shortwave infrared 1) surface reflectance	1.55-1.75 μm	30 m
SR_B7	Band 7 (shortwave infrared 2) surface reflectance	2.08-2.35 μm	30 m

Tableau 9 : Description des différentes bandes de l'image Landsat 5 Level 2, C2,T2

- 1. Données de référence 2020 :** Pour cette année de référence, une image classifiée a été utilisée directement. Elle provient du dataset « *ESA/WorldCover/v200* » (Zanaga et al., 2022) disponible sur Google Earth Engine (GEE). Ces données fournies par l'Agence Spatiale Européenne (ESA), ont une résolution spatiale de 10 mètres et sont datées de 2021. Elles ont été générées à partir des données satellitaires Sentinel-1 and Sentinel-2 data. Le produit WorldCover inclut 11 classes de couverture terrestre et a été élaboré dans le cadre du projet ESA WorldCover, qui fait partie du 5e programme d'enveloppe d'observation de la Terre (EOEP-5) de l'ESA. Les données « *WorldCover 2021 v200* » atteignent une précision globale de 76,7 % (WorldCover Product Validation Report V2.0, 2024). Les classes d'occupation du sol couvertes par les données ESA Landcover 2020 incluent :

Classe	Nom de la classe	ClassName
10	Couvert arboré	Tree cover
20	Arbustaie	Shrubland
30	Prairies	Grassland

40	Terres agricoles	Cropland
50	Zones bâties	Built-up
60	Végétation éparse	Bare/sparse vegetation
70	Neige et glace	Snow and ice
80	Plans d'eau permanents	Permanent water bodies
90	Zones humides herbacées	Herbaceous wetland
95/100	Mangroves/ Mousses et lichen	Mangroves/ Moss and lichen

Tableau 10 : Les classes d'occupation du sol des données wordcover 2021 v200 de l'ESA

Trois classes ont été éliminées, car elles ne sont pas présentes dans notre zone d'étude ou leur occurrence est très faible. Il s'agit des classes codées comme suit : 70, 95 et 100.

- Echantillon d'entraînement et de validation :** La classification supervisée de l'image Landsat 5 de 1989, mentionnée précédemment, nécessite des données de terrain correspondantes à cette période. Cependant, nous ne disposons que de cartes topographiques à une échelle de 1/25 000. Ces cartes ont été réalisées sur la base de photos aériennes de 1987 et complétées par des relevés de terrain effectués en 1989. Cela soulève des questions sur la représentativité de la réalité du terrain à cette époque.

À partir de cette carte topographique de l'INCT, des échantillons ont été numérisés de manière spatialement équilibrée pour l'entraînement et la validation. Ces échantillons, au format ponctuel, sont en projection « Nord Sahara 1959 UTM Zone 31N » et ont été reprojetés en « WGS 1984 UTM Zone 31N ». Les classes identifiées sont les suivantes :

ClasseValue	Classname	Nombre d'échantillons
1	Bati	162
2	Terre agricole	91
3	Zone arbustive et forêt	229
4	Couvert arboré et verger	145
5	Prairie	128
6	Végétation nue	51

Tableau 11 : Echantillons d'entraînement et de validation de l'image Landsat 5 de 1989.

- Les données de validation : pour les données de validation, ???????????.
- Données auxiliaires :** Cette étude s'appuie sur plusieurs données géospatiales et attributaires.
 - Le réseau routier d'OpenStreetMap, reconnu pour sa précision (Barron et al., 2014; Belhouari et al., 2021), a été utilisé. Toutefois, ces données nécessitent un nettoyage pour supprimer les colonnes et lignes superflues. Notre intérêt s'est particulièrement porté sur les routes de type Route Nationale (RN), Chemin de Wilaya (CW) et les pistes.
 - Les limites communales, disponibles en format shapefile, sont également des données essentielles pour notre étude.

-Les données sur la population ont été obtenues à partir du site de l'ONS, notamment les résultats des recensements généraux de la population (RGPH) de 1987, 1998, et 2008. Il convient de noter que le dernier recensement, réalisé en 2023, n'a pas encore été publié à ce jour (octobre 2024)."

-Une couche vectorielle de type ponctuelle, est créé pour l'entraînement et la validation des classifications supervisées

2.3. Outils utilisés :

Pour mener à bien cette étude et obtenir les résultats escomptés, nous avons utilisé une combinaison d'outils logiciels, tant libres que propriétaires, ainsi que des développements spécifiques en Java pour répondre à des besoins particuliers.

D'un côté, parmi les outils propriétaires, ArcMap (sous licence académique) a joué un rôle central. Il a été exploité à différentes étapes du processus, depuis les tâches de numérisation, la reprojection des données géospatiales, jusqu'à des opérations d'analyse spatiale comme l'intersection des couches d'information. ArcMap a également permis de réaliser diverses méthodes de classification des données spatiales, assurant une organisation et une catégorisation précises des éléments géographiques en fonction des critères étudiés.

En complément, l'application Google Earth a été utilisée pour la photo-interprétation afin de corriger les échantillons d'entraînement. Sa très haute résolution spatiale, atteignant plusieurs dizaines de centimètres, a offert une précision accrue pour vérifier les données terrain et améliorer la qualité des résultats.

Un autre outil crucial a été Google Earth Engine, une plateforme puissante utilisée pour la sélection des images satellitaires et le filtrage des données Landsat. Ces opérations, qui seraient particulièrement complexes et chronophages si elles étaient effectuées manuellement, ont été largement automatisées et optimisées grâce à cette plateforme. De plus, Google Earth Engine a permis de télécharger des données de référence récentes, notamment l'image classifiée de l'ESA WorldCover 2021, qui représente les données de couverture terrestre de 2020. Cette référence mondiale a été essentielle pour affiner l'analyse de l'occupation du sol et garantir la qualité des résultats obtenus.

En somme, la synergie entre ces outils a permis d'optimiser le flux de travail, d'améliorer la précision des résultats et de réduire le temps nécessaire pour traiter des volumes importants de données géospatiales.

2.4. Méthodologie

La méthodologie est expliquée par l'organigramme suivant :

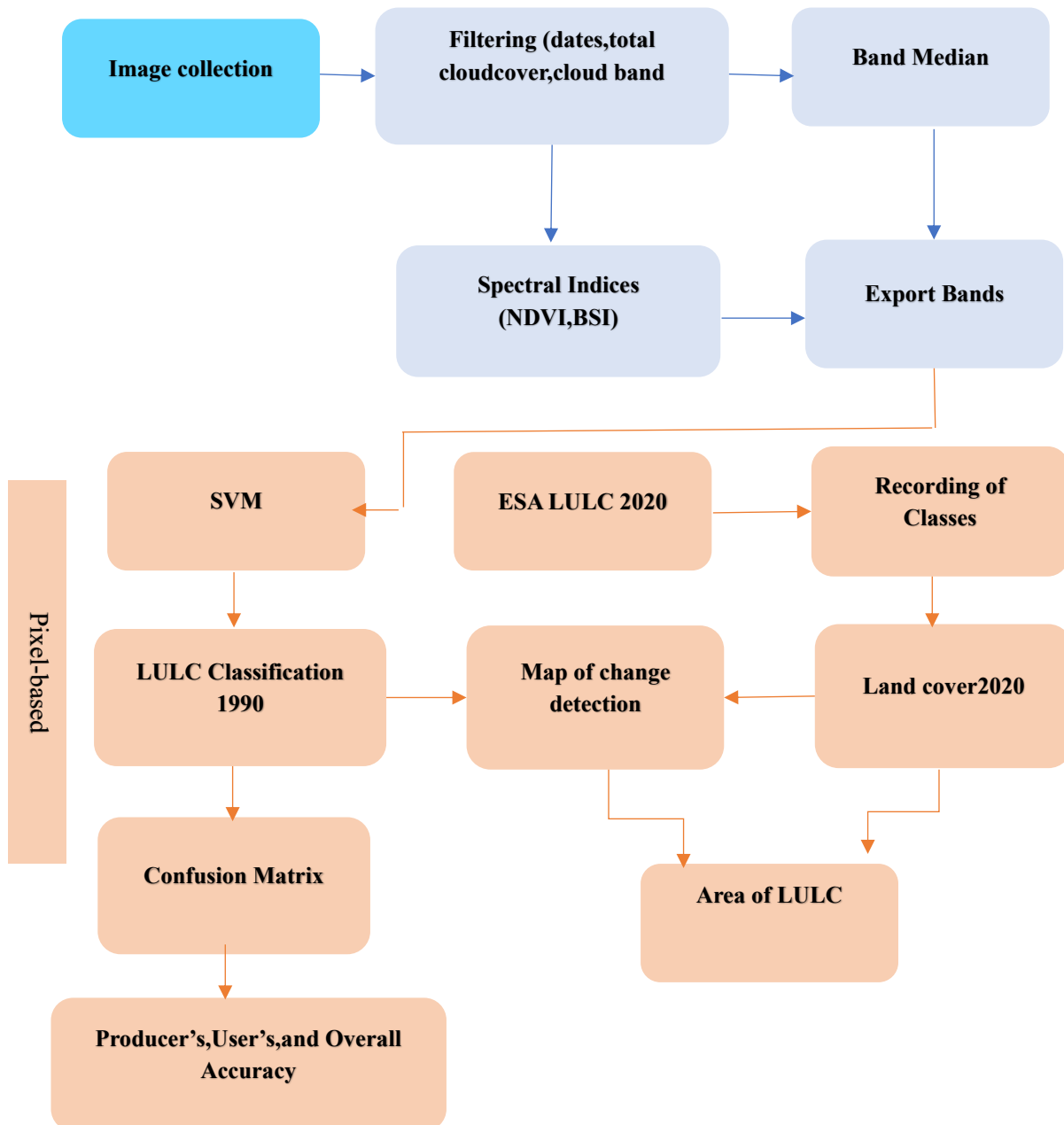


Figure 32 : Processus de traitement et d'étude du changement entre deux données satellitaires

Prétraitement des données pour l'étude de la dynamique périurbaine agricole (1990-2020)

Après la collecte des données nécessaires à l'analyse de la dynamique périurbaine agricole entre 1990 et 2020, plusieurs étapes de prétraitement ont été menées. Ces étapes sont décrites ci-dessous en fonction des types de données et des outils utilisés.

1. Prétraitement des données de référence

Données de 1990 :

- Avec Google Earth Engine (GEE), les données du dataset *USGS Landsat 5 Level 2, Collection 2, Tier 2* ont été filtrées selon les critères suivants :
 - **Période de capture** : images datées entre 1987 et 1990.
 - **Couverture nuageuse** : inférieure à 5 %.
 - **Zone d'étude** : limites géographiques de la commune de Mostaganem et de ses communes avoisinantes.

Données de 2000 :

- Les données pour l'année 2000 proviennent du dataset *ESA WorldCover v200 2021*. Étant fournies sous forme raster, elles ont été converties en vecteurs pour faciliter l'analyse. Un nettoyage a été réalisé pour éliminer les petits pixels isolés et superflus, ainsi que pour exclure les classes de données (70, 95 et 100), qui représentent respectivement les **neiges et glaces**, **mangroves**, et **mousses et lichens**, peu pertinentes pour cette zone d'étude.

2. Prétraitement des données auxiliaires

Création de couches pour l'entraînement de la classification supervisée :

- Une couche vectorielle ponctuelle a été créée pour entraîner la classification supervisée de l'image Landsat 5 de 1989. Cette couche a été renseignée en utilisant les données disponibles des cartes topographiques de 1989 (échelle 1/25 000) et enrichie par photointerprétation dans Google Earth. Bien que les images de Google Earth ne reflètent pas précisément la réalité de 1990, elles ont permis d'identifier les terres agricoles et les classes de couverture qui n'ont pas connu de changements significatifs depuis cette époque.

Utilisation des données OpenStreetMap :

- La base de données *OpenStreetMap* a été exploitée pour extraire le réseau routier. Ces données ont été nettoyées et reclassées pour intégrer un attribut supplémentaire décrivant le type de route :
 - « Route Nationale »
 - « Chemin de Wilaya »

- « Piste » (ou routes secondaires et tertiaires).
- Ces données ont été téléchargées depuis le site *Geofabrik*¹.

Données statistiques sur la population :

- Les statistiques démographiques ont été extraites du site de l'Office National des Statistiques (ONS) et incluent les recensements de la population pour les années 1987 (RGPH 1987), 1998 (RGPH 1998), 2008 (RGPH 2008), ainsi que des estimations pour 2021.

Données météorologiques :

- Les données météorologiques, téléchargées depuis le site de la NASA², contiennent des mesures de température et de précipitations annuelles couvrant la période de 1981 à 2024.

2.4.1. Les traitements

2.4.2. La classification de l'image Landsat 5 date Mai 1989.

La classification de cette image a été entièrement réalisée à l'aide de l'application ArcMap. Pour cela, un échantillon vectoriel ponctuel a été préparé afin de servir de base pour l'entraînement et la validation de la classification supervisée. Cet échantillon a été généré en s'appuyant sur les informations disponibles dans la carte topographique de la période concernée, ce qui garantit une représentativité des conditions de cette époque. La sélection des échantillons pour l'entraînement et la validation s'est appuyée sur l'analyse visuelle d'images de haute résolution provenant de Google Earth et de la carte topographique. Cette méthode est largement utilisée et documentée dans la littérature scientifique (Breiman, 2001). Afin d'obtenir une validation plus précise, les ensembles de données d'entraînement et de validation ont été choisis de manière distincte.

Bien que les images de Google Earth ne reflètent pas précisément la période étudiée, elles ont été utilisées comme support visuel complémentaire. Elles ont permis de mieux distinguer les zones de terres agricoles et d'autres classes de couverture du sol susceptibles d'avoir peu évolué depuis.³

La figure () montre la distribution équilibrée des échantillons dans la zone d'étude, superposés à la carte topographique. Ce placement spatialement homogène assure une couverture représentative de toute la zone analysée, renforçant ainsi la robustesse de la classification supervisée.

¹ Download.geofabrik.com accessible le 24/10/2025

² <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> accessible 25/10/2024

³ <https://download.geofabrik.de/> accessible le 25/10/2024.

Les échantillons d'entrainement numrisés à partir d'une carte topographe et les images GE

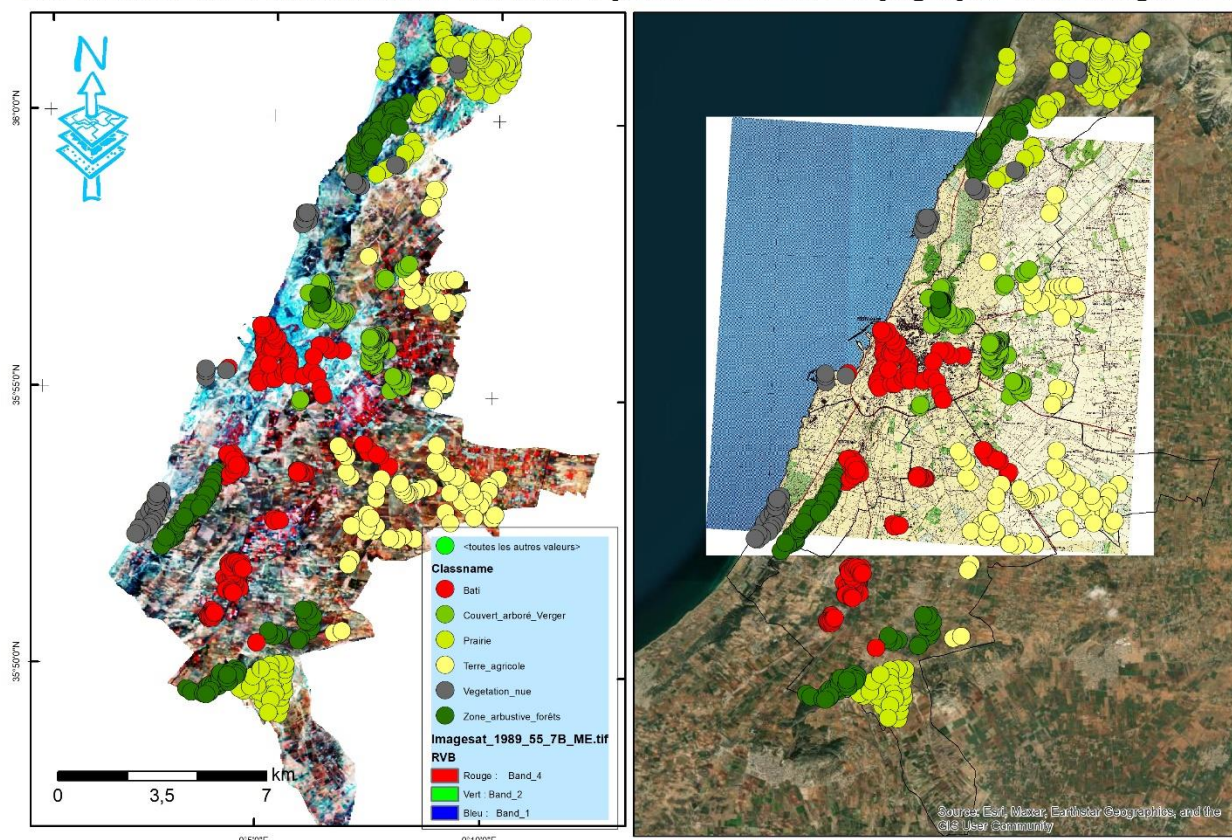


Figure 33 : Dispersion des échantillons d'entrainement sur la zone d'étude

L'image Landsat 5, utilisée comme donnée de référence pour l'année 1990, a été classifiée en employant la méthode de **Support Vector Machines (SVM)**, une technique largement utilisée dans les classifications supervisées d'images. SVM est une méthode d'apprentissage supervisé qui sépare les classes d'occupation du sol en traçant une hyperplane optimal entre elles dans un espace multidimensionnel. Cet hyperplane est choisi de manière à maximiser la marge entre les différentes classes, ce qui permet d'obtenir une classification précise même dans des contextes complexes, où les classes peuvent être non linéairement séparables.

La méthode SVM est particulièrement efficace pour les ensembles de données avec une grande variabilité spatiale, comme c'est souvent le cas dans les images satellitaires, car elle se concentre sur les pixels des zones de chevauchement entre les classes pour les différencier de manière optimale.

Le graphique ci-dessous illustre le principe de la méthode SVM, avec un exemple simple montrant deux classes distinctes (en rouge et en bleu) séparées par un hyperplane au milieu d'une marge maximale. Les vecteurs de support, situés sur les bords des marges, jouent un rôle crucial en définissant la séparation optimale entre les classes.

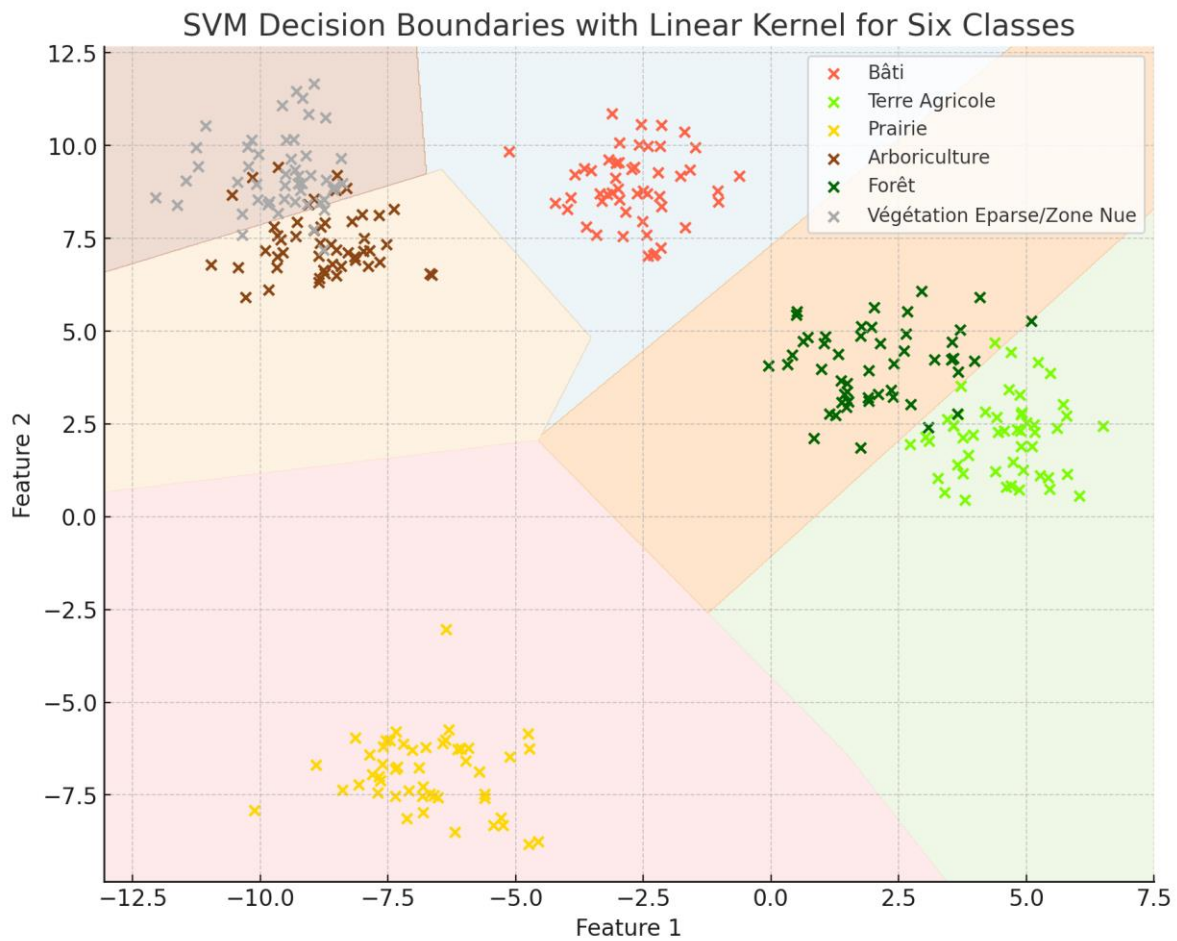


Figure 34 : limites de décision SVM avec noyau linéaire pour six classes

ClassValue	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	Total	U Accuracy	Kappa
C_1	133	-	-	-	-	1	134	0,99	-
C_2	19	85	-	-	-	-	104	0,82	-
C_3	6	6	211	45	-	5	273	0,77	-
C_4	2	-	18	98	6	4	128	0,77	-
C_5	2	-	-	1	119	4	126	0,94	-
C_6	-	-	-	1	3	37	41	0,90	-
Total	162	91	229	145	128	51	806		
P_Accuracy	0,82	0,93	0,92	0,93	0,73		0,85		
Kappa									0,81

Tableau 12 : Matrice de confusion de la classification par SVM de l'image Landsat 5.

Le Tableau 12 présente une matrice de confusion qui détaille les valeurs de correspondance entre les classes de couverture du sol après une classification. Il permet d'évaluer la précision de la classification en comparant les valeurs observées (lignes) avec les valeurs prédites (colonnes) pour chaque classe. Ce tableau comprend également les précisions unitaires (U Accuracy) et une statistique de Kappa pour évaluer la performance générale du modèle.

$$\text{User Accuracy (UA}_i\text{)} : UA_i = \frac{TP_i}{TP_i + FN_i} \dots\dots\dots \text{Eq.1}$$

$$\text{Producer Accuracy(PA}_i\text{)} : PA_i = \frac{TP_i}{TP_i + FP_i} \dots\dots\dots \text{Eq.2}$$

$$\text{Kappa } (\kappa) : \kappa = \frac{p_o - p_e}{1 - p_e} \dots\dots\dots \text{Eq.3}$$

$$\text{Précision globale : : Overall Accuracy} = \frac{\sum TP_i}{\sum \text{Total des observations}} \dots\dots\dots \text{Éq.4}$$

Analyse statistique des résultats de la classification :

- **ClassValue** : Représente les différentes classes de couverture du sol, notées de C_1 à C_6, correspondant aux types d'occupation du sol suivant le tableau :

ClassName	ClassValue
Bâti	C1
Terre agricole	C2
Zone arbustive	C3
Couvert arboré ou Verger	C4
Prairies	C5
Végétation Éparse/Nue	C6

Chaque cellule montre le nombre de fois que chaque classe a été prédite par le modèle pour des observations réelles.

- Classe Bâti (C1) : 133 occurrences ont été correctement classées, et une seule occurrence a été mal classée comme appartenant à la classe Végétation Éparse/Nue (C6).
- Classe Terre agricole (C2) : 85 occurrences ont été correctement classées, et 19 ont été mal classées comme appartenant à la classe Bâti (C1).
- Classe Zone arbustive (C3) : 211 occurrences ont été correctement classées, mais il y a eu des confusions avec d'autres classes, notamment Terre agricole (C2) (6 occurrences), Couvert arboré ou Verger (C4) (45 occurrences), et Végétation Éparse/Nue (C6) (5 occurrences).
- Classe Couvert arboré ou Verger (C4) : 98 occurrences ont été correctement classées, avec des confusions notables avec Zone arbustive (C3) (18 occurrences), Prairies (C5) (6 occurrences), et Végétation Éparse/Nue (C6) (4 occurrences).
- Classe Prairies (C5) : 119 occurrences ont été correctement classées, mais il y a eu quelques erreurs avec Bâti (C1) (2 occurrences), Couvert arboré ou Verger (C4) (1 occurrence), et Végétation Éparse/Nue (C6) (4 occurrences).
- Classe Végétation Éparse/Nue (C6) : 37 occurrences ont été correctement classées, avec une confusion avec Couvert arboré ou Verger (C4) (1 occurrence) et Prairies (C5) (3 occurrences).

Total : La colonne "Total" représente le nombre total d'observations pour chaque classe réelle :

- Classe Bâti (C1) : 134 observations au total (133 correctement prédites, 1 mal prédite).
- Classe Terre agricole (C2) : 104 observations (85 correctement prédites, 19 mal prédites).
- Classe Zone arbustive (C3) : 273 observations.
- Classe Couvert arboré ou Verger (C4) : 128 observations.
- Classe Prairies (C5) : 126 observations.
- Classe Végétation Éparse/Nue (C6) : 41 observations.

Précision Utilisateur (U Accuracy)

La précision unitaire reflète la capacité du modèle à prédire correctement les occurrences de chaque classe. Voici un aperçu des performances pour chaque classe :

- Bâti (C1) : Précision unitaire de 0,99, montrant une très haute fiabilité dans la classification de cette classe.
- Terre agricole (C2) : Précision de 0,82, ce qui suggère une certaine confusion, en particulier avec la classe Bâti (C1).
- Zone arbustive (C3) : Précision de 0,77, indiquant que cette classe est souvent confondue avec Couvert arboré ou Verger (C4) et d'autres.
- Couvert arboré ou Verger (C4) : Précision également de 0,77, montrant une confusion avec Zone arbustive (C3) et d'autres.

- Prairies (C5) : Précision de 0,94, ce qui en fait l'une des classes les mieux reconnues.
- Végétation Éparse/Nue (C6) : Précision de 0,90, une très bonne reconnaissance globale.

Coefficient de Kappa

Le Kappa est une mesure statistique qui évalue l'accord entre les prédictions du modèle et les observations réelles, au-delà de ce qui est attendu par le hasard. Le coefficient de Kappa pour cette matrice est de 0,81, ce qui indique une forte concordance. Cela montre que le modèle a une classification globalement fiable.

Analyse Complémentaire

- La précision utilisateur varie entre les classes. Par exemple, les classes Bâti (C1) et Prairies (C5) sont bien reconnues par le modèle, avec des précisions de 0,99 et 0,94, respectivement.
- À l'inverse, les classes Zone arbustive (C3) et Couvert arboré ou Verger (C4) ont des précisions plus faibles autour de 0,77, ce qui indique une confusion fréquente avec d'autres classes.
- Le coefficient de Kappa de 0,81 confirme que les prédictions du modèle sont en bon accord avec les données réelles, démontrant une bonne performance globale.

Cela montre que le modèle est globalement performant, mais qu'il existe des opportunités d'amélioration, en particulier pour mieux distinguer les classes Zone arbustive (C3) et Couvert arboré ou Verger (C4).

Analyse des résultats

a- Données de référence 1990 :

Analyse des classes d'occupation du Sol des résultats obtenues de la classification de l'image Landsat 1989 a donné les résultats suivants :

Superficie des classes OS de l'année 1990 (Classification de Landsat 5)		
ClassValue	Classe Name	Superficie (Hectare)
1	Bati	2087
2	Terre agricole	7930
3	Zone arbustive	1297
4	Couvert arboré ou Verger	1111
5	Prairies	2632
6	Végétation éparse/Nue	1313
Total		16 370

Tableau 13 : Superficie des différentes classes d'occupation du sol de 1990 de la zone d'étude

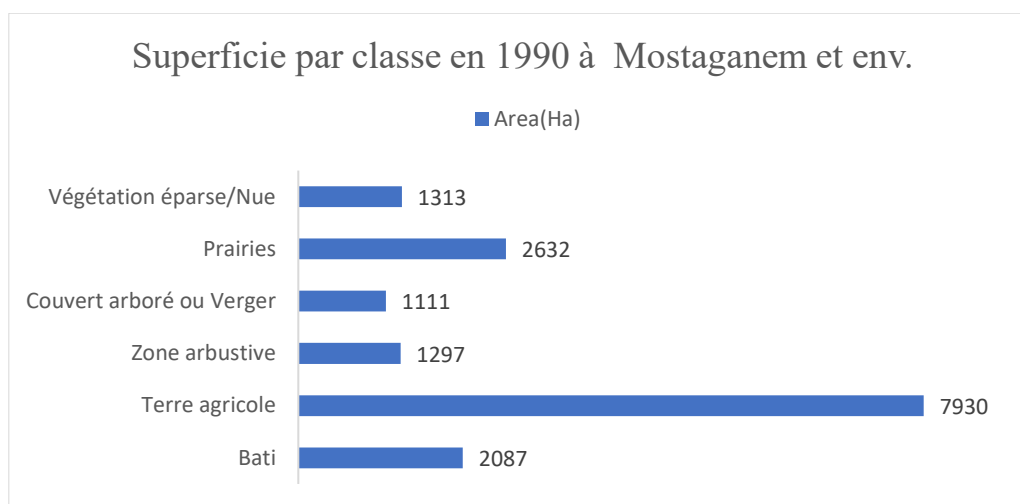


Figure 35 : La superficie en hectare des différents types d'occupation du sol en 1990 de la zone d'étude Mostaganem et ses environs.

Le diagramme à barres que nous avons créé représente la répartition de la surface (en hectares) de différentes classes de terrains. Voici quelques points d'analyse à partir du graphique :

1. **Terre Agricole** : C'est la catégorie qui couvre la plus grande surface parmi toutes les classes, avec environ 7930 hectares. Cela montre que l'agriculture occupe une part importante du territoire analysé, indiquant probablement une utilisation significative de la terre pour des activités agricoles.
2. **Prairies** : Avec une surface de 2632 hectares, les prairies constituent la deuxième plus grande classe. Cela suggère la présence importante de terres utilisées pour des pâturages, qui peuvent être destinées à l'élevage.
3. **Bâti** : Le "Bâti" couvre environ 2086 hectares, ce qui indique une zone urbanisée ou construite considérable, représentant probablement les infrastructures résidentielles, industrielles, ou autres aménagements humains.
4. **Zone Arbustive et Végétation Éparse/Nue** : Ces deux classes ont des surfaces relativement similaires, avec respectivement 1297 et 1312 hectares. Cela montre une répartition équilibrée des zones de végétation plus naturelle ou clairsemée.
5. **Couvert Arboré ou Verger** : Cette classe couvre environ 1111 hectares, la plus petite proportion parmi les différentes classes de terrains. Cela suggère une moindre présence de couvert arboré dense ou de vergers dans la zone étudiée, par rapport aux autres catégories.

b- Données de référence 2021 :

Analyse des classes d'occupation du Sol des résultats obtenues de la classification de l'image ESA World Cover 2021 a donné les résultats suivants :

Superficie des classes OS de l'année 2021 (ESA Wordcover 2021)		
Code value	Class Name	Superficie Total (hectare)
1	Bati	2733
2	Terre agricole	6621
3	Zone arbustive	799
4	Couvert arboré ou Verger	626
5	Prairies	3858
6	Végétation épars/Nue	1843
Total		16 480

Tableau 14 : Superficie des différentes classes d'occupation du sol de 2021 de la zone d'étude

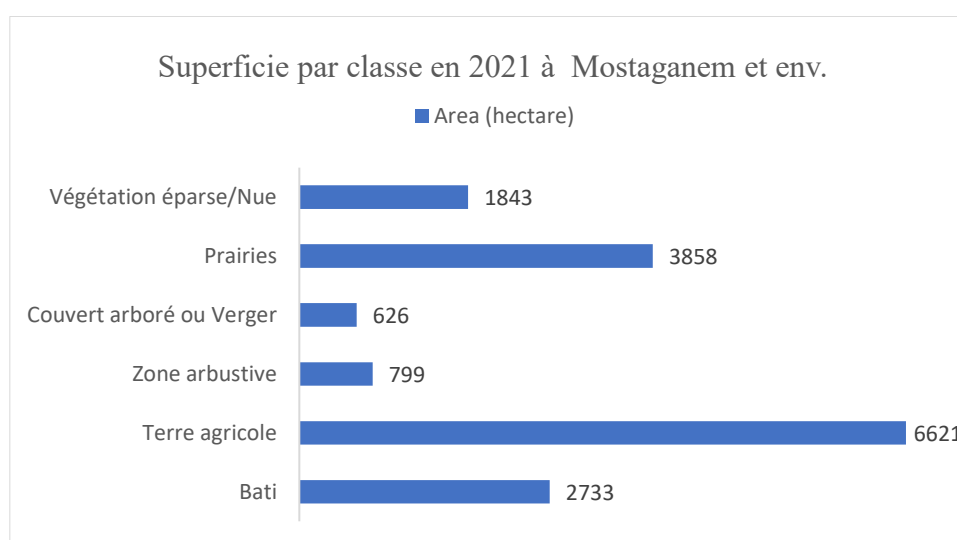


Figure 36 : La superficie en hectare des différents types d'occupation du sol en 2021 de la zone d'étude Mostaganem et ses environs.

- **Terre Agricole** reste la catégorie qui occupe la plus grande surface avec environ 6621 hectares, bien qu'elle soit en diminution par rapport aux données initiales (7930 hectares). Cela suggère une réduction des terres agricoles, potentiellement en raison de l'expansion urbaine ou d'un changement dans l'utilisation des terres.
- **Prairies** montrent une augmentation significative, atteignant environ 3858 hectares en 2020 par rapport aux 2632 hectares des données initiales. Cela pourrait indiquer une conversion de certaines zones, possiblement pour augmenter les pâturages ou des terrains non utilisés.
- **Bâti** a également augmenté, passant de 2086 hectares à 2733 hectares en 2020, reflétant une expansion de l'urbanisation et des infrastructures. Cela est souvent le signe de la croissance démographique et économique.

- **Zone Arbustive et Couvert Arboré ou Verger** ont toutes deux diminué en superficie (799 hectares pour les zones arbustives et 626 hectares pour les couverts arborés en 2020). Ces diminutions peuvent être le résultat de la conversion des terres pour l'agriculture, l'expansion urbaine, ou la déforestation.
- **Végétation Éparse/Nue** montre une augmentation de la superficie, atteignant 1843 hectares, indiquant peut-être une dégradation des terres ou une diminution de la densité de la couverture végétale.

3. Résultat et discussions

3.1.1. Etude de changement entre 1990 et 2021

Cette étape vise à comparer les différentes classes d'occupation du sol pour évaluer les changements survenus dans les zones de végétation, les terres agricoles et les espaces bâtis. Cette comparaison permettra d'analyser les dynamiques de déforestation, d'urbanisation et l'évolution des terres agricoles dans la région sur une période de 30 ans.

La méthodologie repose sur l'utilisation combinée de données historiques et contemporaines. Après avoir réalisé les cartes d'occupation du sol pour les années 1990 et 2021 et les avoir converties en couches vectorielles, il est essentiel de réaliser une intersection spatiale entre ces deux couches. Cette intersection révèle les transformations de chaque classe d'occupation du sol entre 1990 et 2021.

Calcul des superficies de chaque classe en 1990 et 2021 : le Tableau 15 et Figure 38 montrent ce qui suit :

L'analyse du tableau de changement entre 1989 et 2021 montre des évolutions importantes dans la répartition des classes d'occupation du sol. les principales observations pour chaque classe :

1. Bâti :

- **1989** : 2 086,83 hectares
- **2021** : 2 732,71 hectares
- **Changement** : +645,88 hectares

Analyse

:

Le bâti a connu une croissance significative (+645,88 hectares), correspondant à une expansion des zones urbanisées ou construites. Cela peut être le résultat d'une urbanisation accrue ou d'une extension des infrastructures au détriment des autres types de terres, notamment les terres agricoles ou les espaces naturels.

2. Terre agricole :

- **1989** : 7 930,00 hectares
- **2021** : 6 620,00 hectares
- **Changement** : -1 310,00 hectares

Analyse :

Il y a eu une perte considérable de terres agricoles (-1 310 hectares), probablement en raison de l'expansion urbaine ou d'autres activités humaines. Cette diminution suggère une conversion des terres agricoles vers des zones bâties, des infrastructures ou d'autres usages non agricoles. Cette tendance est préoccupante pour la durabilité agricole et la production alimentaire.

3. Zone arbustive :

- **1989** : 1 297,00 hectares
- **2021** : 799,00 hectares
- **Changement** : -498,00 hectares

Analyse :

Les zones arbustives ont également régressé (-498 hectares), ce qui pourrait être lié à l'expansion des prairies ou des terres bâties. Cette perte pourrait indiquer des transformations naturelles (reforestation ou déforestation) ou des aménagements humains.

4. Couvert arboré ou Verger :

- **1989** : 1 111,00 hectares
- **2021** : 625,00 hectares
- **Changement** : -486,00 hectares

Analyse :

La diminution des couverts arborés ou vergers (-486 hectares) est un signe préoccupant de la perte de végétation dense, que ce soit sous forme de forêts ou de vergers. Cette réduction peut être liée à la déforestation, la conversion en terres agricoles ou en zones bâties, ou à des changements climatiques et des pratiques agricoles moins favorables aux arbres.

5. Prairies :

- **1989** : 2 632,00 hectares
- **2021** : 3 858,00 hectares
- **Changement** : +1 226,00 hectares

Analyse :

Les prairies ont connu une croissance notable (+1 226 hectares), ce qui peut suggérer une reconversion de certaines terres (potentiellement des terres agricoles ou des zones arbustives) en prairies. Cette tendance pourrait être liée à des pratiques agricoles différentes, une augmentation des pâturages, ou encore une gestion des terres orientée vers la végétation herbacée.

6. Végétation épars/Nue :

- **1989** : 1 312,00 hectares
- **2021** : 1 843,00 hectares
- **Changement** : +531,00 hectares

Analyse :

La végétation épars ou nue a augmenté de 531 hectares, indiquant une possible dégradation des terres, une désertification, ou la conversion d'espaces agricoles, arborés ou arbustifs en terres plus dénudées. Cela pourrait aussi refléter un phénomène de fragmentation ou de surpâturage.

Le tableau montre des changements significatifs dans l'utilisation du sol entre 1989 et 2021, avec une expansion des zones bâties, des prairies, et de la végétation épars/nue. Simultanément, on observe une forte réduction des terres agricoles, des zones arbustives, et des couverts arborés ou vergers, ce qui souligne une pression accrue sur les ressources naturelles et agricoles.

Les principales tendances observées sont :

- L'urbanisation croissante, souvent au détriment des terres agricoles.
- La diminution des couverts végétaux denses (arbustes, arbres) en faveur de prairies et de végétation plus épars.

Ces dynamiques peuvent être le résultat de facteurs tels que l'urbanisation, les pratiques agricoles, les changements climatiques, ou encore des politiques d'aménagement du territoire.

	Classe	COS 1989	COS 2021	Changement
1	Bati	2 086,83	2 732,71	645,88
2	Terre agricole	7 930,00	6 620,00	-1 310,00
3	Zone arbustive	1 297,00	799,00	- 498,00
4	Couvert arboré ou Verger	1 111,00	625,00	- 486,00
5	Prairies	2 632,00	3 858,00	1 226,00
6	Végétation épars/Nue	1 312,00	1 843,00	531,00

Tableau 15 : Les superficies totales des classes d'occupation du sol en 1990 et 2021

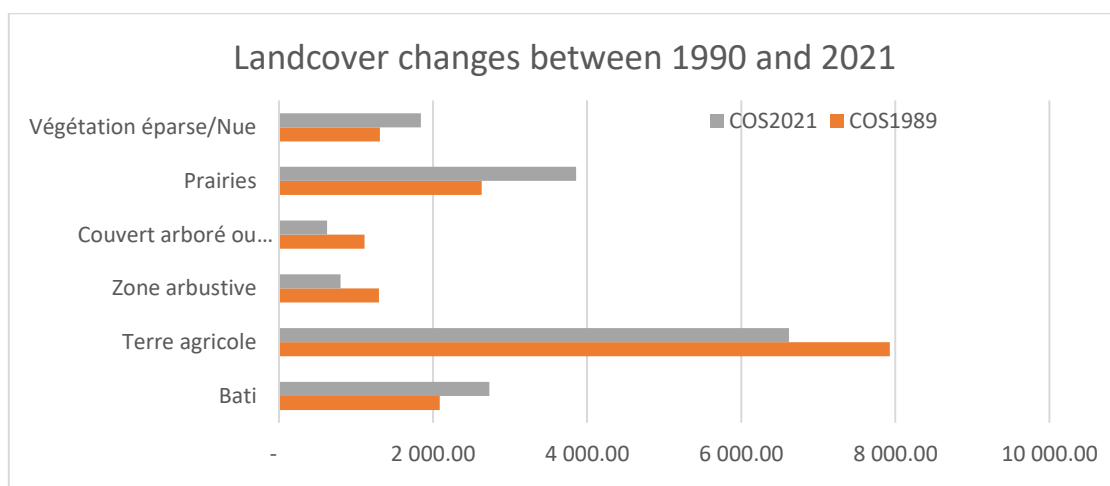


Figure 37 : Evolution des classes d'occupation du sol entre 1990 et 2021, Mostaganem et environs.

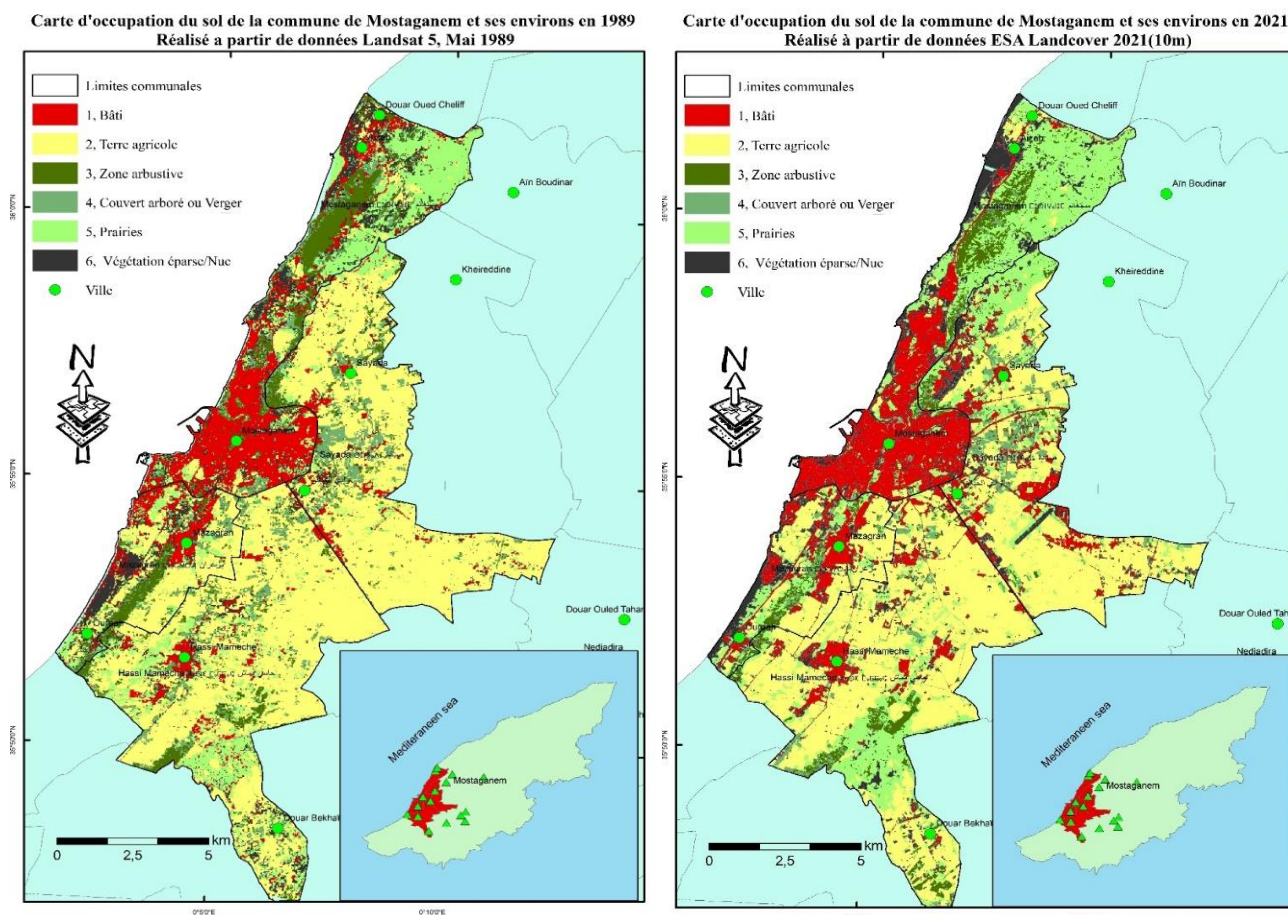


Figure 38 : Changement d'occupation du sol entre 1990 et 2021

3.1.2. Détail du changement interclasses

Classe en 1989	Classe en 2021	Superficie	Type de changement
Végétation épars/Nue	Bâti	293	Irréversible
Bâti	Bâti	1288	Sans changement
Couvert arboré ou Verger	Bâti	106	Irréversible

Prairies	Bâti	302	Irréversible
Terre agricole	Bâti	621	Irréversible
Zone arbustive	Bâti	103	Irréversible
Végétation épars/Nue	Prairies	27	Réversible
Couvert arboré ou Verger	Couvert arboré ou Verger	209	Sans changement
Prairies	Couvert arboré ou Verger	17	Réversible
Terre agricole	Couvert arboré ou Verger	199	Réversible
Zone arbustive	Couvert arboré ou Verger	171	Réversible
Végétation épars/Nue	Prairies	415	Réversible
Couvert arboré ou Verger	Prairies	209	Réversible
Prairies	Prairies	1540	Sans changement
Terre agricole	Prairies	1332	Réversible
Zone arbustive	Prairies	291	Réversible
Couvert arboré ou Verger	Terre agricole	196	Réversible
Prairies	Terre agricole	570	Réversible
Terre agricole	Terre agricole	5240	Sans changement
Zone arbustive	Terre agricole	256	Réversible
Végétation épars/Nue	Végétation épars/Nue	308	Sans changement
Couvert arboré ou Verger	Végétation épars/Nue	95	Réversible
Prairies	Végétation épars/Nue	366	Réversible
Terre agricole	Végétation épars/Nue	515	Réversible
Végétation épars/Nue	Zone arbustive	394	Réversible
Zone arbustive	Zone arbustive	96	Réversible
Couvert arboré ou Verger	Zone arbustive	105	Réversible
Prairies	Zone arbustive	84	Réversible
Terre agricole	Zone arbustive	134	Réversible
Zone arbustive	Zone arbustive	405	Sans changement

Tableau 16 : tableau de type de conversion interclasse

Ce tableau présente les changements d'occupation du sol entre 1989 et 2021, en divisant les changements en catégories "Sans changement", "Réversible", et "Irréversible". une analyse des principales observations :

1. Types de changements

Sans changement : Ces classes n'ont pas subi de modification de leur couverture de 1989 à 2021. Les plus grandes superficies stables sont :

- Bâti : 1288 hectares
- Prairies : 1540 hectares
- Terre agricole : 5240 hectares

- Végétation éparse/Nue et Zone arbustive ont également des superficies restées inchangées.

Irréversible : Ces changements impliquent une conversion qui ne peut pas revenir facilement à son état initial, souvent parce qu'ils impliquent un passage à une classe bâtie ou fortement modifiée :

- La conversion la plus notable est de Terre agricole vers Bâti (621 hectares), indiquant une urbanisation ou une construction ayant pris le dessus sur des terres agricoles.
- Prairies et Végétation éparse/Nue ont également perdu des surfaces au profit de zones bâties.

Réversible : Les changements dans cette catégorie montrent des transitions qui peuvent être inversées avec le temps. Par exemple, des prairies qui deviennent des terres agricoles, ou des zones arbustives qui passent à des prairies. Cela peut indiquer des changements naturels ou saisonniers, ou une exploitation du sol qui peut être réorientée :

- Conversion notable de Terre agricole vers Prairies (1332 hectares).
- Végétation éparse/Nue et Prairies ont des transitions fréquentes entre elles, reflétant peut-être des cycles de végétation ou de dégradation/régénération.

2. Tendances de l'occupation du sol

Urbanisation (zones bâties) : Les transitions vers la classe "Bâti" sont considérées comme irréversibles et concernent principalement des terres agricoles et des prairies, signalant une tendance à l'urbanisation ou à la construction d'infrastructures.

Stabilité des terres agricoles : Une grande partie des terres agricoles est restée stable (5240 hectares), ce qui indique une continuité dans l'usage agricole malgré les changements.

Dynamique des prairies et des zones arbustives : Il existe des transitions réversibles significatives entre les prairies, les terres agricoles, et la végétation éparse. Cela pourrait être dû à des pratiques agricoles ou à des variations naturelles de la couverture végétale.

3. Interprétation des changements

Conservation et perte de couverture arborée : Les couverts arborés et vergers ont une part stable, mais subissent également des changements réversibles vers des prairies ou de la végétation éparse, ce qui peut signaler des coupes ou des aménagements temporaires.

Dégradation potentielle : Les surfaces converties de couvert arboré et prairies vers de la végétation éparse ou des zones arbustives peuvent indiquer des zones de dégradation, surtout si ces transitions sont fréquentes et réversibles.

Analyse de l'évolution de l'occupation du sol entre 1990 et 2020 :

Le graph nous permet de visualiser directement les changements de surface de chaque classe entre les deux périodes :

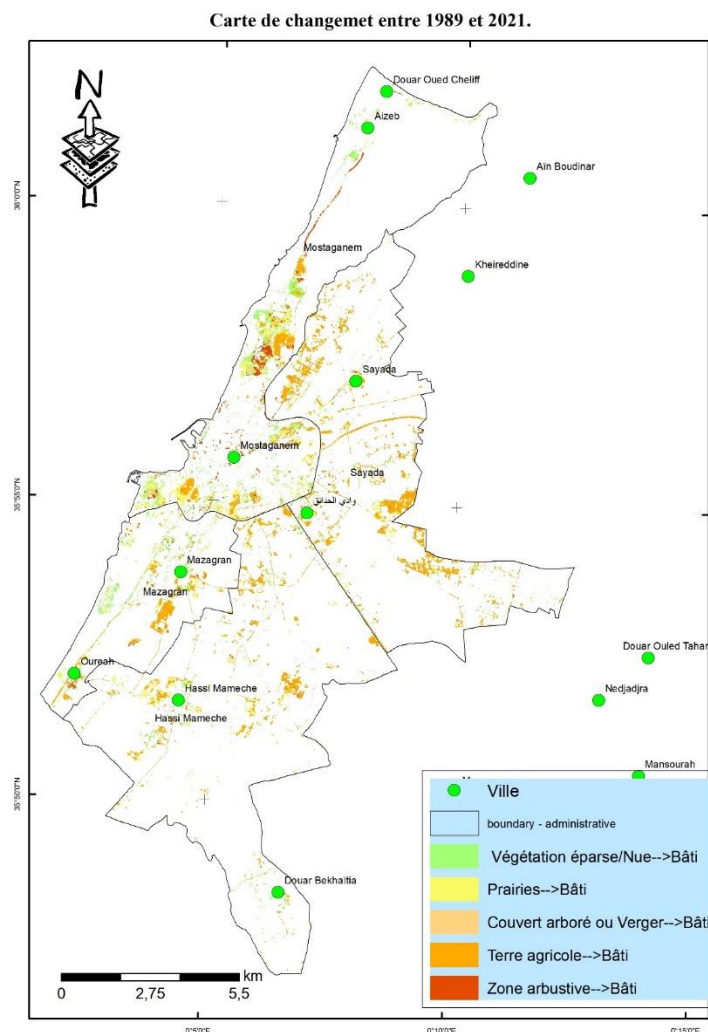


Figure 39. Cartes des conversions des terres en bâti

Nouveaux paternes urbain dans la wilaya de Mostaganem :

Les facteurs de l'urbanisation :

1. Facteurs économiques

- **Industrialisation** : Le développement de zones industrielles attire la population vers les centres urbains à la recherche d'emplois. Mostaganem, avec ses projets d'infrastructures et d'industrialisation, a vu une augmentation de la demande de main-d'œuvre, ce qui favorise l'urbanisation.

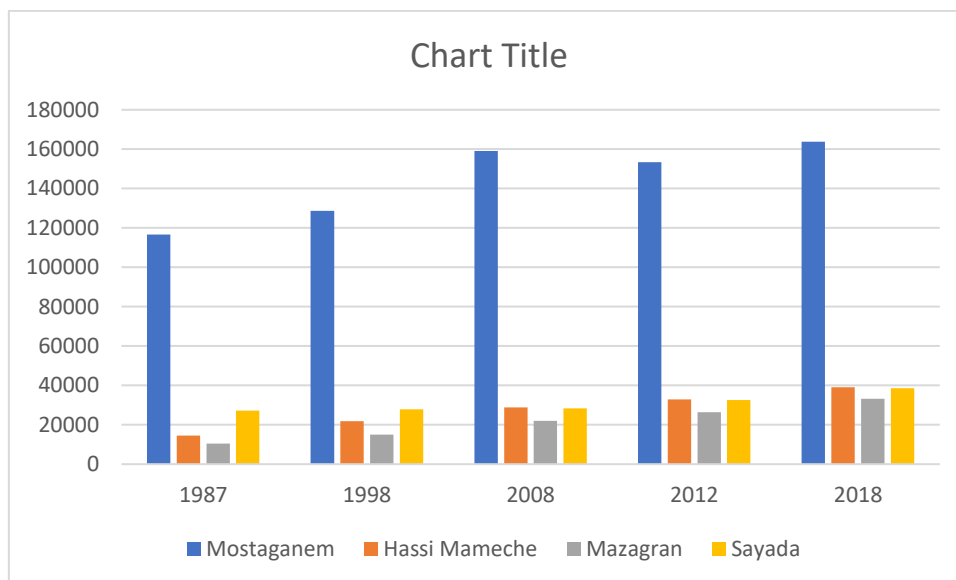
- **Croissance du secteur des services** : La diversification économique, notamment dans le commerce, le tourisme et les services, a un rôle clé dans l'attractivité urbaine, augmentant le besoin en infrastructures et en logements.

2. Facteurs démographiques

- Croissance démographique : L'augmentation naturelle de la population ainsi que la migration rurale-urbaine ont provoqué une pression sur les infrastructures urbaines, nécessitant une extension et une réorganisation des villes.
- Voici le tableau illustrant l'évolution de la population pour les villes de Mostaganem, Hassi Mameche, Mazagran et Sayada de 1987 à 2018. On y voit clairement la tendance de croissance pour chaque ville, avec des augmentations notables, surtout dans des villes comme Mazagran et Hassi Mameche.

	pop 1987	pop 1998	pop 2008	pop2012	pop2018
Mostaganem	116571	128663	159142	153332	163805
Hassi Mameche	14542	21805	28790	32903	39100
Mazagran	10530	15012	22016	26326	33155
sayada	27272	27817	28374	32623	38540

Tableau 17 : Population des communes en étude (source ONS)



Ce graphique met en évidence la dynamique démographique des différentes villes de la région

- Migration interne : Les flux migratoires des zones rurales vers les zones urbaines de Mostaganem sont motivés par la recherche d'opportunités économiques, de meilleures infrastructures et services publics.

4. Facteurs sociaux

- **Urbanisation accélérée par la demande en logements** : L'augmentation des besoins en logements sociaux et résidentiels pousse à une expansion des zones urbaines, notamment avec des programmes de logements comme l'AADL.

5. Facteurs environnementaux

- **Ressources naturelles** : La proximité de Mostaganem avec la côte méditerranéenne et ses ressources naturelles favorisent un développement urbain axé sur le tourisme, la pêche, et l'agriculture. Cela stimule l'urbanisation de zones côtières pour accueillir des infrastructures touristiques et des résidences.
- **Changements climatiques** : Certaines régions rurales connaissent des conditions environnementales plus difficiles, comme la sécheresse, ce qui pousse les populations à migrer vers les zones urbaines pour bénéficier de meilleures infrastructures.

6. Facteurs technologiques

Analyse des nouveaux ilots urbaines depuis 1990 jusqu'à 2021 : nous avons numérisé tous les nouveaux ilots urbains apparus depuis 1990 jusqu'à 2021, et nous allons les

Les nouveaux ilots urbains bati entre 1990 et 2021 à Mostaganem et ses communes limitrophes

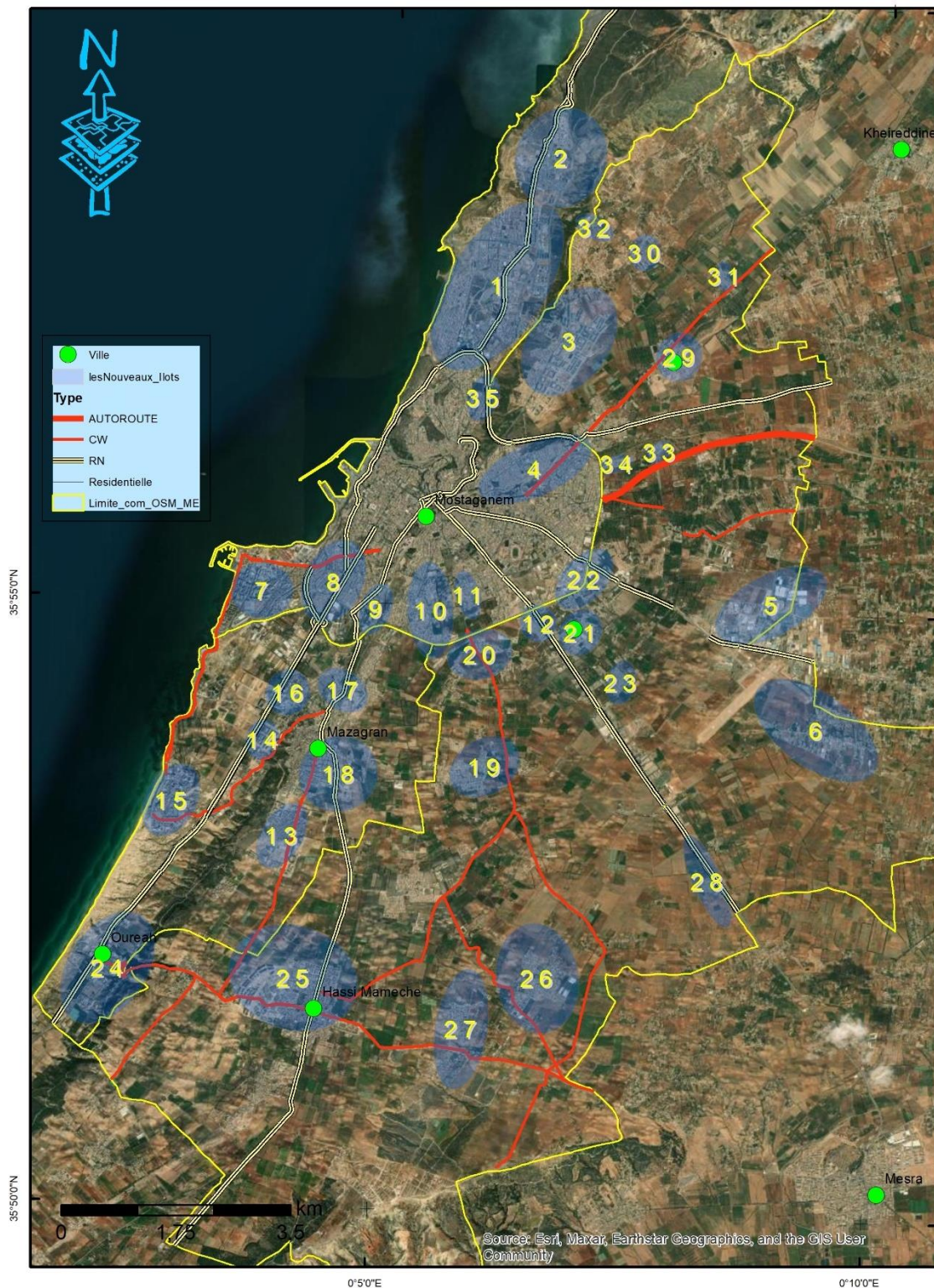


Figure 40 : les nouveaux ilots urbains bâtis entre 1990 et 2021 de Mostaganem et ses env.

Détail de ces ilots urbains :

Numéros d'îlots	Lieux	Contexte
1	Hai salam, Kharrouba	-Concurrence Touristique -programme Promotionnel, - Université,
2	Kharrouba	Cité universitaire, Universitaire
3	Hai el wiam	Programme social
4	Hai elhoria El arsa	Extension périurbaine , Programme social
5	Zone industriel sayada	Extension ZI
6	Douar krichich	Extension périurbaine
7	Salamandre	Compétition touristique, Programme social et promotionnel
8	Chemmouma/Mostaganem	Extension périurbaine et programme social
9	La remonte /Mostaganem	Cite militaire
10	Mostaganem/Chemouma)	Université et cité universitaire Réputation quartier
11	05 juillet	Programme social Réputation quartier -Cité des médecins
12	Périurbain de Mostaganem	Extension périurbain
13	Mazagran	Extension périurbaine/Attractivité au foncier
14, 16	Route Oran- Mosta	Extension périurbaine Attractivité foncière Vue sur mer
15	Sablette /Mostaganem	-Zone extension touristique
17,18,20	Mazagran	Attractivité commerciale Extension périurbaine
19	Mont nador	Extension périurbaine Attractivité foncier

Tableau 18 : Les causes effectifs et probables des nouveaux îlots urbains des communes d'études (Mostaganem , sayada, Hassi mameche, Mazagran) depuis 1990 jusqu'a 2021

Ce tableau recense les nouveaux îlots urbains apparus entre 1990 et 2020 dans les communes d'étude, en décrivant les lieux et le contexte d'expansion de chacun. Voici une analyse détaillée des données :

1. Expansion périurbaine

- La majorité des îlots urbains mentionnés, comme Hai elhoria El Arsa, Douar Krichich, Chemouma, Périurbain de Mostaganem, et Mazagran, sont caractérisés par une extension périurbaine. Cela indique une tendance à l'étalement urbain autour du centre-ville principal, avec une emprise progressive sur les zones rurales ou semi-rurales environnantes.

- Ces extensions périurbaines peuvent être motivées par une demande de logements et une attractivité foncière, reflétant un besoin de zones résidentielles en périphérie, souvent plus accessibles.

2. Concurrence touristique et développement des infrastructures

- Les lieux tels que Hai Salam, Salamandre, et Sablette sont marqués par la concurrence touristique ou la zone d'extension touristique. Cette expansion pourrait s'expliquer par l'intérêt croissant pour le tourisme côtier à Mostaganem, avec des aménagements urbains conçus pour répondre aux besoins des visiteurs.
- Ces zones peuvent inclure des hôtels, des complexes résidentiels ou des infrastructures touristiques, attirant ainsi de nouveaux investissements et modifiant le paysage urbain.

3. Programmes sociaux et logements promotionnels

- Des zones comme Hai el Wiam, 05 juillet, et Chemouma sont associées à des programmes sociaux, avec des logements construits pour répondre aux besoins des populations locales. Cela peut inclure des projets de logements pour les familles à faible revenu ou des quartiers développés avec des subventions gouvernementales.
- L'accent sur les programmes sociaux reflète une volonté de l'État de structurer l'habitat et de garantir l'accès au logement pour tous, particulièrement dans les zones en forte croissance urbaine.

4. Attractivité foncière et commerciale

- Les îlots comme ceux de Route Oran-Mosta et Mazagran se distinguent par une attractivité foncière et commerciale. Cela signifie que ces zones sont prisées pour des investissements immobiliers et commerciaux, souvent en raison de leur emplacement stratégique ou de leur vue (comme l'attractivité liée à la vue sur mer).
- Cette attractivité est généralement liée à des caractéristiques de localisation avantageuses et peut stimuler la spéculation foncière, entraînant une hausse des prix des terrains et une augmentation de la demande pour des activités commerciales et résidentielles.

5. Infrastructures universitaires et cité universitaire

- Les îlots tels que Kharrouba, Mostaganem/Chemouma, sont associés à des infrastructures universitaires. La présence de ces infrastructures entraîne souvent une urbanisation pour accueillir étudiants, enseignants et employés, incluant des logements, des commerces et des services.

- Ces îlots deviennent des pôles d'attraction pour une population jeune et instruite, contribuant ainsi à la dynamique urbaine et à l'élargissement des services urbains (comme les cités universitaires).

6. Zone industrielle et compétition économique

- La zone industrielle de Sayada est mentionnée comme une extension de la zone industrielle (ZI). Cette expansion montre le développement d'activités économiques et industrielles, créant des emplois et attirant une population ouvrière.
- Une telle expansion industrielle favorise également la création de services annexes comme des commerces et des services de transport, stimulant ainsi la croissance économique de la région.

Synthèse

Dans l'ensemble, les îlots urbains analysés montrent plusieurs moteurs de l'urbanisation dans les communes étudiées :

- Expansion périurbaine pour l'habitat et l'étalement résidentiel.
- Développement touristique pour répondre aux besoins des visiteurs.
- Programmes sociaux pour offrir des logements accessibles.
- Attractivité foncière et commerciale stimulée par la localisation et les perspectives de vue.
- Infrastructures éducatives qui attirent une population jeune.
- Zone industrielle pour développer l'emploi et l'activité économique.

Ces différents types d'expansion traduisent une urbanisation qui cherche à répondre à divers besoins (résidentiels, économiques, sociaux et éducatifs) dans un contexte de croissance démographique et de développement économique régional.

Conclusion

La présente analyse des changements d'occupation du sol entre 1990 et 2021 dans la wilaya de Mostaganem met en lumière les principales dynamiques ayant affecté les terres agricoles, les prairies, les zones bâties et les zones de végétation. Les résultats montrent une forte progression de l'urbanisation, avec une augmentation notable des surfaces bâties au détriment des terres agricoles et des espaces naturels, soulignant une pression croissante sur les ressources foncières et environnementales de la région. Cette urbanisation résulte de divers facteurs, notamment la croissance démographique, les migrations internes, et le développement des secteurs industriel et tertiaire, attirant ainsi des populations vers les zones urbaines en quête d'opportunités et de meilleures infrastructures.

Les terres agricoles, bien que représentant une part stable de l'occupation du sol, ont subi des pertes importantes, surtout en périphérie urbaine. Par ailleurs, les transformations des zones arbustives et des couverts arborés vers des prairies et de la végétation éparse/nue révèlent des phénomènes de déforestation et de dégradation des sols, vraisemblablement influencés par des pratiques agricoles intensives, des changements climatiques, ou des aménagements périurbains.

Enfin, l'étude des changements réversibles entre prairies, terres agricoles et végétation éparse/nue suggère des dynamiques de gestion foncière ou des cycles naturels qui nécessitent une attention particulière pour assurer une utilisation durable des terres. L'ensemble de ces tendances appelle à une gestion intégrée des territoires afin de concilier développement urbain, conservation des terres agricoles et préservation de la biodiversité.

Chapitre 7 : Potentialités et Contraintes pour la concurrence aux terres agricoles de Mostaganem, et la cartographie des terres agricoles périurbaines potentiellement urbanisable

1. Introduction

La wilaya de Mostaganem, située sur la côte méditerranéenne de l'Algérie, se distingue par son positionnement géographique stratégique et ses nombreux atouts. Cette région, avec ses terres fertiles, ses ressources naturelles et son climat favorable, offre un potentiel indéniable pour le développement économique, notamment dans les secteurs agricole et urbain. Toutefois, cette dynamique de croissance s'accompagne de défis significatifs, dont la diminution des terres agricoles, accentuée par la conversion des zones arboricoles en terrains bâtis. Ce phénomène, exacerbé par des sécheresses récurrentes ces dernières années, a mis en lumière l'importance cruciale de la préservation des terres agricoles.

Parallèlement, la wilaya de Mostaganem est le théâtre d'une migration continue en provenance des wilayas voisines, attirant des populations en quête d'opportunités économiques. Cet afflux démographique a contribué à une hausse des prix fonciers, rendant les terrains agricoles particulièrement prisés, mais également vulnérables à la pression urbaine. Les propriétaires terriens sont confrontés à la nécessité de naviguer entre la rentabilité économique de la vente de leurs terres et la préservation des lois qui protègent ces espaces vitaux.

Dans ce chapitre, nous explorerons les diverses potentialités de la wilaya de Mostaganem, en mettant l'accent sur les implications de la pression urbaine sur l'agriculture et l'importance de stratégies durables pour assurer un développement équilibré. Nous nous appuierons sur des données récentes et des études de cas pour illustrer ces enjeux et proposer des pistes d'action concrètes.

2. Contraintes et attractivités de la wilaya de Mostaganem

2.1. Morphologie

D'une superficie de 700 km², le plateau à une altitude moyenne de 200 m. Bien qu'il présente un aspect tabulaire dans sa région centrale, il est caractérisé ailleurs par de nombreuses ondulations orientées NE-SW qui délimitent des cuvettes parfois marécageuses. Les vents d'ouest dominants contribuent à la formation de dunes de sable sur les flancs ouest des djebels, donnant au plateau de Mostaganem une ressemblance avec un petit Sahara égaré dans le Tell, selon A. Pomel.

2.2. Agriculture

L'agriculture est considérée comme la principale vocation de la Wilaya de Mostaganem. A l'exception des **reliefs montagneux du Dahra** qui, sur une superficie globale de plus de 78.000 ha (soit 34,38 % de la superficie de la wilaya), sont entaillés par un réseau hydrographique très chevelu et dont des

versants présentent des pentes de 12 à 25% voire plus dans la partie Est, le reste de la wilaya offre une topographie favorable à l'intensification agricole (mécanisation et irrigation).

La répartition générale des terres de la Wilaya de Mostaganem se présente comme suit (2021):

Unité	Surface Agricole Totale				Forêts	Terres Improductives non Agricoles	Superficie Totale
	Surface Agricole Utile (SAU)	Pacages et Parcours	Terres Improductives	Total			
Ha	132.268	5.110	7.400	144.778	32.532	49.590	226.900
% SAT	91,35	3,35	5,12	100	-	-	-
% ST	58,29	2,25	3,27	63,81	14,34	21,85	100

Tableau 19 : Répartition générale des terres source : D.S.A (2021)

En termes de potentialités, le cordon littoral, les monts du Dahra et les collines sublittorales sont le domaine privilégié des cultures céréalières et de la viticulture, tandis que la plaine des Bordjias, le plateau de Mostaganem et la vallée du Cheliff sont le domaine des cultures maraichères et de la céréaliculture.

2.2.1. Nature juridique des terres agricoles

La nature juridique des terres agricoles de la Wilaya de Mostaganem et la répartition des terres pour l'année 2021 sont comme suit :

Exploitations	Superficie	Exploitants
E.A.C (exploitations collectives)	45 433	1 269
E.A.I (exploitations individuelles)	13 125	2 514
Fermes Pilotes	1 263	3
Offices Agricoles	909	7
Autres	708	686
Sous total secteur public	61 438	4 479
Privé	70 830	20 237
Total	132 268	24 716

Tableau 20 : Répartition des terres agricoles (SAU) du secteur public et privé. source : DSA 2021

On remarque ainsi la prédominance du secteur privé qui regroupe 82% des exploitations agricoles, même si en superficie, les deux secteurs sont avoisinants, ce qui donne une superficie moyenne de 3,5 ha par exploitant pour le secteur privé et 13,7 ha par exploitant pour le secteur public. On dénombre 24.000 exploitants activant dans le secteur de l'agriculture.

2.2.2. Principaux indicateurs de l'agriculture de la Wilaya de Mostaganem

En 2021, la surface agricole utile (SAU) de la Wilaya de Mostaganem s'étend sur 132 268 hectares, soit 74,6 % de la surface agricole totale (177 310 hectares), représentant 58,17 % de la superficie de la wilaya. La diversité des milieux naturels permet une large diversification des cultures, offrant aux agriculteurs une gamme variée de spéculations agricoles.

Il est important de noter que les services agricoles de la wilaya n'interviennent pas directement dans le choix des cultures, que ce soit pour les terres du secteur privé ou public. Les agriculteurs prennent eux-mêmes ces décisions, et les seules formes de soutien viennent des subventions sur les prix de certaines productions agricoles et de la disponibilité de produits phytosanitaires.

Il faut rappeler ici qu'au cours des années 70, il a été procédé à un arrachage massif des vignes essentiellement destinées à la production vinicole (42.000 ha) et que ce processus se poursuit, la vigne de table ne représentant aujourd'hui que 3.000 ha sur les 11.000 actuels.

Par ailleurs, l'urbanisation massive s'est développée au détriment des terres agricoles : à titre d'exemple, pour la commune de Mostaganem, la SAU est passée de 1160 ha à 300 ha. Enfin, il est prévu l'attribution pour mise en valeur, au titre d'une nouvelle Loi dite des "Concessions de 40 ans", d'une superficie de 1.800 ha.

2.2.3. Production Végétale

Les productions agricoles de la wilaya de Mostaganem, notamment les céréales, cultures maraîchères, fourrages, oléiculture, arboriculture et viticulture, ont été influencées par les conditions climatiques depuis 1962. L'année 1987, marquée par l'une des plus faibles pluviométries entre 1977 et 2012, a entraîné une production céréalière particulièrement faible. En 2000, la sécheresse jusqu'en décembre a retardé les semis, et malgré des pluies favorables en janvier et février 2001, l'absence de précipitations durant la phase d'épiaison a provoqué un échaudage des grains. (Péchoux, 1975)

En viticulture, les rendements de 2007 ont été sévèrement affectés par un itinéraire technique insuffisamment suivi et des conditions climatiques défavorables, comme des gelées, des pluies abondantes et des vagues de chaleur. De plus, les écarts thermiques marqués en 2013 ont favorisé le mildiou. Ces conditions ont également impacté la production céréalière, tandis que certaines cultures nouvellement introduites, telles que le pommier et le cerisier, se sont révélées mal adaptées au climat local, en raison de leur besoin de températures plus basses.

2.2.4. L'érosion hydrique

La wilaya de Mostaganem, particulièrement la zone du Dahra, est fortement exposée à l'érosion en raison d'une combinaison de facteurs naturels et humains. Parmi ces facteurs, on trouve les fortes pentes, la déforestation, la nature des substrats gréseux et sablonneux sur les plateaux et dans les zones littorales, ainsi que les labours en pente et l'arrachage des vignes.

Ces phénomènes érosifs ont pour conséquence un appauvrissement et une dégradation progressive de la couche arable des sols, réduisant ainsi leur fertilité et leur capacité à soutenir une agriculture productive.

2.2.5. Une érosion éolienne et hydrique intense

Près de la moitié de la superficie de la wilaya de Mostaganem est composée de terrains nus et érodés, entraînant une disparition progressive des forêts. L'érosion hydrique, principalement due aux fortes précipitations, affecte particulièrement les monts du Dahra, caractérisés par des pentes abruptes sur un sol marneux, propices aux glissements de terrain. La nature juridique des terrains constitue souvent un obstacle majeur aux mesures de protection, comme le reboisement des terrains à forte pente (>20%), devenu pourtant urgent.

Les monts du Dahra sont en proie à un déséquilibre écologique aggravé par la dégradation des sols et les pressions sur les forêts, utilisées pour la subsistance. L'opposition des populations rurales aux projets de reboisement sur des terrains privés à relief difficile est en partie surmontée grâce aux Projets de Proximité de Développement Rural Intégré (PPDRI), qui promeuvent la plantation d'oliviers rustiques, une culture peu exigeante en eau et génératrice de revenus. Par ailleurs, l'érosion éolienne, causée par les vents dominants du nord-ouest et du nord-est, touche le plateau de Mostaganem et les dunes littorales. L'arrachage des vignes dans les années 1970, qui a concerné près de 32 000 ha, a amplifié ce phénomène, avec des conséquences sur les terres agricoles et les infrastructures routières.

2.3. Ressources en eau

La wilaya de Mostaganem est traversée par trois bassins hydrographiques majeurs : Oranie-Chott Chergui, Cheliff-Zahrez, et Algérois-Soummam. Elle bénéficie d'un réseau hydrographique dense mais aux débits relativement faibles. L'Oued Cheliff, qui se jette dans la mer sur le territoire de la wilaya, est le seul cours d'eau à écoulement permanent. Plusieurs autres oueds, tels que Kramis, Zerrifa, Roumane et Abid, assurent le drainage de la partie orientale, tandis que l'Oued Tine draine l'ouest, où le réseau est plus limité. La faible pluviométrie et le relief peu favorable rendent difficile la création de grands ouvrages hydrauliques. Néanmoins, des projets comme le MAO (Mostaganem-Arzew-Oran), le barrage de Kramis et une station de dessalement d'eau de mer ont amélioré l'approvisionnement en eau, permettant à la wilaya de devenir excédentaire en eau. Ces avancées ont réduit la pression sur les nappes souterraines et permis l'expansion des terres irriguées.

Malgré ces efforts, le déficit hydrique demeure un défi pour le secteur agricole, en particulier pour l'arboriculture, qui nécessite une irrigation soutenue. Le barrage de Kramis, d'une capacité de 45 hm³, ne mobilise actuellement que 25 hm³, et les trois retenues collinaires de la wilaya restent sous-

exploitées. L'érosion, en particulier dans la région orientale, accentue l'envasement des barrages, limitant encore davantage leur efficacité et réduisant les surfaces irriguées. Ce manque d'eau pousse de nombreux agriculteurs à délaisser l'arboriculture ou à vendre leurs terres pour des projets urbains, aggravant la migration vers les villes et augmentant la pression foncière. Actuellement, la dotation en eau potable est satisfaisante, avec une moyenne de 217 L/jour/habitant, et un taux de raccordement de 99 % dans toute la wilaya.

2.3.1. L'impact des changements climatiques

Hormis le dessalement d'eau de mer, toutes les autres sources d'approvisionnement en eau sont intimement liées aux conditions climatiques de la région. Elles sont donc dépendantes de la pluviométrie et par voie de conséquence, impactent tous les secteurs utilisateurs de la ressource en eau (agriculture, AEP, industrie, ...).

L'augmentation des températures induira inévitablement un accroissement de la demande domestique en eau qui pourrait, le cas échéant, entrer en conflit d'usage avec le secteur du tourisme dont une progression importante est attendue. De même, cette augmentation des températures entraînera, pour des superficies constantes, une évaporation plus importante et une augmentation des besoins en irrigation, si aucune adaptation (substitution de cultures) n'est réalisée.

2.4. Population de la Wilaya de Mostaganem

La Wilaya de Mostaganem présente une répartition inégale de sa population, marquée par une forte concentration dans les zones urbaines, principalement due à des conditions socio-économiques défavorables dans les zones rurales. En 2012, la population s'élevait à 794 900 habitants, avec une densité moyenne de 339 hab./km², mais cette densité varie considérablement d'une commune à l'autre.

2.4.1. Répartition géographique de la population

La wilaya se compose de 32 communes, dont 8 concentrent 51,8 % de la population sur seulement 28,4 % de la superficie totale. La commune de Mostaganem, à elle seule, représente 19,8 % de la population totale.

2.4.2. Accroissement démographique et répartition des populations

Entre 1987 et 2012, la population a connu une augmentation inégale dans les différentes communes. Les taux d'accroissement annuels moyens (TAAM) entre 1998 et 2008 varient considérablement,

allant de 0,2 % à Sidi Bellatar à 3,9 % à Mazagran, illustrant des dynamiques de croissance distinctes selon les zones.

2.4.3. Inégalités de répartition par unités naturelles

Les communes de la Wilaya peuvent être regroupées en unités naturelles, qui révèlent d'importantes disparités en termes de répartition de la population :

1. **Plateau de Mostaganem (Unité 1)** : Cette unité comprend des communes avec des densités élevées, telles que Mostaganem (3001 hab./km²) et Sayada (685 hab./km²), caractérisées par une urbanisation marquée et une forte concentration de population.
2. **Vallées de l'Ouest (Unité 2)** : Elle inclut des communes comme Mazagran (1217 hab./km²) et Ain Nouissy (742 hab./km²), présentant des densités moyennes à fortes, traduisant un certain développement urbain.
3. **Monts de Dahra (Unité 3)** : Les communes comme Sidi Ali (179 hab./km²) et Ouled Maallah (125 hab./km²) affichent des densités faibles à modérées, indiquant une zone principalement rurale.
4. **Plaines et Vallées de l'Est (Unité 4)** : Cette région présente également des densités faibles, avec des communes comme Achaacha (577 hab./km²) et Sidi Lakhdar (255 hab./km²), marquant un développement moins prononcé par rapport aux unités urbaines.

2.4.4. Disparité des densités par commune

Les communes de la Wilaya présentent des densités très disparates, allant de 78 hab./km² à 3001 hab./km². Trois catégories de densités sont observées :

- **Densités faibles** : Sidi Bellatar (78 hab./km²) et Tazgait (103 hab./km²), principalement rurales, avec une population dispersée.
- **Densités moyennes** : Stidia (224 hab./km²) et Souaflia (232 hab./km²), qui affichent des caractéristiques semi-urbaines.
- **Densités fortes** : Les communes urbaines plus développées comme Mostaganem (3001 hab./km²), Mazagran (1217 hab./km²) et Ain Nouissy (742 hab./km²).

La Wilaya de Mostaganem montre une répartition déséquilibrée de sa population, avec une concentration marquée dans les zones urbaines, notamment sur le Plateau de Mostaganem et certaines communes des Vallées de l'Ouest. En revanche, les zones rurales, surtout dans les Monts de Dahra, restent moins peuplées, traduisant un écart significatif dans la distribution des populations et des

densités. Ces disparités démographiques soulignent l'importance de mettre en place des politiques de développement équilibré pour réduire les inégalités entre les zones urbaines et rurales de la Wilaya.

Commune	RGPH				TAAM 98-08	Pop ACL	Pop AC	Pop ZE	Unité Naturelle
	1987	1998	2008	2012					
Ain Tedeles	22774	31606	39084	42778	2,1	23561	2799	16418	Plateau de Mostaganem
Bougirrat	22641	26533	32791	34116	1,6	10136	3112	20644	
Kheir Eddine	26477	27007	27547	33892	2,2	6992	12295	11269	
Mansourah	12807	15474	19101	19619	1,6	2647	0	16972	
Mesra	15408	20047	24511	28146	2,4	12635	3470	12041	
Mostaganem	116571	128663	159142	153332	1,1	151689	1643	1643	
Sayada	27272	27817	28374	32623	2,8	3624	23728	5271	
Sirat	14154	17974	21971	23669	1,9	5691	0	17978	
Souaflias	11143	14315	17665	18803	1,9	1462	1626	15715	
Sour	17480	20576	22503	23748	1	4459	2600	16689	
Touahria	5230	6674	7593	8065	1,3	3188	1047	3830	Vallées de l'Ouest Vallées de
Unité 1	267001	328396	384847	415231	1,55	226084	50677	138470	
Ain Nouissy	9025	11284	14530	16306	2,5	10937	0	5369	
Ain Sidi Cherif	6220	7719	9550	10839	2,3	4105	901	5833	
El Haciane	6840	8808	9680	10092	0,9	4240	3460	2392	
Fornaka	11042	14368	16543	17651	1,4	4428	11017	2206	
Hassi Mameche	14542	21805	28790	32903	2,9	32093	12664	7162	
Mazagran	10530	15012	22016	26326	3,9	18607	6641	1078	
Stidia	7848	10704	11965	12651	1,2	7281	1398	3972	
Unité 2	65949	90000	113272	126768	2,26	62262	30579	33927	Monts de Dahra
Ain Boudinar	6261	6386	6060	6496	1,5	2038	0	4458	
Nekmaria	7702	9088	10446	11146	1,4	1178	0	9968	
Qued El Kheir	12164	14772	17359	18779	1,7	3809	14970	14970	
Ouled Maallah	7565	8921	9576	9893	0,7	3001	1214	5678	
Saf Saf	9208	12484	13980	14780	1,2	1328	2109	11343	
Sidi Ali	25810	31877	37230	40095	1,6	23398	2702	13995	
Sidi Bellatar	5944	6657	6794	6857	0,2	2661	0	4196	
Tazgait	7777	8763	9140	9721	0,7	1167	801	7753	
Unité 3	79925	97758	110855	117767	1,23	38580	6826	72361	Plaines et Vallées de l'Est
B.A.Ramdane	9821	12577	13607	14119	0,8	5670	3777	4672	
Achaacha	24661	31354	34789	36614	1,1	3273	1058	32283	
Hadjadj	12944	15835	17330	18068	0,9	10382	2581	5105	
Khadra	9089	12318	14045	14987	1,4	3393	1087	10507	
O/ Boughalem	9293	11886	13761	14752	1,5	3025	0	11727	
Sidi Lakhdar	25562	30950	34612	36426	1,1	10776	11308	14342	
Unité 4	91249	114902	134966	134966	1,06	36519	19811	78638	
Wilaya	505932	631057	737118	794732	1,52	363445	107893	323394	

Tableau 21 : Répartition de la population par commune et par dispersion

Cette inégalité de la distribution de la population se retrouve dans la disparité des densités par commune.

Commune	Densité Faible	Commune	Densité Moyenne	Commune	Densité Forte
Sidi belattar	78	Stidia	224	Ain tedeles	477
Tazgait	103	Nekmaria	231	Hassi Mameche	492
o.Maallah	125	Souaflia	232	Achaacha	577
Touahria	140	Sidi lakhdar	255	Mesra	595
Saf SAF	160	Oued el kheir	259	Kheir eddine	650
Ain boudinar	166	forakna	293	Sayada	685
Sidi ali	179	Sirat	321	Ain nouissy	742
Khadra	182	Sour	323	Mazagran	1217
B.A.Ramdane	185	O.Boughalem	325	Mostaganem	3001
Ain sidi cherif	192	Bouguirat	338		
Hadjadj	193	El Haciane	365		
Mansourah	195				

Tableau 22 : densité de distribution (source : direction de la planification et suivi budgétaire 2010)

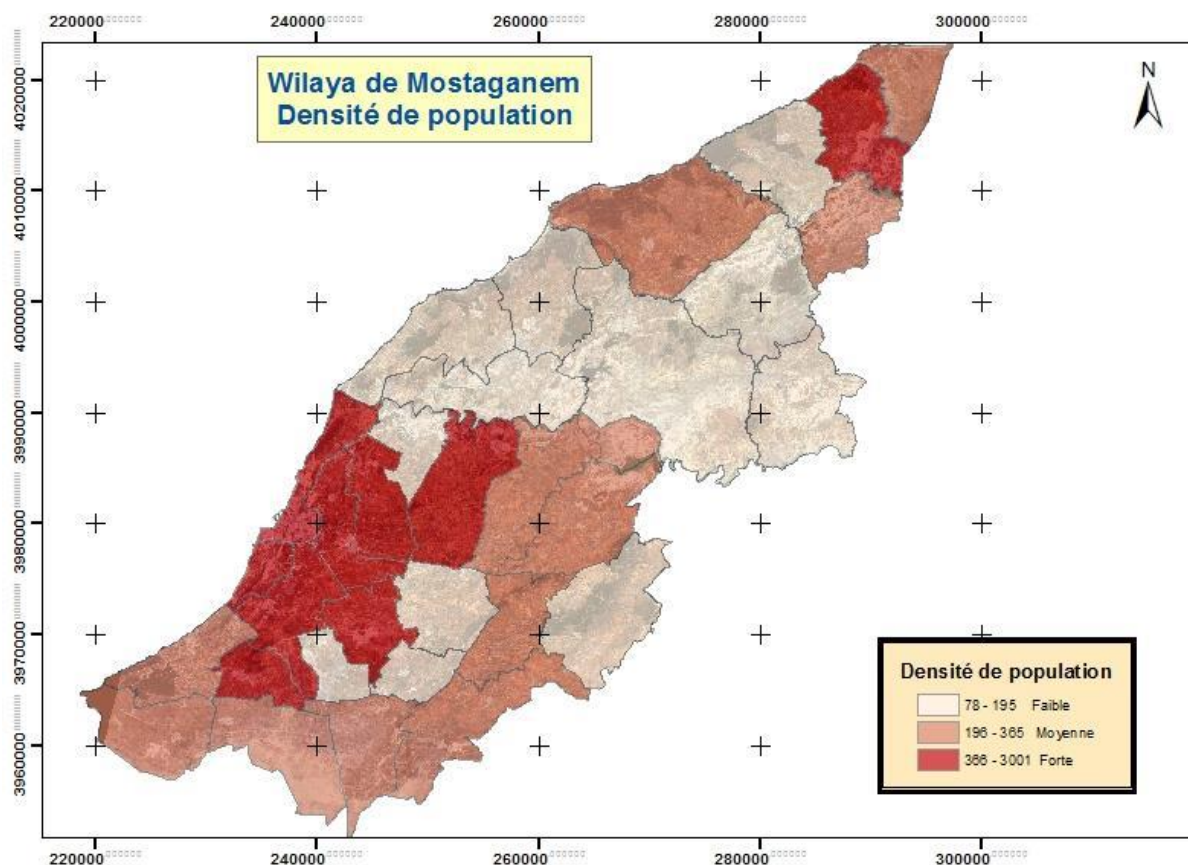


Figure 41 : Densité de population de la wilaya de Mostaganem

Urbanisée à environ 40 % en 2023, la Wilaya de Mostaganem continue de se caractériser par un système urbain dominé par son chef-lieu, Mostaganem, qui reste le centre névralgique des investissements urbains. Ce pôle régional attire une importante part des migrations internes, tant pour les activités résidentielles que fonctionnelles, ce qui entraîne une croissance démographique soutenue

dans ses zones périphériques. Cette périurbanisation rapide pose de plus en plus la question de la gestion durable de l'urbanisation, avec des besoins accrus en infrastructures et en services publics.

Problématiques liées à la concentration urbaine

La forte concentration de la population dans les agglomérations urbaines, en particulier autour de Mostaganem et dans les communes proches, exerce une pression considérable sur les infrastructures. La demande en services essentiels tels que l'approvisionnement en eau potable (AEP), les réseaux d'assainissement, les routes, les transports, le logement et d'autres services sociaux s'intensifie. De plus, cette densification démographique rapide expose l'environnement urbain à des risques accrus de dégradation écologique, avec des défis en matière de gestion des déchets, de pollution de l'air et d'érosion des terres.

2.4.5. Evolution démographique

Structure par groupes d'âge et vieillissement de la population

En 2023, la structure démographique de la Wilaya de Mostaganem révèle une augmentation continue de la proportion de la population en âge d'activité (15-59 ans), avec une part des actifs passant de 65,3 % en 2008 à 67,5 %, suivant ainsi une tendance conforme à celle observée nationalement (ONS, 2022). Parallèlement, la proportion des personnes âgées (60 ans et plus) a également crû, atteignant 8,2 % en 2023, contre 6,9 % en 2008, reflétant les tendances démographiques globales en Afrique du Nord, où le vieillissement de la population s'accélère (UNFPA, 2020).

Augmentation des personnes âgées et vieillissement dans le vieillissement

La proportion de personnes de plus de 60 ans dans la Wilaya de Mostaganem a augmenté de plus de 40 % entre 2008 et 2023, passant de 50.747 à environ 71.500 individus (ONS, 2023). Cette tendance s'inscrit dans le cadre des projections démographiques sur le vieillissement de la population en Algérie (Boubakri & Cherkaoui, 2019). La part des personnes âgées de 70 ans et plus parmi la population de 60 ans et plus est passée de 43,8 % en 2008 à 48,3 % en 2023, illustrant un phénomène de « vieillissement dans le vieillissement » (CENEAP, 2022). Ce vieillissement démographique impose une pression croissante sur les services de santé et sociaux, nécessitant une restructuration pour répondre aux besoins spécifiques de cette population fragile, notamment en matière de soins gériatriques et de prévoyance sociale (Benmouffok, 2021).

Évolution de la natalité

La natalité demeure un élément clé de la dynamique démographique dans la Wilaya de Mostaganem. En 2022, environ 22 500 naissances ont été enregistrées, marquant une légère augmentation par rapport à 2010, où l'on comptait 21 117 naissances (ONS, 2023). Cette progression reflète les

tendances observées dans d'autres wilayas du pays, avec des taux de natalité supérieurs à la moyenne nationale, malgré une baisse générale de la natalité en Afrique du Nord (Hammouda, 2019).

Réduction de la mortalité infantile

Le taux de mortalité infantile dans la Wilaya de Mostaganem continue de diminuer, atteignant 12,5 ‰ en 2022, contre 16,1 ‰ en 2010, en ligne avec les tendances nationales et mondiales (OMS, 2022; CENEAP, 2022). Cette amélioration est attribuée aux programmes de santé maternelle et infantile ainsi qu'à l'amélioration des conditions de vie et d'accès aux soins (OMS, 2021). Toutefois, les décès néonataux, qui représentent une part significative des décès infantiles, demeurent préoccupants, car les nouveau-nés sont particulièrement vulnérables aux chocs climatiques tels que les vagues de chaleur, dont l'intensité augmente avec le changement climatique (CENEAP, 2022).

2.5. La Climatologie de Mostaganem :

2.5.1. Précipitations

La pluviométrie du plateau de Mostaganem oscille généralement entre 400 et 500 mm, avec une légère variation dans la partie est du relief plus marqué qui peut recevoir entre 500 et 700 mm de précipitations. Ces précipitations ne sont pas uniformément réparties à l'échelle annuelle et interannuelle, comme indiqué dans le tableau n°2. La majorité des précipitations se concentrent durant les mois d'octobre, novembre, décembre et janvier. Les années humides peuvent être deux à trois fois plus arrosées que les années sèches, soulignant la variabilité du régime de précipitations dans la région.

Le climat de la wilaya est de type méditerranéen semi-aride doux, marqué par la faiblesse du niveau des précipitations moyennes annuelles et saisonnières.

Les saisons les plus arrosées sont celles d'automne et d'hiver, et les mois les plus arrosés sont les mois de novembre, décembre, janvier et février. Les mois les plus secs sont juillet et août. Par ailleurs, les précipitations ne sont pas uniformément réparties sur le territoire de la wilaya.

Saison	Plateau de Mostaganem	Monts du Dahra	Cordon littoral	Plaine des Bordjias
Automne	75,5	97,04	86,6	78,2
Hiver	132,9	241,77	136,7	112,2
Printemps	85,57	124,44	102	104,7
Été	6,45	11,86	9,3	12,0
Total	300,62	448,11	334,6	307,1

Tableau 23 : Précipitation moyennes et saisonnières par zone en mm

Ce climat est contraignant pour l'agriculture pluviale, à l'exception de la viticulture et de l'arboriculture rustique.

Années	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
2010	11,83	13,79	14,05	16,81	18,69	22,58	26,38	26,46	23,34	18,26	14,51	12,48
2011	11,26	10,80	14,29	17,57	20,27	22,79	25,67	26,46	23,33	19,51	15,82	11,11
2012	9,14	8,08	12,47	14,58	19,20	24,32	25,90	27,31	23,54	19,67	15,97	12,16
2013	11,30	10,91	14,60	14,93	16,96	20,67	24,27	25,68	22,84	20,49	12,97	10,79
2014	11,88	12,37	12,67	16,40	18,12	22,25	24,43	24,58	23,75	20,17	16,00	10,80
2015	9,26	10,78	11,73	17,12	20,30	22,85	26,96	26,90	22,42	19,71	14,09	11,48
2016	12,78	13,30	12,35	15,31	18,92	23,04	25,67	25,23	23,74	20,86	15,11	12,17
2017	9,57	14,75	15,95	18,22	21,87	25,93	27,44	28,00	24,55	21,58	15,29	12,29
2018	12,26	11,18	14,78	17,13	19,28	23,31	25,75	28,56	25,52	20,27	16,10	13,32
2019	10,98	12,53	15,28	17,04	21,71	23,30	27,89	28,38	25,60	21,15	16,40	14,90
2020	11,44	15,33	16,92	20,05	25,86	25,60	29,19	29,36	26,15	20,61	17,91	14,07
2021	12,94	16,01	16,22	18,40	21,89	24,18	27,71	27,49	25,55	20,89	14,84	14,10
2022	11,19	13,46	15,21	16,31	22,68	25,08	27,86	29,43	25,54	24,13	18,08	15,94
2023	11,90	12,97	16,11	19,65	20,94	25,71	29,39	28,59	24,49	22,37	16,92	13,40
2024	14,59	15,13	18,24	19,18	20,90	24,07	28,17	28,88	25,08			

Tableau 24 : Températures mensuelles moyennes à la Station de Mostaganem en °C (2010-2024)
Données ONM

Années (mois)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Total général
2010	23,9	147,6	93,2	116,7	44,7	10,0	2,00	31,80	17,00	101,10	78,70	40,50	707,20
2011	136,3	82,1	79,8	178,7	97,8	2,2	0,20	0,20	5,90	65,50	148,00	91,30	888,00
2012	47,4	160,7	69,4	158,0	5,6	2,0	0,00	0,00	24,60	101,30	263,80	137,20	970,00
2013	132,4	115,4	117,0	165,8	112,3	0,6	4,30	3,00	49,00	12,60	116,40	301,70	1130,50
2014	193,4	93,2	66,3	12,5	11,8	10,0	0,00	3,00	110,50	62,00	131,20	138,20	832,10
2015	187,0	189,5	58,8	3,80	17,1	4,0	0,00	0,40	9,80	127,60	58,40	0,00	656,40
2016	37,0	83,2	96,4	75,8	21,4	5,5	1,80	0,00	23,80	4,00	87,20	55,20	491,30
2017	292,60	16,00	23,20	6,80	7,00	0,00	0,00	3,00	33,00	56,60	55,40	87,60	581,20
2018	86,00	77,80	189,40	46,00	22,00	24,00	0,00	0,60	43,00	84,80	91,20	22,60	687,40
2019	88,20	2,60	26,60	66,20	9,70	0,40	0,20	0,10	24,00	62,40	127,40	74,80	482,60
2020	61,20	0,00	45,10	3,80	0,00	0,00	0,60	3,00	0,20	20,40	65,80	114,80	314,90
2021	142,20	3,00	73,20	16,00	5,80	8,40	1,20	0,40	7,20	46,00	250,20	57,20	610,80
2022	7,00	9,20	121,00	104,40	79,00	4,00	0,00	0,60	10,20	9,80	56,40	30,80	432,40
2023	64,00	138,20	2,60	0,00	4,40	5,60	0,00	0,00	58,80	14,60	3,60	18,60	310,40
2024	22,40	23,60	33,00	38,40	11,80	9,60	0,20	2,20	3,40				144,60
Total général	1521,00	1142,10	1095,00	992,90	450,40	86,30	10,50	48,30	429,70	768,70	1533,70	1170,50	9249,10

Tableau 25 : Précipitations mensuelles - Station de Mostaganem au cours de la période 1981-2021 (source : Power Nasa)

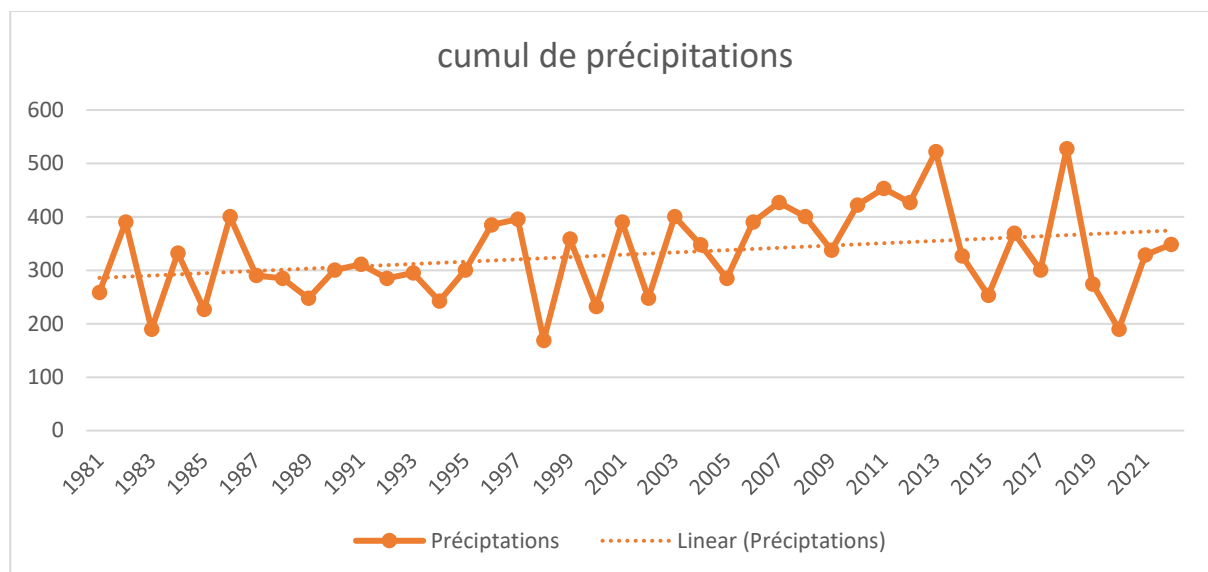


Figure 42 : Précipitations annuelles - station de Mostaganem au cours de la période 1981-2021 (source Power nasa)

Analyse des précipitations intra-annuelles :

La variation intra-annuelle des précipitations permet de comprendre la répartition des précipitations mensuelles et saisonnières. Une telle analyse est cruciale pour détecter les tendances des précipitations sur le long terme et déterminer les mois et saisons les plus pluvieux au cours de la période étudiée (1981-2022).

Répartition saisonnière :

La classification des saisons est effectuée de la manière suivante :

- Hiver : Décembre, Janvier, Février
- Printemps : Mars, Avril, Mai
- Été : Juin, Juillet, Août
- Automne : Septembre, Octobre, Novembre

L'analyse de ces précipitations montre les tendances suivantes pour les saisons :

1. Hiver (Décembre - Janvier - Février) :

- L'hiver est historiquement la saison la plus pluvieuse dans certaines années récentes (notamment en 2013 et 2018), où l'on observe des pics notables.
- La moyenne des précipitations pour cette saison est de 60,7 mm/an.
- Les précipitations hivernales ont montré une certaine stabilité tout au long des années avec des fluctuations régulières. Cependant, certaines années récentes montrent des épisodes de fortes précipitations, comme en 2013 (avec des précipitations cumulées de plus de 170 mm durant l'hiver) ou encore en 2018 (précipitations hivernales supérieures à 160 mm).

2. Printemps (Mars - Avril - Mai) :

- Le printemps est marqué par une répartition irrégulière des précipitations, avec des années plus humides que d'autres.
- La moyenne des précipitations printanières est de 45,8 mm/an.
- Les précipitations printanières montrent une tendance légèrement croissante, notamment dans les années récentes comme 2013 où les précipitations printanières ont dépassé les 130 mm, ce qui est significatif par rapport à la moyenne des années précédentes.

3. Été (Juin - Juillet - Août) :

- L'été reste la saison la moins pluvieuse avec une moyenne de 8,9 mm/an.
- Dans la majorité des années, les mois d'été sont secs, avec très peu de précipitations, notamment entre 1981 et 1995, où les précipitations estivales étaient proches de zéro.
- Cependant, certaines années isolées montrent des précipitations durant cette saison, comme en 2010 et 2018. L'été reste globalement stable avec des variations minimales dans les précipitations.

4. Automne (Septembre - Octobre - Novembre) :

- L'automne est souvent une saison pluvieuse avec une moyenne de 46,2 mm/an.
- Les précipitations automnales ont montré une tendance à la hausse durant les années 2000, avec des pics notables en 2010 et 2018. En 2018, par exemple, les précipitations cumulées pour cette saison ont dépassé les 150 mm.
- Cette saison semble être celle où l'on observe les plus fortes augmentations de précipitations sur la période d'étude. La tendance générale montre un léger accroissement des précipitations automnales au fil des années.

Répartition mensuelle :

En analysant les précipitations à l'échelle mensuelle, voici ce qui ressort :

- Les mois les plus pluvieux sont principalement décembre, janvier, février, et novembre. Ces mois correspondent aux saisons d'hiver et d'automne, qui sont traditionnellement les saisons les plus humides.
- Les mois de juin, juillet, et août sont les plus secs, correspondant à la saison estivale où les précipitations sont généralement très faibles, voire nulles certaines années.
- Certains mois printaniers, comme avril et mai, montrent une variabilité importante des précipitations, avec certaines années très humides (ex. : avril 2013 avec plus de 100 mm de pluie) et d'autres quasiment sèches.

Analyse des tendances annuelles :

L'évolution des précipitations annuelles sur la période 1981-2022 montre des fluctuations importantes.

- Durant la première partie de la période (années 1980 et début des années 1990), les précipitations sont relativement stables, bien que certaines années montrent des déficits importants en précipitations (ex. : 1983 et 1998 avec moins de 200 mm/an).
- À partir des années 2000, on note une tendance à l'augmentation des précipitations annuelles, avec plusieurs années atteignant plus de 400 mm (ex. : 2007, 2011, 2018).
- L'année la plus pluvieuse de la période est 2018, avec un total de 527,34 mm, tandis que l'année la plus sèche est 1998, avec seulement 168,75 mm.
- La tendance générale des précipitations annuelles montre une augmentation progressive à partir des années 2000, avec quelques fluctuations d'une année à l'autre.

Tendances saisonnières :

L'analyse des tendances sur chaque saison permet de mieux comprendre l'évolution des précipitations au fil des décennies :

- Hiver : La saison hivernale, bien que fluctuante, montre une tendance relativement stable au fil des années, avec des précipitations variant d'une année à l'autre, mais sans augmentation ou diminution marquée.
- Printemps : Les précipitations printanières montrent une légère augmentation au fil des années, avec des épisodes de fortes pluies, comme en 2013.
- Été : L'été, étant la saison la plus sèche, n'a pas montré de changement significatif au fil des années. Les précipitations y restent faibles, voire nulles.
- Automne : La saison automnale montre la plus forte augmentation des précipitations au fil des décennies, notamment avec des pics importants dans les années récentes, comme en 2018.

L'analyse des précipitations sur la période 1981-2022 révèle des tendances contrastées selon les saisons. L'automne montre une tendance notable à l'augmentation des précipitations, tandis que les autres saisons restent plus stables, bien que certaines années présentent des précipitations élevées en hiver et au printemps.

En termes de gestion de l'eau et de planification agricole, ces observations peuvent être cruciales pour anticiper les périodes les plus pluvieuses et ajuster les pratiques en conséquence, surtout en fonction des hausses observées en automne.

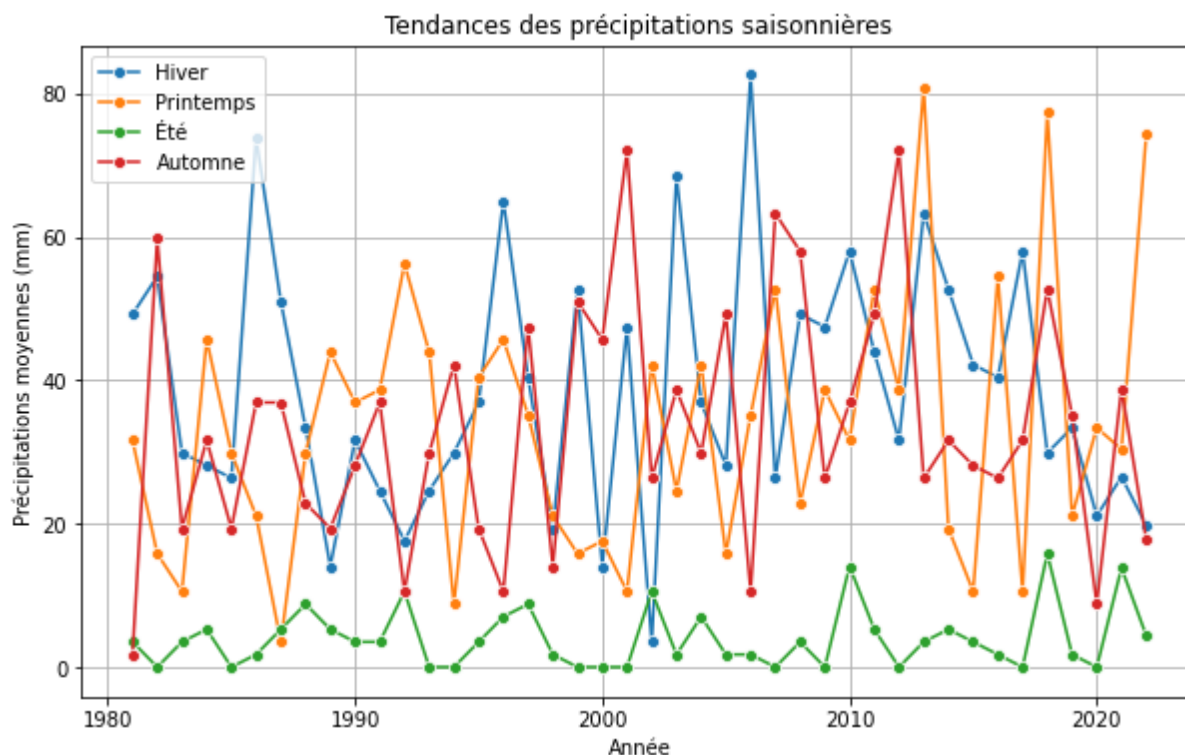


Figure 43 : Evolution saisonnière des précipitations de la ville de Mostaganem au cours de la période 1977-2021 (source Power Nasa)

2.6. Attractivités et contraintes de l'infrastructure énergétique à Mostaganem

Attractivités : La wilaya de Mostaganem bénéficie d'une couverture énergétique relativement développée, avec un réseau électrique de moyenne et basse tension qui s'étend sur 6 740,508 km au 31/12/2019. Le nombre d'abonnés à l'électricité atteint 199 303, dont 739 en moyenne tension, assurant un taux d'électrification de 95,19 %. Cette infrastructure robuste témoigne d'une avancée significative dans la distribution de l'électricité, favorisant ainsi le développement économique et résidentiel.

Le réseau de gaz naturel, quant à lui, a aussi connu une extension, avec une longueur passant de 1236,7 km en 2018 à 1324 km en 2019. Le nombre d'abonnés en gaz basse pression (BP) a également augmenté, atteignant 78 239 en 2019. En outre, deux centres d'enfutage de gaz butane et trois dépôts de stockage d'une capacité de 35 000 bouteilles de 13 kg sont disponibles, assurant une bonne couverture des besoins en gaz butane.

Contraintes : Malgré les progrès réalisés, certaines contraintes subsistent. Le taux de raccordement au gaz naturel reste limité à 58 % des foyers, soit 95 463 ménages raccordés, avec encore 17 224 ménages en attente de mise en service (MES). Cette situation reflète un défi persistant en termes

d'accès équitable à cette source d'énergie, surtout dans les zones rurales ou les nouvelles zones d'urbanisation.

Impact sur la migration : Les infrastructures énergétiques de Mostaganem sont globalement attractives, contribuant à améliorer la qualité de vie et facilitant l'installation des entreprises, ce qui peut encourager l'afflux de population et d'investissements. Cependant, la couverture incomplète en gaz naturel et la lenteur de la mise en service dans certaines zones peuvent dissuader certaines familles ou entreprises de s'installer dans des zones moins bien desservies, influençant ainsi les choix de migration.

2.7. Attractivités et contraintes du secteur de l'éducation à Mostaganem

Le secteur de l'éducation dans la wilaya de Mostaganem présente des caractéristiques contrastées, entre des équipements scolaires en nombre important et des défis d'encadrement et de scolarisation.

Attractivités : Avec un total de 455 établissements primaires, 115 collèges pour l'enseignement moyen, et 45 lycées pour le secondaire, le réseau éducatif de Mostaganem est relativement bien développé, permettant une meilleure répartition des infrastructures sur le territoire. Ce maillage éducatif a contribué à une nette amélioration du taux de scolarisation des jeunes, notamment pour la tranche d'âge 6-15 ans, qui atteint 83,76 % pour l'année scolaire 2019/2020. Le taux global de scolarisation des jeunes de 6 à 19 ans est de 68,25 %, ce qui montre une dynamique positive en matière d'accès à l'éducation.

De plus, le taux d'occupation par classe est plutôt équilibré avec 30 élèves par classe dans le primaire, 36 dans l'enseignement moyen, et 21 dans le secondaire, ce qui reflète une certaine maîtrise des effectifs, surtout au niveau secondaire où les classes sont plus petites, offrant ainsi de meilleures conditions d'apprentissage.

Contraintes : Cependant, des défis persistent, notamment en matière de taux de scolarisation dans la tranche d'âge 15-19 ans, qui reste relativement faible à 35,32 %. Cela suggère un décrochage scolaire important après l'âge de 15 ans, pouvant être attribué à des facteurs socio-économiques ou à un manque d'attractivité de l'enseignement secondaire pour cette tranche d'âge.

Sur le plan de l'encadrement, bien que les ratios élèves-enseignants soient raisonnables dans l'ensemble (un enseignant pour 25 élèves dans le primaire, 21 élèves dans le moyen, et 13 élèves dans le secondaire), l'écart entre les niveaux d'enseignement souligne des besoins différents en matière de ressources humaines. L'enseignement secondaire semble bénéficier d'un meilleur encadrement,

tandis que le primaire pourrait encore gagner en efficacité avec un renforcement du personnel éducatif.

Impact sur la migration : L'offre éducative de Mostaganem peut constituer un facteur d'attractivité pour les familles cherchant un cadre scolaire stable et accessible pour leurs enfants, particulièrement en raison de la qualité de l'encadrement dans les niveaux secondaire et moyen. Toutefois, le faible taux de scolarisation chez les adolescents de 15 à 19 ans pourrait limiter cet attrait et inciter certaines familles à envisager d'autres options pour l'éducation de leurs enfants.

En conclusion, bien que Mostaganem dispose d'un réseau éducatif assez bien implanté, des efforts supplémentaires sont nécessaires pour améliorer la rétention scolaire des adolescents et garantir une meilleure équité dans l'encadrement des élèves à tous les niveaux.

2.8. Attractivités et contraintes du réseau routier à Mostaganem

Attractivités : Le réseau routier de la wilaya de Mostaganem est relativement bien développé, avec un total de 2 186 km de routes, dont 1 986 km sont revêtus. Cela comprend 332 km de routes nationales (RN), 654 km de routes de wilaya (CW) et 1 200 km de routes communales (CC). Le bon état de 1 491 km de routes, représentant 68 % du réseau total, facilite la circulation et l'accès à différentes zones de la wilaya. La qualité de ces infrastructures routières favorise les déplacements, tant pour les habitants que pour les visiteurs, notamment pour les secteurs agricoles et touristiques.

Contraintes : Toutefois, 32 % du réseau présente des lacunes, avec 421 km en état moyen et 274 km en mauvais état. Les routes communales, qui constituent le plus grand pourcentage du réseau, sont particulièrement touchées, avec 200 km non revêtus et 217 km en état moyen. Cette situation peut entraver l'accès aux zones rurales et isolées, limitant ainsi les échanges commerciaux et les services publics, tels que l'éducation et la santé.

Impact sur la migration : Un réseau routier bien entretenu contribue à l'attractivité de la wilaya, en facilitant les déplacements quotidiens et en encourageant les migrations internes. Cependant, les portions de routes en mauvais état et non revêtues, notamment dans les zones rurales, peuvent limiter l'attrait de certaines régions, affectant ainsi la répartition des populations et l'installation d'entreprises dans ces secteurs.

2.9. Attractivités et contraintes du secteur de la santé à Mostaganem

Le secteur de la santé à Mostaganem présente à la fois des attractivités et des contraintes qui influencent les dynamiques migratoires vers la wilaya.

Attractivités : Mostaganem dispose d'une infrastructure de santé privée bien développée, avec un large réseau de cabinets de spécialistes (162), de généralistes (138), et d'officines pharmaceutiques (171), ainsi qu'un grand nombre de laboratoires d'analyses médicales (118) et de cabinets de radiologie (91). Ce maillage sanitaire dense et diversifié attire des populations en quête de services de santé accessibles et variés. Les soins spécialisés offerts par les structures privées sont un atout majeur pour les habitants, en plus de l'accès à des centres de soins de proximité, notamment pour la radiologie et l'hémodialyse.

Contraintes : Cependant, malgré cette offre privée importante, les équipements publics de santé semblent moins développés, avec seulement 15 laboratoires et 12 centres de radiologie publics pour l'ensemble de la wilaya. Cette disparité entre le secteur privé et public peut constituer une contrainte pour une partie de la population, notamment les habitants des zones rurales ou à faibles revenus, qui peuvent avoir plus de difficultés à accéder aux soins de qualité ou à des services médicaux spécialisés. De plus, l'insuffisance d'infrastructures publiques comme les fauteuils dentaires (24 au total) limite l'accessibilité aux soins dentaires pour une large portion de la population.

Impact sur la migration : Ces contrastes dans l'offre de soins influencent les décisions de migration. D'un côté, l'attrait d'un réseau de soins privés performant encourage l'arrivée de nouvelles populations, notamment des familles et des professionnels en quête d'un accès rapide et diversifié aux soins de santé. De l'autre, les contraintes liées au manque d'infrastructures publiques de santé et l'inégalité dans la répartition géographique des services médicaux peuvent décourager certaines personnes, en particulier celles issues des milieux les plus vulnérables, à s'installer dans la wilaya.

Ainsi, le secteur de la santé à Mostaganem offre des opportunités qui renforcent son attractivité tout en présentant des défis structurels qui pourraient freiner certaines catégories de migrants.

2.10. Infrastructures sportives et de loisirs :

La wilaya de Mostaganem possède 35 stades, 142 salles spécialisées et 11 piscines, ce qui en fait un pôle attractif pour les jeunes et les amateurs de sport. Ces infrastructures renforcent l'attractivité de la région en offrant des espaces de loisirs. Néanmoins, la concentration de ces équipements dans certaines communes urbaines peut limiter l'accès pour les habitants des zones rurales, devenant ainsi une contrainte pour l'égalité des chances en termes de loisirs.

2.11. Infrastructure de santé :

Mostaganem compte 162 cabinets de spécialistes et 138 de généralistes, ce qui est attractif pour les résidents cherchant à bénéficier d'un bon suivi médical. Toutefois, le manque d'accès aux soins spécialisés dans certaines zones rurales constitue une contrainte, forçant certains habitants à se déplacer vers les grands centres.

2.12. L'Emploi

Le commerce et les services sont les premiers pourvoyeurs d'emplois, avec 78 738 emplois, attirant les populations en quête d'opportunités économiques. Cependant, le taux de chômage reste élevé à 10,58%, constituant une contrainte qui limite le développement harmonieux de la région.

<i>Titres</i>	<i>Masculin</i>	<i>Féminin</i>	<i>Total</i>
Population Total	448 066	444 099	892 165
Population Occupee	171 748	48 658	220 406
Secteur De L'agriculture Et La Peche	51 011	2 517	53 528
Secteur De L'industrie	18 369	1 063	19 432
Secteur De Construction,Travaux Public Et L'irrigation	20 962	4 326	25 288
Secteur Administratif	12 121	20 094	32 215
Commerce	59 915	18 823	78 738
Autres	9 370	1 835	11 205
Population En Chomage	14 170	11 908	26 078
Population Active	185 918	60 566	246 484
Taux D'activite	70,4	23,14	46,87
Taux De Chomage	7,62	19,66	10,58

Tableau 26 : situation de l'emploi à Mostaganem au 31/12/2019

2.13. Potentialités commerciales et halieutiques :

Le marché de gros de Sayada est un pôle d'attractivité, facilitant la commercialisation des produits agricoles des wilayas environnantes. Le secteur de la pêche, soutenu par les 124,5 km de littoral, renforce également cette attractivité, notamment pour les activités d'aquaculture. Cependant, ces secteurs dépendent des conditions climatiques et des infrastructures portuaires, qui peuvent constituer des contraintes pour leur pleine exploitation.

2.14. Potentialités touristiques :

Le secteur touristique à Mostaganem présente des opportunités et des contraintes liées à son environnement naturel et à la pression démographique, tout en étant confronté aux défis du changement climatique.

2.14.1. Tourisme balnéaire : une attractivité sous pression

Mostaganem possède un littoral de 124 km, qui attire plus de 10 millions d'estivants chaque année, et ses plages sont au cœur de l'activité touristique. L'attrait principal reste le tourisme balnéaire, avec 48 plages, dont seulement 21 sont autorisées à la baignade. Cet engouement pour les plages de Mostaganem est une opportunité majeure pour l'économie locale, en attirant des visiteurs à la recherche de détente en bord de mer et de loisirs estivaux.

Cependant, cette forte affluence crée des contraintes environnementales significatives. La gestion des infrastructures touristiques est désorganisée, avec des stationnements non réglementés près des plages, ce qui accélère la dégradation des sites naturels. Le piétinement des dunes, une autre conséquence de cette affluence massive, contribue à leur érosion. En période estivale, la wilaya doit gérer un afflux de déchets atteignant 200 tonnes par jour, aggravé par la présence de décharges sauvages. L'équilibre entre préservation environnementale et développement touristique est donc difficile à maintenir, limitant le plein potentiel de la région en tant que destination touristique durable.

2.14.2. Une offre touristique peu diversifiée : une contrainte à surmonter

La vocation touristique de Mostaganem reste largement à construire. L'offre actuelle est dominée par le tourisme balnéaire, avec une forte dépendance vis-à-vis du littoral. Selon une enquête du CENEAP, 82 % des visites sont motivées en totalité ou en partie par l'attrait des plages, ce qui montre la concentration des activités touristiques sur cette seule dimension. La wilaya manque de diversification dans son offre, bien que les monts du Dahra et d'autres ressources naturelles, telles que les forêts et les sources thermales, offrent un potentiel pour développer d'autres formes de tourisme, notamment l'écotourisme et le tourisme thermal.

2.15. Programme d'habitat

La répartition du parc logement dans la wilaya de Mostaganem présente à la fois des attractivités et des contraintes.

2.15.1. Répartition du parc logement :

La wilaya compte une population de 892 165 habitants pour un parc de 195 619 logements, répartis en zones urbaines (2 150 logements) et rurales (1 215 logements). Ce parc inclut également 716 logements précaires. L'urbanisation importante attire les habitants vers les zones mieux équipées, mais la présence de logements précaires reste une contrainte majeure, témoignant des défis en matière de logement décent.

2.15.2. Situation des programmes d'habitat :

Le programme d'habitat urbain de Mostaganem est attractif, avec 55 643 logements inscrits, dont 39 331 achevés, mais il reste des contraintes avec 1 730 logements non encore lancés. Les logements publics locatifs (LPL) et les logements promotionnels (LSP, CNL) constituent des offres diversifiées, adaptées aux différentes catégories socioéconomiques. Toutefois, les délais dans la livraison des programmes et le faible nombre de logements achevés (2 497 en cours) freinent l'accès à un logement pour de nombreux habitants.

Habitat rural :

Le programme d'habitat rural, avec 49 502 logements inscrits et 45 969 achevés, est une initiative importante pour améliorer les conditions de vie dans les zones rurales. Cependant, 1 165 logements sont encore en cours de construction et 2 386 n'ont pas encore été lancés, une contrainte significative pour la population rurale qui reste dans l'attente de logements modernes.

2.15.3. Livraison des programmes de logements :

Sur les 100 945 logements inscrits, la wilaya a livré 82 996 logements, ce qui représente une réussite partielle, mais il subsiste un retard important avec 16 006 logements en cours et 1 943 non lancés. Ces chiffres montrent que malgré les efforts, les contraintes liées aux retards de construction limitent l'attractivité du secteur résidentiel, surtout pour les nouveaux résidents et ceux qui migrent vers la région pour s'y établir.

Ces données mettent en lumière le potentiel d'attractivité de la wilaya en termes d'habitat, tout en révélant des obstacles significatifs liés aux retards de construction et à la gestion du parc logement dans les zones rurales et urbaines.

Conclusion

Ce chapitre met en lumière le potentiel agricole de la wilaya de Mostaganem et les contraintes auxquelles elle est confrontée face à une urbanisation rapide. Dotée d'une position géographique privilégiée et de terres fertiles, Mostaganem se distingue par un fort potentiel de développement agricole et urbain, essentiel pour répondre aux besoins alimentaires régionaux. Cependant, cette attractivité a engendré une pression foncière accrue, avec une augmentation des prix des terres et une transformation progressive des zones agricoles en espaces résidentiels et commerciaux.

Les défis de la wilaya ne se limitent pas à l'urbanisation : les conditions climatiques variables, notamment les épisodes de sécheresse, affaiblissent les rendements agricoles et accentuent la

vulnérabilité de l'économie rurale locale. Cette situation est aggravée par une migration continue vers Mostaganem, en particulier des habitants des wilayas voisines en quête d'opportunités économiques, renforçant la demande en logements et en infrastructures. En conséquence, les terres agricoles, bien que vitales pour l'économie et la sécurité alimentaire, sont souvent converties en zones urbaines pour satisfaire les besoins d'expansion de la ville.

Les politiques actuelles de gestion du territoire peinent à trouver un équilibre entre le maintien des terres agricoles et la réponse aux impératifs d'urbanisation. Pour préserver ce potentiel agricole tout en soutenant la croissance urbaine, il est essentiel de mettre en place des stratégies de planification plus rigoureuses. Cela pourrait inclure l'identification et la protection des terres agricoles les plus productives, la promotion de pratiques agricoles durables, et le renforcement des outils de gestion foncière pour limiter l'expansion urbaine désorganisée. Ces efforts permettraient de garantir une coexistence harmonieuse entre développement urbain et préservation des ressources agricoles, assurant ainsi la durabilité socio-économique et écologique de la wilaya de Mostaganem.

3. la concurrence aux terres agricoles de Mostaganem et la cartographie des terres agricoles périurbaines potentiellement urbanisable

Résumé

L'étude de l'évolution de l'occupation et de l'utilisation des sols est essentielle pour comprendre et analyser les problématiques liées à l'expansion urbaine, qui se fait souvent au détriment des terres agricoles et des espaces naturels. L'étalement urbain constitue un phénomène complexe qui mobilise l'intérêt de chercheurs issus de diverses disciplines, telles que la géographie, l'aménagement du territoire, l'urbanisme, l'écologie et l'économie. Chaque discipline apporte une perspective unique sur les dynamiques territoriales et leurs impacts sociaux, économiques et environnementaux.

Une question centrale demeure : peut-on prédire cette expansion urbaine et identifier les facteurs déterminants qui l'influencent ? Dans ce contexte, la télédétection et l'apprentissage automatique s'imposent comme des outils particulièrement adaptés. La télédétection, en fournissant des données spatiales régulières et continues, permet de suivre l'évolution des territoires dans le temps avec une précision remarquable. Elle offre une vue d'ensemble inégalée, indispensable pour analyser les changements dans l'affectation des terres.

Lorsqu'elles sont combinées à des techniques d'intelligence artificielle, ces méthodes permettent non seulement de comprendre les dynamiques actuelles, mais aussi de prédire les parcelles de terrain susceptibles d'être urbanisées. Une telle approche offre une aide précieuse aux décideurs locaux et aux acteurs de l'aménagement du territoire. Elle leur permet de mettre en œuvre des mesures adaptées afin de limiter la conversion des terres agricoles fertiles en zones urbanisées, privilégiant ainsi l'utilisation des sols les moins productifs pour le développement urbain.

En somme, l'intégration de la télédétection et de l'apprentissage automatique constitue un levier stratégique pour une gestion plus durable et proactive des territoires face à la pression croissante de l'urbanisation. Ces outils contribuent non seulement à préserver les terres fertiles, mais également à soutenir des pratiques de planification urbaine respectueuses des impératifs écologiques et socio-économiques.

Introduction

Les pays méditerranéens se caractérisent par une croissance notable de la population urbaine. En 2011, deux tiers des habitants de cette région résidaient en milieu urbain (UN-Habitat, 2012). L'Algérie n'a pas échappé à ce phénomène. Depuis son indépendance en 1962, le taux d'urbanisation est passé de 25,05 % en 1954 à 74,77 % en 2022 (Boudjenouia et al., 2008)(ONS 2022).

Cette urbanisation rapide menace les terres agricoles fertiles situées en périphérie des villes algériennes. Ces terres, au lieu d'être préservées pour l'agriculture, sont souvent destinées à des projets de construction, entraînant une perte irréversible de surfaces cultivables (Nemouchi & Zeghiche, 2021). Le développement urbain incontrôlé compromet ainsi la durabilité agricole, essentielle à la sécurité alimentaire de ces régions.

L'urbanisation n'est pas uniquement due à la croissance démographique locale, mais aussi à la centralisation des services et infrastructures dans les zones urbaines. Les plaines fertiles, prisées pour l'urbanisation, sont souvent converties en zones résidentielles ou industrielles, compliquant les efforts de planification et de gestion de la croissance urbaine (Boudjenouia et al., 2008). Cela entraîne une fragmentation des espaces naturels, un étalement urbain et des conflits pour l'accès aux ressources naturelles.

En plus des enjeux liés au changement climatique, ces agro-écosystèmes périurbains sont confrontés à la raréfaction des ressources de base, comme l'eau et les sols fertiles, aggravant le défi de la sécurité alimentaire urbaine. (Zdruli, 2014) estime qu'environ 7 % des terres agricoles auront été absorbées

par l'urbanisation et la dégradation des sols dans le bassin méditerranéen entre 1961 et 2020. Cette perte est particulièrement importante en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, des régions vulnérables à ces problématiques. Par ailleurs, ces terres périurbaines contribuent à la qualité des ressources dans les villes et constituent une source de revenus pour les habitants.

L'agriculture urbaine et périurbaine joue également un rôle multifonctionnel, fournissant non seulement des denrées alimentaires, mais aussi divers services écologiques et économiques à la ville. Cependant, l'urbanisation non maîtrisée constitue une menace croissante pour les terres agricoles, particulièrement dans les zones périurbaines où les surfaces cultivables sont converties en zones résidentielles ou industrielles. La wilaya de Mostaganem, avec son importante extension urbaine récente, en est un exemple frappant. La juxtaposition de zones urbaines et agricoles crée des conflits d'usage des sols, exacerbant la pression sur les terres fertiles. Cette dynamique rend la frontière entre les espaces urbains et agricoles une zone de compétition intense pour l'utilisation des terres (Nemouchi & Zeghiche, 2021). De plus, l'exposition croissante aux effets du changement climatique rend la gestion de ces terres encore plus complexe.

Ces défis soulignent la nécessité de nouvelles stratégies de développement et de modèles de planification qui intègrent à la fois l'urbanisme et la gestion des activités agricoles. Ce projet vise à effectuer une analyse multicritère par les méthodes de machine Learning afin de cartographier la tendance du mitage urbain affectant ces terres agricoles périurbaines. Cette cartographie a pour vocation d'être un outil d'aide à la décision pour les autorités locales, leur permettant d'optimiser la planification urbaine tout en protégeant les terres agricoles à fort potentiel productif. La protection de ces terres, cruciales pour l'approvisionnement alimentaire, revêt une importance stratégique dans le contexte de l'urbanisation rapide.

L'objectif de ce projet est d'élaborer une cartographie précise de la tendance au mitage urbain, en s'appuyant sur l'analyse des données spatiales pour appuyer les décisions en matière d'aménagement du territoire. Cette cartographie permettra aux gestionnaires locaux de mieux planifier l'extension urbaine, d'éviter la fragmentation des espaces agricoles et de protéger les ressources naturelles indispensables au développement durable de la région.

L'urbanisation rapide des zones périurbaines, souvent au détriment des terres agricoles, entraîne une réduction des espaces disponibles pour l'agriculture. L'attente de valorisation des terres pousse à l'inaction ou à l'achat de terres en vue de plus-values futures, ce qui peut bloquer l'exploitation à des fins agricoles. Certaines législations peuvent limiter les nouvelles constructions ou l'aménagement

d'activités économiques en dehors des zones résidentielles. La surexploitation des terres et la pollution des sols, notamment dans les zones de transition entre ville et campagne, réduisent la qualité des sols pour l'agriculture.

Les zones périurbaines bénéficient souvent de l'accès aux infrastructures (routes, eau, électricité, services publics), ce qui peut être un facteur d'attractivité pour les entreprises et les habitants. Certaines régions périurbaines offrent plus de flexibilité pour des activités mixtes (agriculture, habitat, commerce), ce qui les rend attractives pour des projets multifonctionnels. Le cadre de vie plus naturel et moins dense que celui des villes attire des ménages à la recherche de tranquillité, créant un marché pour l'habitat périurbain. La possibilité de valoriser ces terres avec de futurs projets urbains ou commerciaux en fait un point d'attraction pour les promoteurs immobiliers.

Ces éléments montrent l'équilibre délicat entre les forces attractives et les contraintes qui modèlent l'utilisation des terres dans les zones périurbaines, souvent en concurrence entre développement urbain et préservation des terres agricoles.

Problématique

Dans ce chapitre, nous essayerons de répondre aux trois questions essentielles :

1. Qu'est-ce qui motive les agriculteurs à conserver leurs terres agricoles ?
2. Quels facteurs conduisent à l'abandon ou à l'urbanisation des terres agricoles périurbaines ?
3. Quelles sont les espaces périurbains susceptibles d'être converties en zones urbanisées, souvent désignées comme des terrains potentiellement urbanisables ? Existe-t-il des alternatives pour préserver ces terres ?

4. Matériel et Méthode :

4.1. Zone d'étude !

La zone d'étude se situe dans le nord-ouest de l'Algérie et englobe les communes de Mostaganem, Sayada, Hassi Mameche et Mazagran. Ces communes sont situées entre les coordonnées géographiques suivantes : 35°54'00" N et 0°05'00" E à 36°01'00" N et 0°15'00" E.

Localisation et limites

Cette région côtière est délimitée :

- **Au nord**, par la mer Méditerranée, ce qui lui confère une façade littorale stratégique.
- **À l'est**, elle est bordée par les communes de Fornaka et Stidia (wilaya de Mostaganem).
- **À l'ouest**, par les communes de Kheir Eddine et Ain Nouissy (wilaya de Mostaganem).
- **Au sud**, elle est limitrophe des communes de Sirat et Mesra (wilaya de Mostaganem).

Données démographiques et climat

La population totale de cette zone d'étude est estimée à environ 350 000 habitants, selon les derniers recensements (ONS, 2021), avec une densité croissante en raison de l'urbanisation rapide. Le climat de la région est classé comme méditerranéen (Csa) (Peel et al., 2007) selon la classification de Köppen, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. La pluviométrie annuelle moyenne varie entre 400 mm et 600 mm, et les températures moyennes oscillent entre 12°C en hiver et 28°C en été.

Caractère rural et périurbain

Les communes de Sayada, Hassi Mameche et Mazagran présentent une ruralité notable, bien qu'elles subissent une transition rapide vers des dynamiques périurbaines. Elles sont marquées par une mosaïque de terres agricoles, d'espaces naturels, et d'infrastructures urbaines émergentes. La commune de Mostaganem, en revanche, est davantage urbanisée, jouant un rôle central dans la dynamique économique et sociale de la région.

Enjeux d'urbanisation

Cette zone côtière connaît une expansion urbaine importante, exerçant une pression croissante sur les terres agricoles et naturelles, particulièrement dans les plaines fertiles qui entourent ces communes. L'analyse des dynamiques périurbaines dans cette région est essentielle pour comprendre les transformations de l'occupation des sols et les enjeux liés à l'urbanisation rapide.

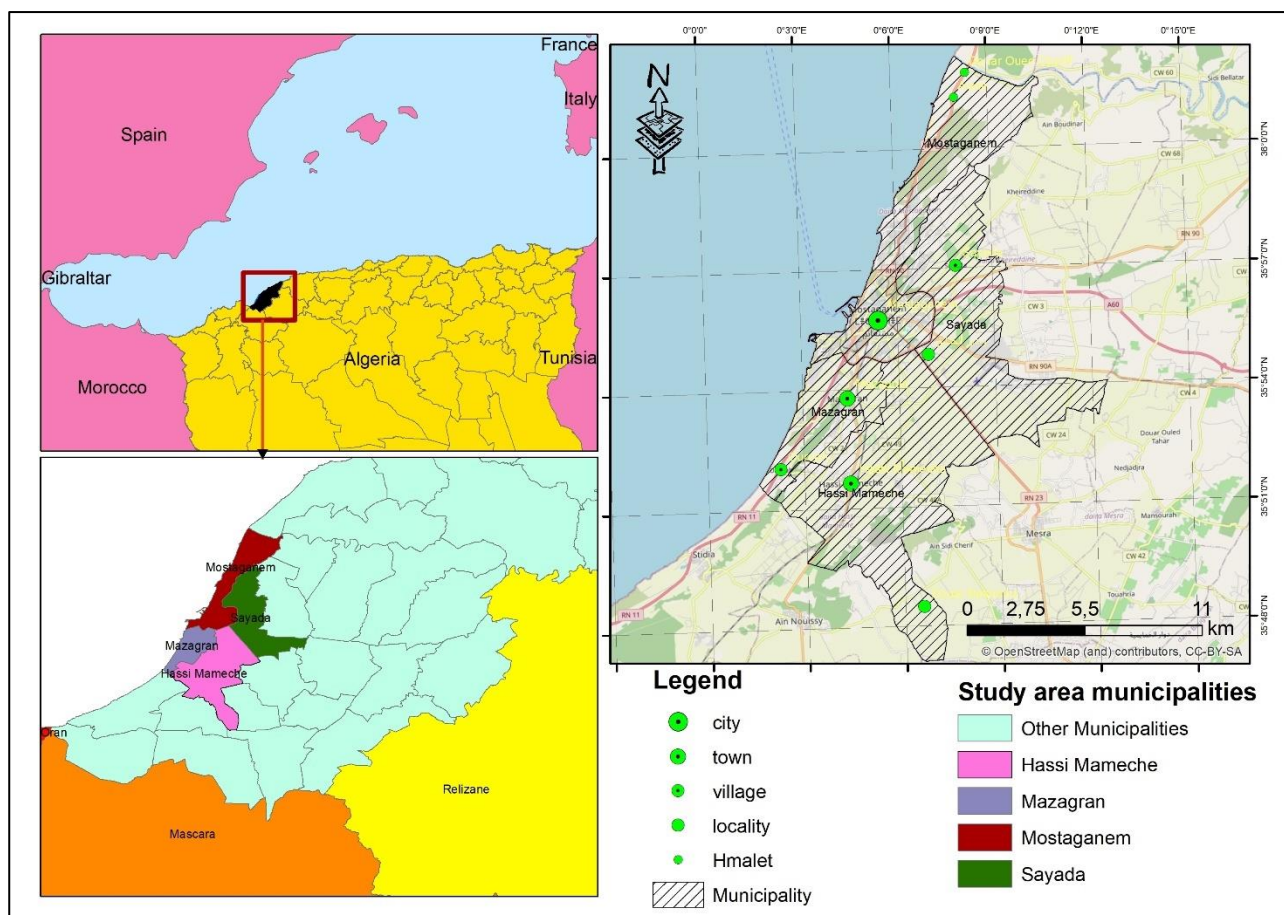


Figure 44 : la zone d'étude, les communes de Mostaganem, Mazagran, Sayada, et Hassi Mamèche

5. Méthodologie :

Les trois questions soulevées dans la problématique seront traitées de manière distincte. Pour répondre aux deux premières : « **Qu'est-ce qui motive les agriculteurs à conserver leurs terres agricoles ?** » et « **Quels facteurs conduisent à l'abandon ou à l'urbanisation des terres agricoles périurbaines ?** », l'approche méthodologique reposera sur la réalisation de sondages, l'administration de questionnaires, la conduite d'entretiens et l'analyse de données en ligne. Nous débuterons ainsi par :

5.1. Entretiens avec les parties prenantes

L'identification des facteurs influençant la concurrence pour l'accès au foncier, en particulier pour la construction, requiert une enquête approfondie sur le terrain. Cette investigation doit inclure les principaux acteurs du marché : les acheteurs (recherchant des terrains) et les vendeurs, qu'il s'agisse

d'intermédiaires, d'agents immobiliers ou de propriétaires. Chacune de ces parties joue un rôle déterminant dans la structuration du marché immobilier et les dynamiques de développement urbain.

Pour mener ces entretiens, un questionnaire a été conçu à l'aide de l'application **ArcGIS Survey123** d'ESRI. Cet outil mobile facilite une collecte de données structurée et efficace directement sur le terrain. Grâce à ses fonctionnalités avancées telles que la **géolocalisation**, **l'enregistrement automatique de la date**, **l'ajout de photos** et la saisie d'autres informations essentielles, il permet après une analyse approfondie d'identifier de manière exhaustive les facteurs influençant le marché foncier. De plus, l'analyse spatiale de ces données représente un atout majeur pour visualiser et comprendre les dynamiques territoriales liées à l'accès au foncier.

Un formulaire détaillé a été préparé pour la sortie de terrain prévue dans la wilaya de Mostaganem. Ce questionnaire a pour objectif de capturer des informations cruciales auprès des acteurs locaux du secteur immobilier. Les questions posées abordent divers thèmes, tels que les motivations d'achat, les obstacles rencontrés pour l'acquisition de foncier, et les attentes des clients en matière d'infrastructures urbaines. Ce processus permettra de mieux cerner les dynamiques du marché foncier local et d'évaluer l'impact de l'urbanisation sur les terres agricoles périphériques.

Ces données seront ensuite analysées pour identifier les facteurs de concurrence sur les terres périurbaines et proposer des solutions adaptées pour un aménagement territorial durable.

ENQUETE SUR LA VENTE ET L'ACHAT DES TERRES POUR CO...

Contenu de la description de l'enquête

Wilaya

-Sélectionnez-

Commune

-Sélectionnez-

Lieu

Localisation

Rechercher une adresse ou un

Type de Transaction

Type de Transaction

Achat

Vente

Situation juridique

-Sélectionnez-

Sans Papier

Chez le cherk

Choix 4

Acté et notarié

Indivise

Choix 3

Envoyer

Figure 45 : Formulaire de collecte de données de sondage sur terrain, créé avec Survey 123 de Esri.

5.2. Utilisation des plateformes en ligne

En complément des enquêtes de terrain, l'analyse des plateformes en ligne spécialisées dans la vente et l'achat de biens immobiliers, telles que Ouedkniss ou MarketPlace sur Facebook, offre une autre source d'informations précieuses. Ces sites fournissent une vue d'ensemble des tendances du marché immobilier et des préférences des acheteurs. En exposant les biens à vendre, ils mettent en lumière les caractéristiques qui attirent le plus les clients, telles que la localisation, les infrastructures, et les services disponibles à proximité. Ces éléments permettent d'identifier les moteurs de la demande immobilière et les facteurs qui influencent la valeur foncière dans les différentes zones.

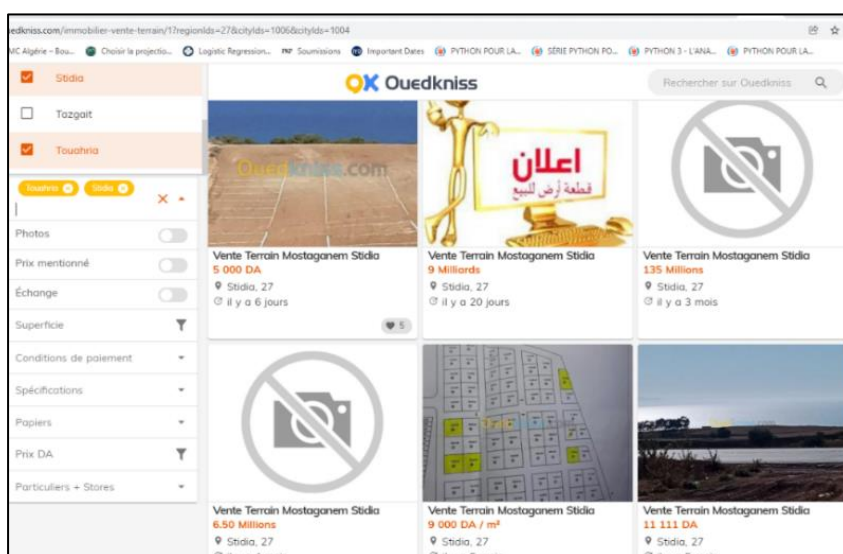


Figure 46 : interface d'un site web pour la recherche de terrain à Mostaganem 2023

Voici les statistiques sous forme de tableau en fonction des données que vous avez fournies. Ce tableau résume les informations principales concernant les prix, budgets, et priorités des acheteurs.

Statistiques	Valeurs
Nombre d'acheteurs	40
Prix moyen recherché (DA/m²)	16,250
Type d'achat le plus fréquent	Facilité de paiement (26 acheteurs)
Statut juridique le plus fréquent	Important (22 acheteurs)
Accessibilité recherchée la plus fréquente	Proximité commerces (16 acheteurs)
Infrastructure la plus fréquemment souhaitée	Électricité (20 acheteurs)

Priorité d'achat la plus fréquente	3 (6 fois) ⁴
Priorité d'achat la moins fréquente	7 (7 fois)
Nombre d'acheteurs ayant un prix recherché > 20,000 DA/m ²	7

Tableau 27 : Statistique sur les enquêtes effectuées dans la zone d'étude 2018-2019

Les réponses obtenues résument les tendances générales du marché immobilier observées dans les données des acheteurs.

- **Prix recherché (DA/m²) :**

- Moyenne : 19 725 DA/m²
- Minimum : 8 000 DA/m²
- Maximum : 50 000 DA/m²
- Médiane : 15 000 DA/m²
- Mode (valeur la plus fréquente) : 10 000 DA/m² (8 acheteurs)

- **Répartition par type d'achat**

- Facilité de paiement : 18 acheteurs (45%)
- Cash : 22 acheteurs (55%)

- **Répartition du statut juridique souhaité**

- Important : 20 acheteurs (50%)
- Moins important : 20 acheteurs (50%)

- **Accessibilité recherchée**

⁴ *Les priorités d'achat*

1. Infrastructures (gaz, eau, électricité, assainissement)
2. Prix du Terrain
3. Accessibilité (commerces, mosquées, écoles)
4. Isolement (dans quartier résidentiel ou isolé)
5. Attractivité Environnementale (vue sur mer, réputation du quartier)
6. Statut Juridique (ex : livret foncier, acte en indivision)
7. Voisinage

- Proximité commerces : 12 acheteurs (30%)
- Proximité écoles : 9 acheteurs (22,5%)
- Proximité mosquée : 8 acheteurs (20%)
- Transport : 7 acheteurs (17,5%)
- Toutes commodités : 4 acheteurs (10%)

. Infrastructures souhaitées

- Électricité : 24 acheteurs (60%)
- Gaz : 20 acheteurs (50%)
- Eau : 19 acheteurs (47,5%)
- Assainissement : 16 acheteurs (40%)

. Priorités d'achat les plus courantes (moyenne des classements)

Les priorités sont classées de 1 (plus important) à 7 (moins important), voici les plus récurrentes :

1. Critère 5 (présent en haut du classement chez 22 acheteurs)
2. Critère 3 (présent en haut du classement chez 19 acheteurs)
3. Critère 6 (présent en haut du classement chez 17 acheteurs)
4. Critère 4 (présent en haut du classement chez 15 acheteurs)

Résumé des tendances clés

- La plupart des acheteurs cherchent des terrains autour de 10 000 à 20 000 DA/m² avec un budget médian de 6 000 000 DA.
- 55% des acheteurs préfèrent payer en cash, ce qui indique une forte demande pour des transactions rapides.
- 50% des acheteurs attachent une grande importance au statut juridique, ce qui montre une prudence sur la légalité des terrains.
- 30% des acheteurs privilégient la proximité des commerces, suivi des écoles (22,5%) et des mosquées (20%).

- L'électricité et le gaz sont les infrastructures les plus demandées, avec respectivement 60% et 50% des acheteurs qui les exigent. La majorité suppose que l'eau est disponible.
- Les critères 5, 3 et 6 sont les plus souvent classés comme prioritaires, ce qui pourrait indiquer un intérêt marqué pour des aspects spécifiques du terrain (comme l'accessibilité ou la localisation).

5.2.1. Analyse de deuxième questionnaire

a) Nombre total de terrains en vente

- Il y a **40** enregistrements de terrains en vente.

1. Distribution des terrains selon la commune :

- **Mostaganem** : 9 terrains
- **Mazagran** : 11 terrains
- **Sayada** : 10 terrains
- **Hassi Mameche** : 10 terrains

2. Répartition des terrains par quartier :

- Centre-ville : 8 terrains
- Périphérie : 9 terrains
- Zone industrielle : 6 terrains
- Zone résidentielle : 7 terrains
- Zone rurale : 10 terrains

3. Statut juridique des terrains :

- Livret foncier : 10 terrains
- Acté : 10 terrains
- Acte en indivision : 11 terrains
- Papier timbré : 9 terrains

4. Répartition des terrains selon leur type :

- Urbanisable : 19 terrains
- Agricole : 11 terrains

5. Isolement des terrains :

- 0-100m : 15 terrains
- 100-400m : 9 terrains
- Plus de 400m : 16 terrains

7. Analyse des motifs de vente :

- Mal exploitation : 8 terrains
- Héritage : 11 terrains
- Non fertile : 11 terrains
- Autre : 10 terrains

6. Corrélations

- Les terrains en centre-ville sont majoritairement urbanisables et avec un statut "Acté".
- Les terrains les plus chers (> 40 000 DA) sont en centre-ville.
- Les terrains agricoles sont souvent vendus pour "mal exploitation" ou "non fertile".
- Les revendeurs possèdent majoritairement des terrains urbanisables.
- Les terrains les plus isolés (400m et plus) se trouvent principalement en zone rurale et industrielle.

6. Identification des facteurs de concurrence foncière en zone périurbaine et prédiction des terrains susceptibles d’être bâtis par le Machine Learning :

Pour identifier les facteurs influençant la concurrence foncière et prédire les terrains présentant une forte probabilité d’urbanisation, nous appliquerons des techniques de machine learning. Ces facteurs potentiels seront déterminés à partir des enquêtes et sondages réalisés précédemment. L’étude portera

sur quatre communes de la wilaya de Mostaganem, où nous commencerons par sélectionner plusieurs variables susceptibles de jouer un rôle clé dans la dynamique foncière.

6.1. Les facteurs potentiels de concurrence foncière :

Pour mieux appréhender la concurrence foncière dans les zones périurbaines et son impact sur l'aménagement du territoire, il est essentiel de développer des indicateurs spatiaux explicites. Ces indicateurs permettent de cartographier et d'analyser les différents facteurs influençant l'acquisition des terres, tout en évaluant les conséquences de cette concurrence sur la disparition des terres agricoles.

Parmi les principaux facteurs identifiés :

- **Proximité du centre-ville** : Plus un terrain est proche du centre-ville, plus il attire les projets d'urbanisation et voit son prix augmenter.
- **Attractivité touristique et commerciale** : La proximité des pôles touristiques ou commerciaux influence fortement la demande foncière, notamment pour des projets à vocation économique ou touristique.
- **Accessibilité** : La disponibilité d'infrastructures essentielles (routes, électricité, gaz) est un critère déterminant pour les investisseurs, conditionnant la faisabilité des projets.
- **Superficie et configuration du terrain** : Les parcelles de grande taille et de forme régulière sont particulièrement prisées pour les grands projets immobiliers, ainsi les terrains qui ont au moins de trois ares été recherchés par les particuliers, le nombre de façades joue un rôle important dans le prix du foncier.
- **Statut juridique** : Un terrain doit disposer de documents officiels en règle pour être attractif. Un bien sans titre de propriété, ou uniquement attesté par un papier timbré, présente un risque juridique majeur, notamment en cas de litige. Un acte de propriété est une preuve légale, mais ne garantit pas l'absence de conflits en cas d'indivision.
- **Prix du foncier** : Le coût du terrain est un facteur clé, bien qu'il soit généralement corrélé à d'autres paramètres tels que la localisation, le statut juridique, la réputation du quartier et la configuration du terrain.

Le tableau ci-dessous résume les principaux critères influençant les acquéreurs de terrains destinés à la construction. Ces facteurs sont classés par catégories avec leurs différentes valeurs possibles, en se limitant à la zone d'étude.

Catégorie	Facteur	Valeurs possibles
-----------	---------	-------------------

Localisation géographique	Réputation du quartier	Très recommandé, parfois recommandé, peu recommandé, déconseillé
	Vue	Vue panoramique, vue sur mer, intérieur, sans vis-à-vis
	Attractivité touristique	Plage, ville balnéaire, complexe touristique
	Attractivité commerciale	Quartier commercial, centre-ville
	Distance au centre-ville	Proche, éloigné
Situation juridique	Type de propriété	Sans papier, indivise, acté, livre foncier
Topographie	Pente	Faible, forte
	Forme géométrique	Superficie, régularité
Infrastructures	Réseau électrique	Présent, absent
	Réseau d'eau potable	Présent, absent
	Gaz	Présent, absent
	Proximité des routes	Présent, absent
Services	Disponibilité des écoles	Présent, absent
	Proximité des mosquées	Présent, absent
	Proximité des commerces	Présent, absent
	Disponibilité du transport	Présent, absent

Tableau 28 : Tableau des facteurs de concurrence foncière

6.2. La prédiction des zones potentielles pour bâtis :

Les modèles d'apprentissage automatique (machine learning) permettent de prédire et d'évaluer les probabilités de construction d'un terrain. Dans cette étude, plusieurs modèles seront testés afin de déterminer s'il est possible, à partir des facteurs définis, de prédire la concurrence aux terrains ou au foncier. Parmi ces modèles, nous évaluerons la forêt aléatoire (*Random Forest*), la régression logistique (*Logistic Regression*), XGBoost, la machine à vecteurs de support (*Support Vector Machine*), les réseaux de neurones (*Neural Network*), le classificateur par gradient boosting (*Gradient Boosting Classifier*) et l'arbre de décision (*Decision Tree*). Ces modèles seront analysés à l'aide de plusieurs métriques d'évaluation, notamment l'accuracy, la précision, le rappel (*recall*), le F1-score

et l'*Area Under the Curve* (AUC). Pour mettre en œuvre ces modèles, nous avons suivi les étapes illustrées dans l'organigramme suivant :

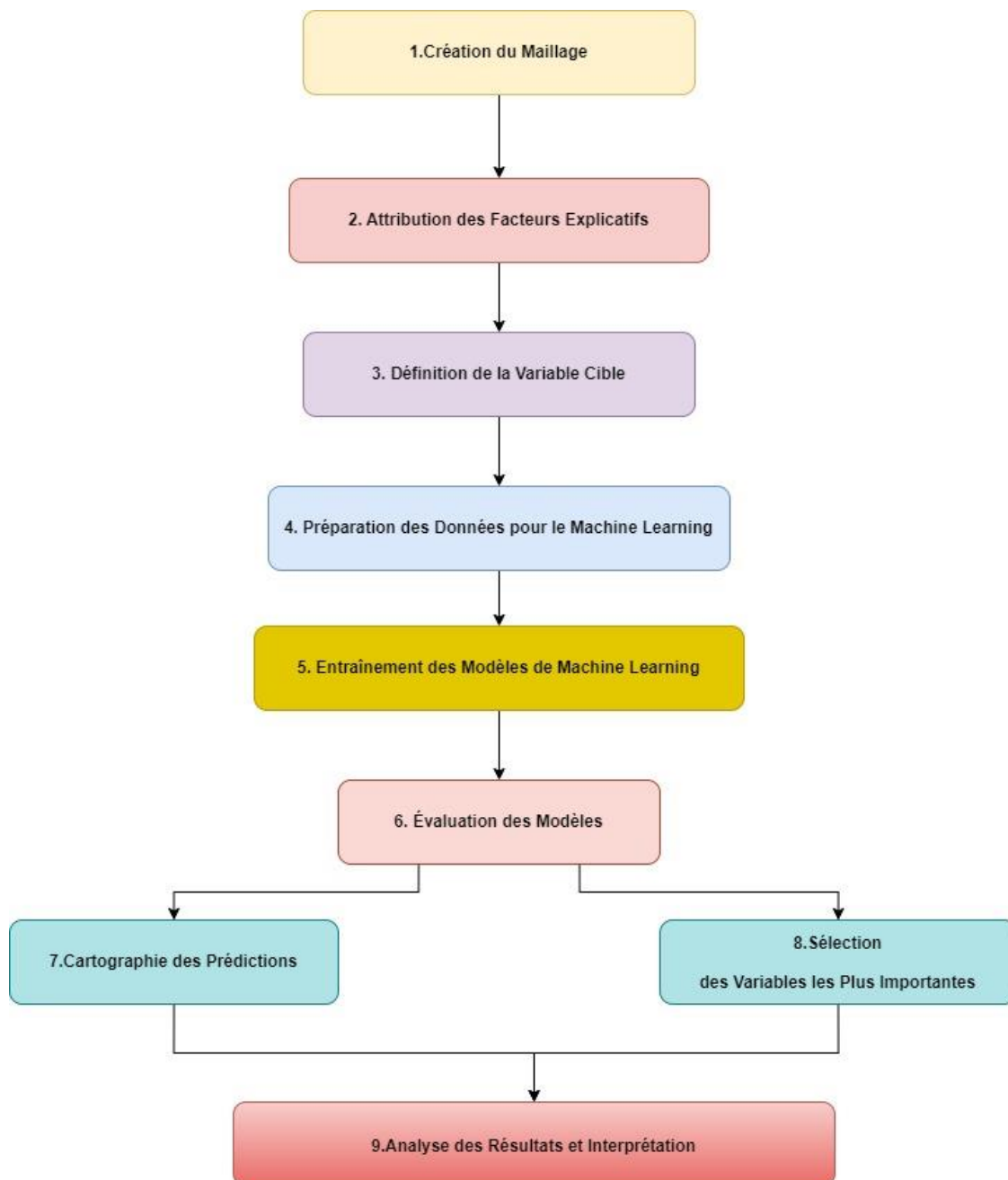


Figure 47 : Les étapes de traitement pour la prédiction et évaluation des facteurs d'urbanisations du périurbain par ML

1. Création du Maillage

- Générer une grille régulière (**carreaux de X mètres de côté**) couvrant la zone d'étude.
- Assigner un identifiant unique à chaque carreau.

2. Attribution des Facteurs Explicatifs

- **Superficie de l'agglomération** : Associer chaque carreau à la taille de l'agglomération la plus proche.
- **Réputation du quartier** : Intégrer une mesure qualitative (score, classification socio-économique, etc.).
- **Pente & Altitude** : Extraire les valeurs depuis un Modèle Numérique de Terrain (MNT).
- **Vue sur mer** : Définir une variable binaire (1 si vue sur mer, 0 sinon).
- **Proximité des routes** : Calculer la distance de chaque carreau à la route la plus proche.
- **Distance aux agglomérations** : Mesurer la distance au centre-ville ou aux pôles urbains.
- **Occupation du sol** : Classifier les carreaux selon leur type d'occupation du sol (urbain, agricole, naturel, etc.).
- **Indice de fragmentation du paysage** (Plus une zone est fragmentée, plus elle est propice à l'urbanisation).
- **Indice de compacité urbaine** (Densité du bâti autour du carreau).
- **Accessibilité aux équipements** (distance aux écoles, hôpitaux, marchés...).
- **Densité des routes** (somme des routes dans une zone tampon de 1 km).
- **Température de surface (LST)** (influence sur l'attractivité des terrains).

3. Définition de la Variable Cible

- Comparer l'état du bâti en **1990** et celui entre **2000 et 2014** grâce aux données GHSL ou d'autres sources.
- Attribuer **1** aux carreaux où une nouvelle construction est apparue entre 2000 et 2014.
- Attribuer **0** aux carreaux sans nouvelle construction.

4. Préparation des Données pour le Machine Learning

- Séparer les variables indépendantes (facteurs) et la variable dépendante (target).
- Normaliser/standardiser les données si nécessaire.
- Diviser en jeu d'entraînement et de test.

5. Entraînement des Modèles de Machine Learning

- Tester plusieurs algorithmes comme XGBoost, Random Forest, SVM, Logistic Regression, **Decision Tree, Neural Networks, GBC.**

6. Évaluation des Modèles

- On peut évaluer chaque modèle avec **Accuracy, Precision, Recall, F1-Score et AUC-ROC.**

7. Cartographie des Prédictions

8. Sélection des Variables les Plus Importantes

- Nous allons utiliser l'importance des features avec les modeles (**Random Forest** et **XGBoost**. Gradient Boosting classifier (GBC) , Decision Tree

9. Analyse des Résultats et Interprétation

Une fois les modèles entraînés, il faut comprendre **quels sont les facteurs qui influencent le plus l'urbanisation**.

6.3. Collecte et prétraitement des données

Pour réaliser cette analyse multicritère, plusieurs sources de données seront exploitées, incluant des cartes topographiques et des images satellitaires provenant de différents capteurs et périodes. Ces données seront analysées pour comprendre les dynamiques urbaines et agricoles au sein de la wilaya de Mostaganem.

Thématique	Données	Année	Résolution /Échelle	Source
Evolution du bâti	Urbain	1975-2014		Dataset Google Earth Engine GHSL
Géomorphologie	Altitude		30	Modèle Numérique de terrain earth Nasa
	Pente			
	Exposition			
Carte de visibilité (Mer)			30	Calculé à partir Modèle Numérique de Terrain
Réseau Transport	Réseau routier	2023		OpenstreetMap
Carte occupations des sols	1989 et 2021		30m et 10m	Landsat et Sentinel
Quartier	Sondage	2017-2020	Sommaire	Sondage
Géomorphologie ()	Pente, Altitude, Aspect		30	SRTM (Nasa)
Agglomération	Urbain (COS)	1990, 2021	30m et 10m	Landsat et Sentinel

Tableau 29 : Les données utilisées dans cette étude

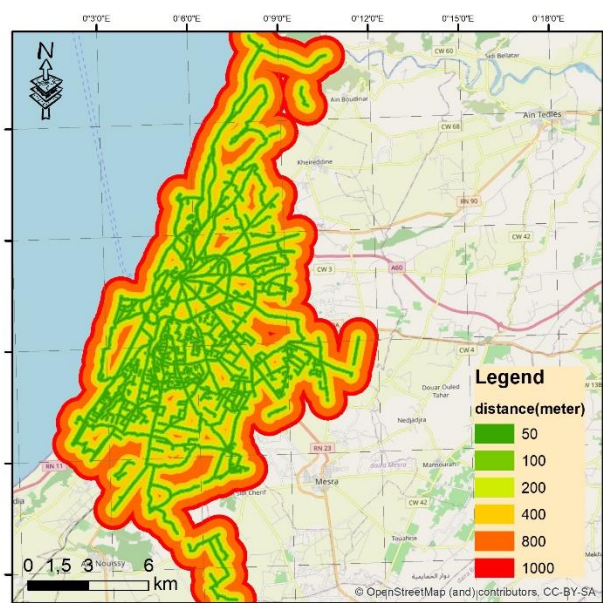


Figure 48 : La carte des distances aux réseau routier.

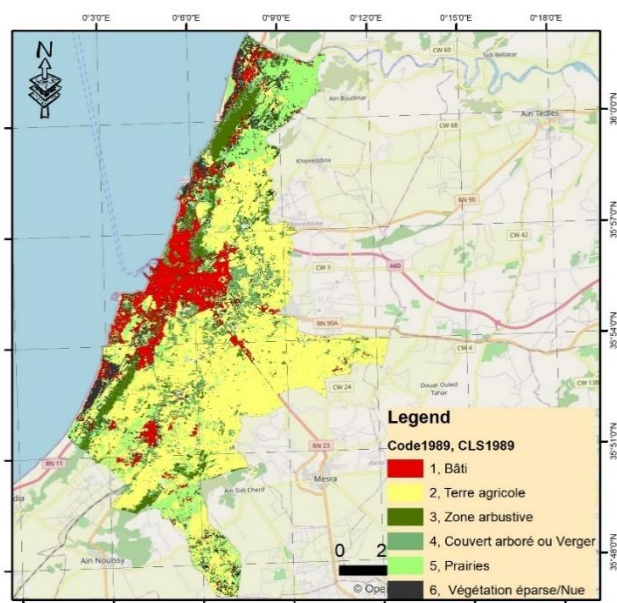


Figure 49 :carte occupation du sol de 1989

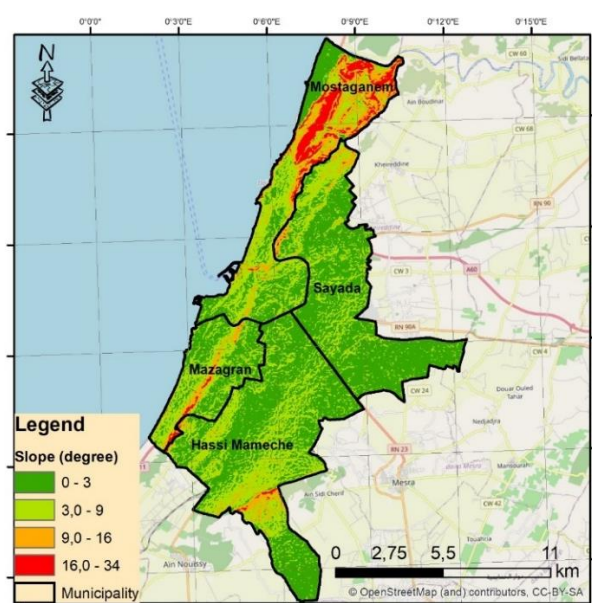


Figure 50 :la carte des pentes

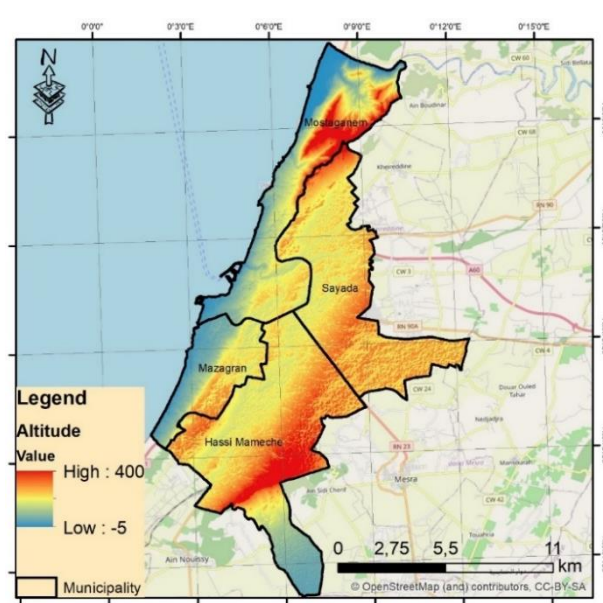


Figure 51 :la carte d'altitude

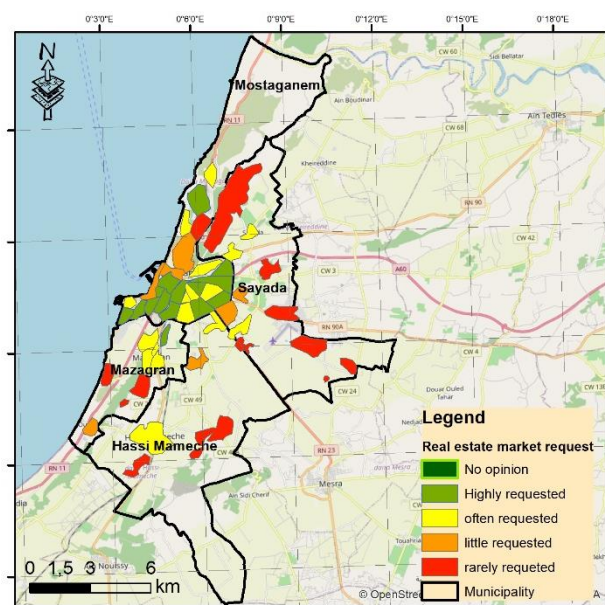


Figure 52 :la carte des quartiers recommandés.

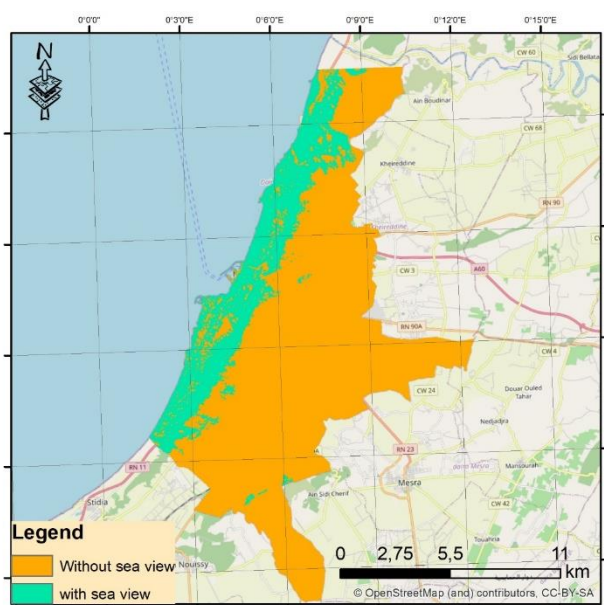


Figure 53 :la carte de visibilité sur mer.

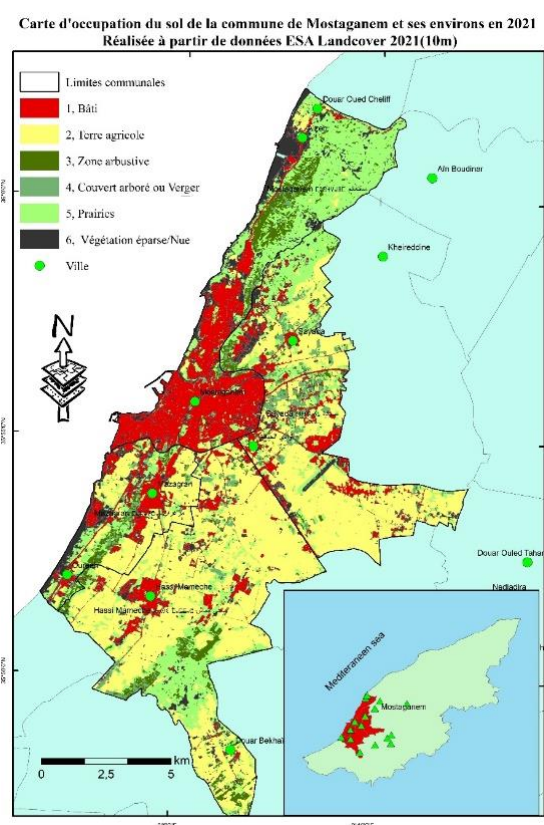


Figure 54 : carte d'occupation du sol(2021)

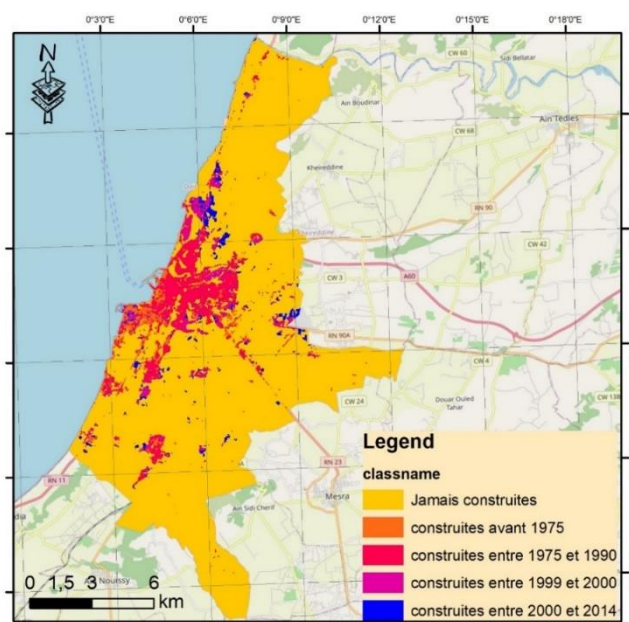


Figure 55 : carte des terres bâti entre 1975 et 2014

Sur la base du tableau recensant les facteurs pouvant influencer la concurrence pour l'utilisation des terres, nous avons sélectionné certains paramètres et réalisé des cartes correspondantes sur la zone d'étude. Ces facteurs constituent les variables indépendantes pour notre modèle d'apprentissage machine, à savoir :

- La proximité des routes (Figure 48)
- Les paramètres de la pente (Figure 50)
- L'altitude (Figure 50)
- La vue sur mer (Figure 50)
- La carte de l'occupation du sol (Figure 6)

Nous avons d'abord créé une grille ou un maillage composé de carreaux de 200 m x 200 m couvrant l'ensemble de la zone d'étude. Par la suite, nous avons sélectionné uniquement les carreaux situés sur le bâti, en étendant cette sélection jusqu'à une zone tampon de 1 km.

Ensuite, nous avons supprimé les carreaux se trouvant directement sur le bâti, en ne conservant que ceux situés dans les zones environnantes des villes et des agglomérations, en nous basant sur le bâti recensé en 1990. Nous avons ensuite utilisé les données GHSL (voir figure), qui indiquent le bâti construit pendant des périodes spécifiques, et nous nous sommes concentrés sur celui construit entre 2000 et 2014.

Il reste à compléter les données relatives aux facteurs de concurrence pour le foncier. Pour ce faire, nous avons calculé la proximité des carreaux par rapport aux différentes routes, générant ainsi un champ appelé « distance_route » comportant des valeurs numériques. Nous avons également déterminé la distance des carreaux aux centres urbains et extrait les valeurs de pente et d'altitude pour chacun d'entre eux, ces dernières étant également exprimées sous forme numérique. Il reste enfin à intégrer la variable « vue sur mer », qui est de type booléen, ainsi que le type de classe d'occupation du sol pour chaque carreau.

La variable cible ou dépendante sera rempli d'une valeur booléenne 1 ou 0, 1 pour les carreaux qui sont bâti entre 2000 et 2014 et 0 pour les carreaux qui ne sont pas bâti (au moins entre 2000 et 2014), le nombre de carreaux d'apprentissage est 1500 partagé comme suit :

Bati (1)	771
Non Bati (0)	856
Total	1651

6.4. Dataset d'apprentissage

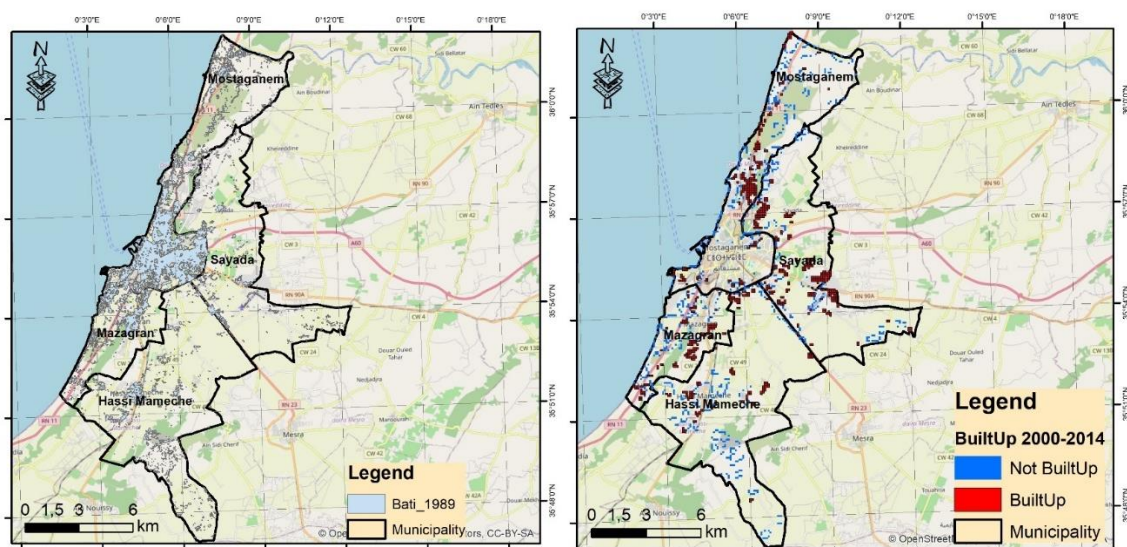


Figure 56 : les données d'apprentissage concerne le bâti réalisé entre 2000-2014

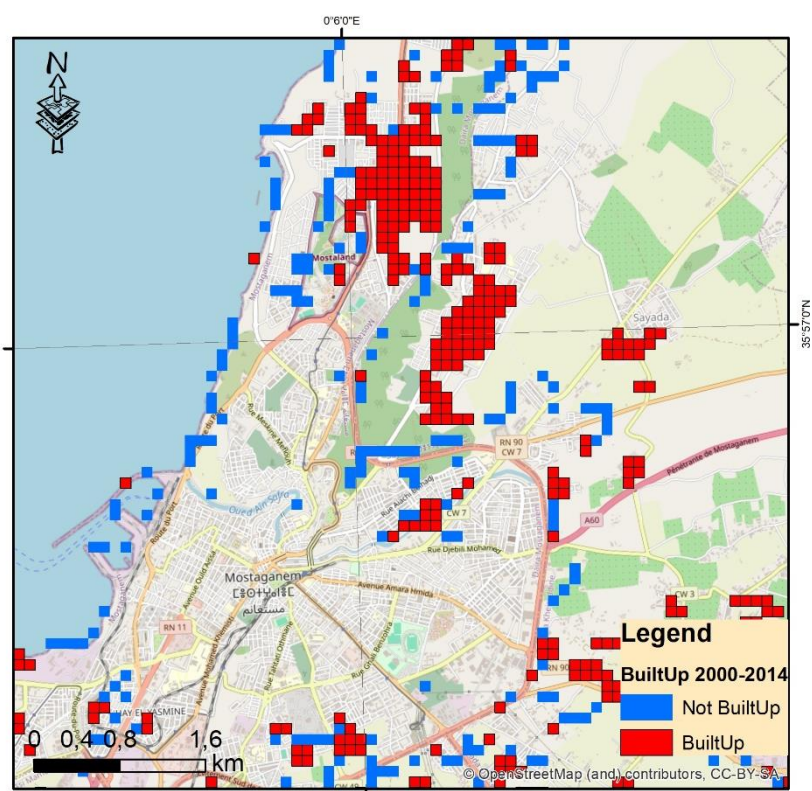


Figure 57 : Une partie du Maillage contenant les données d'apprentissage

7. Résultat et discussions

- Au total, six modèles d'apprentissage automatique ont été testés sur un échantillon de 1 650 lignes (ou carreaux). Cet échantillon a été divisé en deux groupes : 70 % des données ont été utilisées pour l'entraînement du modèle, tandis que les 30 % restants ont servi aux tests. Cette répartition permet d'assurer un apprentissage efficace tout en conservant un ensemble de données indépendantes pour évaluer la capacité du modèle à généraliser sur de nouvelles observations.
- Les modèles testés dans cette étude sont les suivants :
- **XGBoost** (Extreme Gradient Boosting) : un modèle basé sur l'optimisation du gradient boosting, connu pour son efficacité et ses performances élevées.
- **SVM** (Support Vector Machine) : un algorithme qui maximise la séparation entre les classes en utilisant des hyperplans optimaux.
- **Random Forest** : un ensemble d'arbres de décision qui améliore la robustesse et réduit le sur-apprentissage.
- **Régression Logistique** : un modèle statistique couramment utilisé pour les tâches de classification binaire.
- **Réseaux de Neurones** : un modèle inspiré du fonctionnement des neurones biologiques, capable d'apprendre des représentations complexes.
- **GBC** (Gradient Boosting Classifier) : un modèle de boosting qui optimise progressivement les erreurs des modèles précédents.
- **Decision Tree** : un algorithme de classification simple basé sur une structure arborescente.
- Avant d'aborder la prédiction ou l'analyse des facteurs les plus influents dans la concurrence foncière issue de cet apprentissage, il est essentiel de présenter les métriques d'évaluation. Ces métriques permettent de mesurer la performance des modèles de machine learning en comparant les prédictions aux résultats réels du groupe de test. Parmi les indicateurs les plus couramment utilisés figurent :
- **L'accuracy (exactitude)** : mesure le pourcentage de prédictions correctes parmi l'ensemble des prédictions effectuées.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

- **La précision (precision)** : indique la part des prédictions positives qui sont effectivement correctes. Elle est particulièrement utile dans les contextes où les faux positifs ont un impact important.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

- **Le rappel (recall)** : représente la capacité du modèle à identifier correctement les cas positifs, en tenant compte des faux négatifs

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

- **Le F1-score** : représente une moyenne harmonique entre la précision et le rappel, offrant une mesure équilibrée de la performance.

$$F1 = 2 \cdot \frac{Precision \cdot Recall}{Precision + Recall}$$

- **AUC (Area Under the Curve - ROC)** : mesure la capacité du modèle à distinguer les classes en analysant la courbe ROC (Receiver Operating Characteristic), qui illustre le compromis entre le taux de vrais positifs et celui de faux positifs.
- TP : True Positive (Vrais positifs)
- TN : True Négative (Vrais négatifs)
- FP : False Positive (Faux positifs)
- FN : False Negative (Faux négatifs)

Ces métriques sont essentielles pour comparer les différents modèles et sélectionner celui qui offre la meilleure performance en termes de précision et de généralisation.

Ces indicateurs permettent d'évaluer la fiabilité du modèle et d'optimiser ses paramètres afin d'améliorer la qualité des prédictions.

7.1. Les métriques d'évaluation des modèles d'apprentissage automatique

Modèle	Accuracy	Précision	Recall	F1-Score	AUC Roc

SVM	7.2. 0.87	0.92	0.79	0.85	0.92
RF(Random Forest)	0.89	0.94	0.81	0.87	0.91
LR(Logistic Regression)	0.86	0.89	0.79	0.84	0.91
NN(neuronal Network)	0.88	0.93	0.79	0.85	0.92
GBC(Gradient Bootsting Classifier)	0.87	0.91	0.78	0.84	0.92
XGB(XGBoot)	0.88	0.91	0.82	0.86	0.93
DT	0.89	1.00	0.76	0.86	0.91

Tableau 30 : Les métriques de'evaluations

Le modèle présentant la meilleure performance globale est Random Forest (RF) avec une accuracy de 0.89, une précision de 0.94 et un F1-score de 0.87, indiquant un bon équilibre entre précision et rappel. XGBoost (XGB) suit de près avec un AUC ROC de 0.93, suggérant une excellente capacité de discrimination. Le Décision Tree (DT) atteint une précision maximale de 1.00, mais son rappel de 0.76 indique un risque de sur-apprentissage. Le réseau de neurones (NN), SVM et GBC affichent des performances similaires avec des F1-scores proches de 0.84-0.85. Enfin, la régression logistique (LR) bien que légèrement inférieure en précision (0.89), reste compétitive avec une AUC de 0.91, montrant une bonne robustesse du modèle.

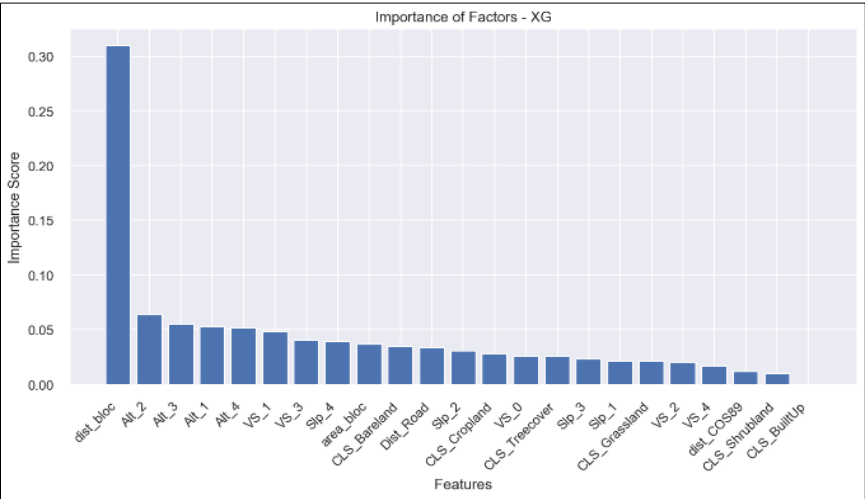
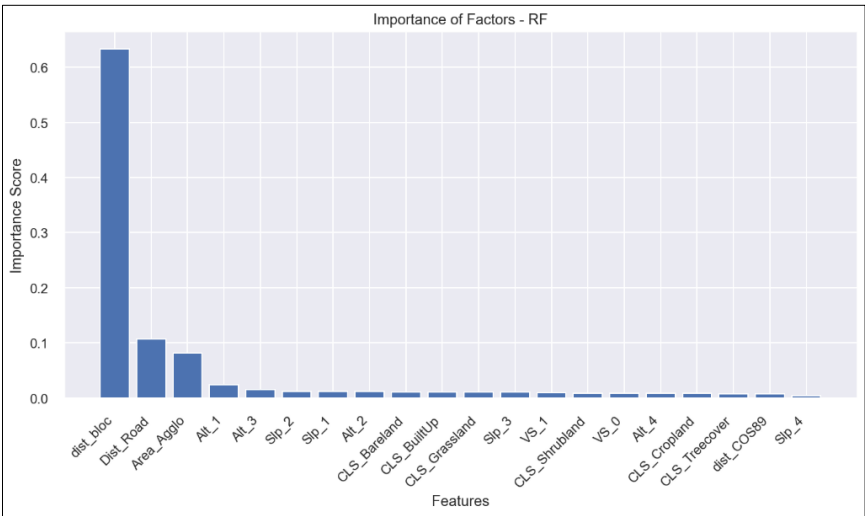
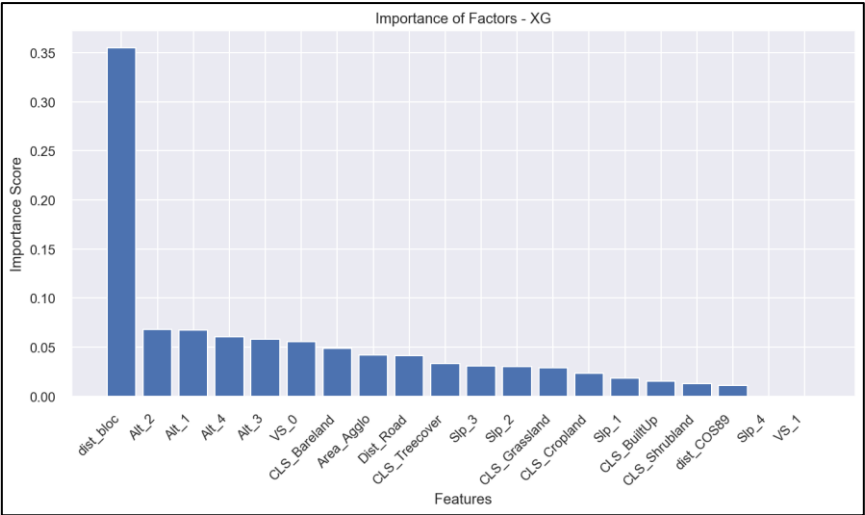
Selon le tableau ci-dessus les performances des modèles testés sont très proches, quel que soit la métrique calculée, des valeurs entre 0.87 et 0.96 sont nettement acceptées pour tout les modèles.

7.3. Importance des facteurs de concurrence au foncier :

Ordre	Random forest (RF)	Gradient Boosting classifier (GBC)	DecisionTree(DT)	XGBoost(XG)
1	Distance aux agglomérations	Distance aux agglomérations	Distance aux agglomérations	Distance aux agglomérations
2	Distance aux routes	Distance aux routes Altitude 2 Superficie d'agglomérations	Altitude 2	Altitude 2 Altitude 3
3	Superficie d'agglomérations	Altitude 3 Grassland Altitude 4 Treecover Slope 1	Superficie d'agglomérations Distance au routes	Altitude 1 Altitude 4 VS_1

		Slope 2 Slope 3 Slope 4 Shrubland VS_0 -VS_1 Altitude 1 Bareland		
4	Altitude 1 Altitude 2		Slope 2 Slope 3 Slope 4 VS_1 Altitude 4 Altitude 3 Altitude 1 Shrubland Treecover VS_0 Grassland Bareland	VS_0 Slope 4 Superficie d'Agglomérations
5	Slope 2 Slope 1 Altitude 2 Bareland BuiltUp Grassland Slope 3 VS 1 Shrubland VS 0 Altitude 4 Cropland			Bareland Distance aux routes Slope 2 Cropland VS_0 Treecover
6				Slope 3 Slope 1

VS_0: pas de vue sur mer ; VS_1 : vue sur mer ; Slope 1 : 0-3 °, Slope 1 : 3-6°, Slope 2 : 6-9, Slope 4: plus de 9 °



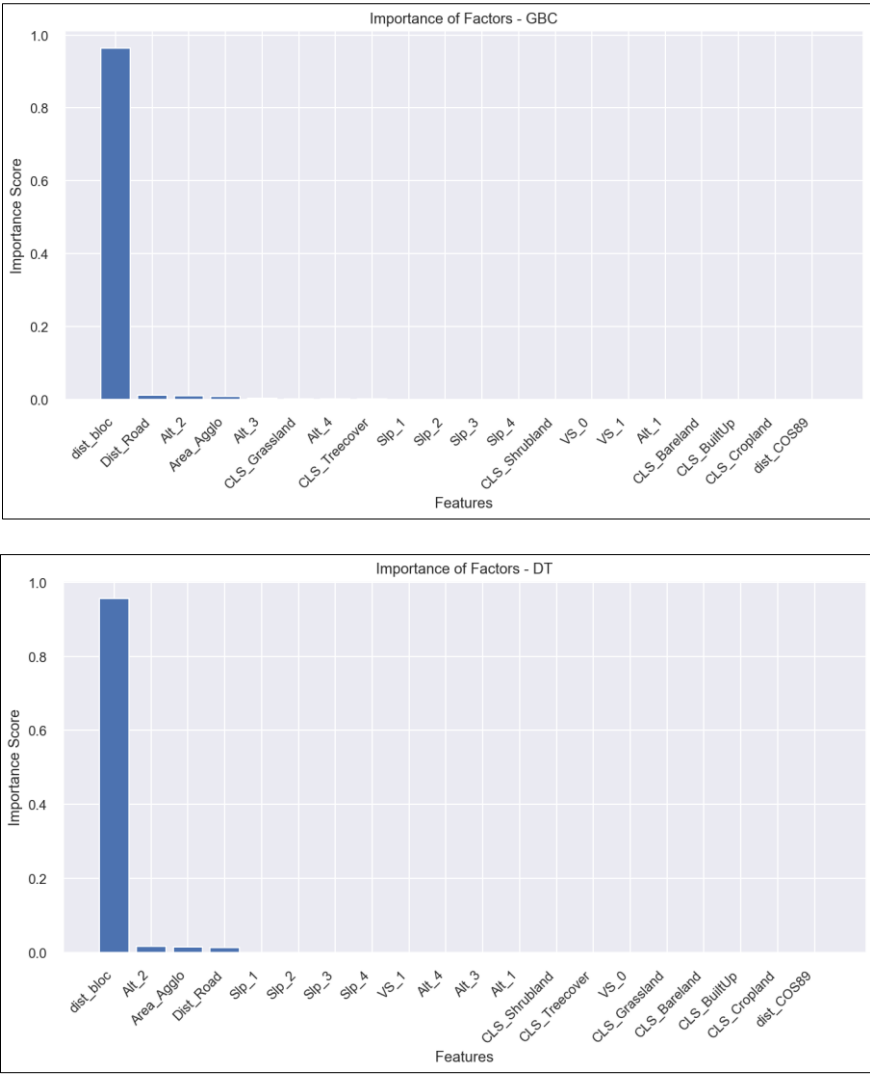
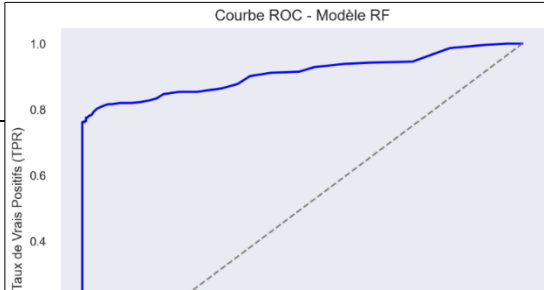
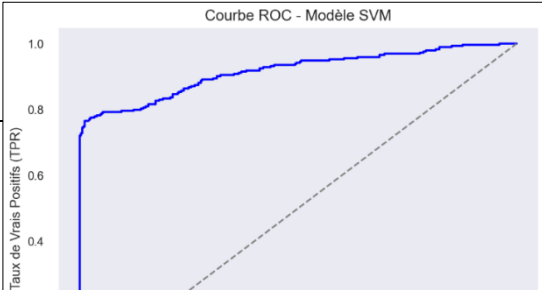
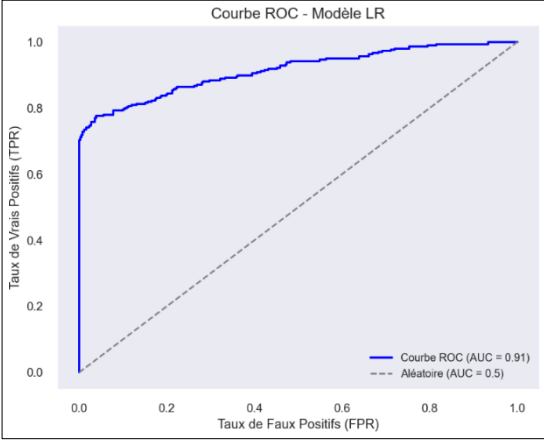
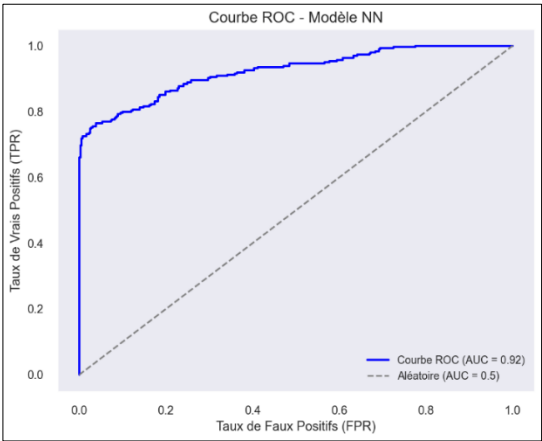


Figure 58 : l'importance des facteurs selon les modèles



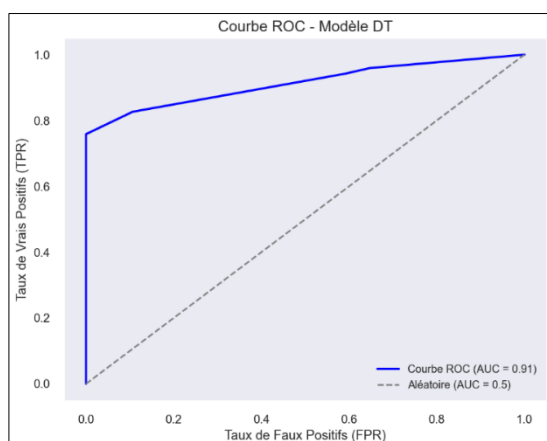


Figure 59 : Les courbes ROC pour différents modèles de ML.

8. Analyse et discussion

Les résultats indiquent que la distance aux agglomérations et aux routes est le facteur prépondérant influençant l'urbanisation des zones périurbaines, indépendamment des algorithmes utilisés. L'altitude et la taille des agglomérations se révèlent également déterminantes : les grandes villes et villages attirent en effet davantage d'acheteurs, tandis que les zones isolées ou les hameaux intéressent surtout ceux ayant des liens familiaux ou historiques avec ces lieux.

Par ailleurs, les variables relatives à la pente et à l'occupation du sol jouent un rôle plus marqué dans certains modèles, tels que XGBoost et Decision Tree. Ces paramètres influencent non seulement le choix des acquéreurs, mais peuvent aussi constituer des contraintes dans l'absence d'alternatives, puisque les terrains nus ou les zones arbustives, souvent difficiles à aménager, sont moins recherchés. En revanche, un terrain agricole situé à proximité immédiate d'une agglomération peut susciter un intérêt particulier, à condition que son statut juridique ne présente pas d'obstacles.

L'analyse des enquêtes révèle que, pour les terres agricoles périurbaines, plusieurs facteurs encouragent les agriculteurs à conserver leurs parcelles malgré la pression urbanistique. La proximité des marchés urbains offre une rentabilité accrue grâce à la vente directe et aux circuits courts, tandis que la possibilité de cultiver des produits à forte valeur ajoutée (maraîchage, horticulture, agriculture biologique) renforce l'attractivité de ces terres. De plus, l'intégration d'activités complémentaires telles que l'agrotourisme ou des services écologiques permet aux exploitants de diversifier leurs revenus et de préparer une éventuelle revalorisation foncière à long terme. L'attachement au patrimoine familial et culturel joue également un rôle non négligeable dans la décision de conserver ces espaces.

Enfin, les facteurs socio-politiques, incluant les politiques d'urbanisme, la situation juridique des terrains et les dynamiques sociales locales, modulent fortement la gestion et la distribution des terres en périphérie des villes. Ces éléments, en interaction avec les considérations économiques, façonnent un marché foncier où la régulation, la réputation des quartiers et la proximité des infrastructures influencent directement les choix des acheteurs et des promoteurs.

Dans ce cadre, l'ajout d'un plan cadastral aurait été particulièrement utile pour renforcer la précision de l'analyse spatiale et mieux comprendre les logiques foncières à l'échelle parcellaire. Toutefois, notre démarche nécessitait également un plan cadastral daté, notamment pour les années 2000 et 2014, afin de valider nos résultats et suivre l'évolution foncière avec plus de rigueur. Malheureusement, ces informations ne sont pas disponibles à l'échelle étudiée, et le seul document en notre possession se révèle inutilisable en l'état, en raison de l'absence de système de projection et de format SIG adapté.

En somme, l'analyse globale met en lumière une dynamique complexe dans laquelle des facteurs géographiques, économiques et socio-politiques s'entremêlent pour déterminer l'évolution de l'urbanisation périurbaine et la préservation des terres agricoles.

Conclusion

Ce chapitre souligne l'importance d'une approche intégrée pour comprendre et anticiper l'évolution de l'occupation des sols en contexte d'expansion urbaine. D'une part, il apparaît que l'urbanisation, souvent au détriment des terres agricoles et des espaces naturels, est le résultat d'interactions complexes entre des facteurs géographiques, économiques et socio-politiques. D'autre part, l'étude

démontre qu'une analyse multidisciplinaire – mobilisant la géographie, l'urbanisme, l'écologie, et l'économie – est indispensable pour décrypter les dynamiques territoriales en jeu.

L'utilisation de la télédétection couplée à des techniques d'apprentissage automatique a permis d'obtenir une vision à la fois précise et prédictive de ces transformations. Les divers modèles de machine Learning, tels que le Random Forest, XGBoost ou le Decision Tree, ont permis d'identifier que la proximité des agglomérations et des infrastructures, comme les routes, constitue le facteur déterminant de l'urbanisation. Par ailleurs, des éléments tels que l'altitude, la superficie des agglomérations et la configuration des terrains jouent également un rôle non négligeable, influençant à la fois la valeur foncière et l'attrait pour les investisseurs.

En parallèle, l'étude de terrain, reposant sur des enquêtes, des sondages et l'analyse des plateformes en ligne, a mis en lumière les raisons qui poussent certains agriculteurs à conserver leurs terres malgré la pression urbanistique. La rentabilité offerte par la proximité des marchés urbains, la diversification des activités agricoles (comme les pépinières) et l'attachement au patrimoine familial et culturel sont autant de facteurs qui contribuent à préserver ces espaces.

Ainsi, ce chapitre met en exergue que la combinaison d'outils technologiques avancés et d'enquêtes de terrain offre une meilleure compréhension des enjeux liés à l'aménagement du territoire. Les résultats obtenus fournissent aux décideurs locaux des éléments concrets pour orienter leurs politiques publiques : il s'agit non seulement de prédire les zones à risque d'urbanisation, mais aussi de proposer des stratégies de développement urbain qui privilégient la préservation des terres agricoles et respectent les impératifs écologiques et socio-économiques. En définitive, l'intégration de ces approches représente un levier stratégique majeur pour une gestion durable et proactive des territoires face aux défis contemporains de l'urbanisation.

Conclusion Générale

Cette thèse a exploré les dynamiques complexes de l'agriculture périurbaine dans les milieux littoraux de l'Ouest algérien, en s'intéressant spécifiquement à la wilaya de Mostaganem. Elle a permis, grâce à une approche géomatique, de mieux comprendre l'impact de l'urbanisation sur les terres agricoles et les enjeux socio-économiques et environnementaux qui en découlent. Le cadre méthodologique déployé, combinant des techniques de télédétection, des systèmes d'information géographique (SIG) et une analyse multicritère, offre un outil robuste pour identifier, classer et cartographier de manière précise les zones urbaines, périurbaines et rurales, répondant ainsi aux défis de délimitation propres à ces territoires hybrides.

Les résultats de cette recherche mettent en lumière plusieurs phénomènes marquants. L'expansion urbaine rapide, alimentée par la croissance démographique et les migrations vers les zones littorales, exerce une pression significative sur les terres agricoles, exacerbant ainsi la concurrence foncière. Cette dynamique entraîne une transformation marquée de l'usage des sols, où les analyses de séries temporelles et de classifications spatiales révèlent une conversion massive des terres agricoles en zones résidentielles et commerciales. Une telle transition réduit inévitablement la superficie agricole disponible et impacte la production alimentaire locale, compromettant non seulement la sécurité alimentaire mais menaçant aussi les écosystèmes locaux et la résilience socio-économique des communautés rurales environnantes.

L'innovation majeure de cette thèse réside dans l'utilisation des données satellitaires et des modèles SIG pour une délimitation précise, objective et reproductible des espaces périurbains. En intégrant les données géospatiales et les informations de recensement, elle propose une approche qui limite la dépendance aux critères socio-économiques souvent subjectifs, ce qui renforce la fiabilité des délimitations et la pertinence des observations. Ce modèle méthodologique, initialement appliqué à Mostaganem, se montre transférable à d'autres régions subissant des pressions similaires, et pourrait ainsi constituer une méthode de référence pour la gestion des territoires périurbains en Algérie et au-delà.

Les implications de cette étude pour la planification urbaine sont importantes. Elle souligne la nécessité d'instaurer des politiques de protection des terres agricoles afin de contrer les pertes continues de superficies cultivables, tout en proposant des régulations capables d'encadrer et de maîtriser l'urbanisation galopante. La thèse recommande aussi une intégration plus systématique des techniques géospatiales dans les démarches de planification urbaine, ce qui permettrait non seulement

de suivre et d'anticiper les dynamiques périurbaines, mais aussi de favoriser une utilisation plus durable des sols.

Malgré ses contributions significatives, cette recherche présente certaines limites, dont l'absence de données socio-économiques plus fines et l'utilisation de techniques de classification spatiale qui pourraient encore être affinées. À l'avenir, l'ajout de ces données, combiné à l'utilisation de modèles d'intelligence artificielle, pourrait améliorer la précision des classifications et enrichir la portée des analyses spatiales.

En conclusion, cette thèse apporte une contribution précieuse à la compréhension et à la gestion des territoires périurbains en Algérie. En offrant des solutions pour la protection des terres agricoles, l'optimisation de la planification territoriale et le renforcement de la sécurité alimentaire, elle propose également une réflexion plus large sur l'équilibre fondamental à instaurer entre urbanisation et préservation des ressources naturelles.

Dans cette perspective, l'intégration de la dimension sociale devient incontournable. La mobilité quotidienne des citoyens entre les zones urbaines et périurbaines constitue une caractéristique essentielle de ces espaces, marquant leur différence avec les zones strictement urbaines. Cette mobilité, bien qu'historiquement contraignante, tend aujourd'hui à se banaliser avec le développement des infrastructures de transport, au point de devenir un facteur de moindre différenciation dans certaines villes. Il s'agit néanmoins d'une information clé, qui mérite d'être suivie dans le temps pour mieux ajuster les politiques d'aménagement.

Par ailleurs, bien que la conflictualité territoriale soit implicitement abordée à travers les tensions d'usage du sol, notamment lors de la délimitation entre urbain et périurbain, elle mérite une attention plus explicite dans les perspectives futures. La délimitation elle-même, en apportant une base rationnelle et partagée, constitue une réponse méthodologique aux conflits fonciers potentiels, en clarifiant les usages et les priorités de chaque espace.

Enfin, les méthodes développées dans cette recherche seront extrapolées à d'autres villes, ce qui permettra de renforcer la robustesse et la validité des approches proposées. Cette généralisation contribuera à fonder des outils de planification territoriale applicables à l'échelle nationale, tout en tenant compte des spécificités locales. La thèse invite ainsi les décideurs et urbanistes à repenser le développement territorial selon une perspective durable, assurant un avenir harmonieux aux régions périurbaines.

Référence Bibliographique

- Abass, K., Adanu, S. K., & Agyemang, S. (2018). Peri-urbanisation and loss of arable land in Kumasi Metropolis in three decades : Evidence from remote sensing image analysis. *Land Use Policy*, 72, 470-479. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.013>
- Adell, G. (1999). *Theories and models of the peri-urban interface : A changing conceptual landscape*.
- Aguejdad, R. (2009). *Etalement urbain et évaluation de son impact sur la biodiversité, de la reconstitution des trajectoires à la modélisation prospective. Application à une agglomération de taille moyenne : Rennes Métropole*.
- Aguilar, A. G., Ward, P. M., & Smith Sr, C. B. (2003). Globalization, regional development, and mega-city expansion in Latin America : Analyzing Mexico City's peri-urban hinterland. *Cities*, 20(1), 3-21.
- Allen, A. (2003). Environmental planning and management of the peri-urban interface : Perspectives on an emerging field. *Environment and urbanization*, 15(1), 135-148.
- Amirinejad, G., Donehue, P., & Baker, D. (2018). Ambiguity at the peri-urban interface in Australia. *Land Use Policy*, 78, 472-480. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.022>
- Angelo, H., & Wachsmuth, D. (2015). Urbanizing Urban Political Ecology : A Critique of Methodological Cityism. *International Journal of Urban and Regional Research*, 39, 16-27.
- Barron, C., Neis, P., & Zipf, A. (2014). A Comprehensive Framework for Intrinsic OpenStreetMap Quality Analysis. *Transactions in GIS*, 18(6), 877-895. <https://doi.org/10.1111/tgis.12073>
- Belhouari, F. Z., Boukerch, I., & Si Youcef, K. (2021). *GEOMETRIC ENHANCEMENT of the OPENSTREETMAP ROAD NETWORK*. 5(4), 33-39. <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-V-4-2021-33-2021>
- Bendjaballah Boudemagh, O. (2013). Politiques urbaines, terres agricoles et marché foncier : Quel avenir pour l'agriculture périurbaine à Constantine (Algérie) ? *Cahiers Agricultures*, 22(6), 544-551 (1). <https://doi.org/10.1684/agr.2013.0670>

- Bendjelid, A. (1998). La fragmentation de l'espace urbain d'Oran (Algérie). Mécanismes, acteurs et aménagement urbain. *Insaniyat/إنسانيات. Revue algérienne d'anthropologie et de sciences sociales*, 5, 61-84.
- Bendjelid, A. (2004). Oran face aux actions d'aménagement urbain d'Alger : Similitudes, modulations et effets de l'image de la capitale sur les pouvoirs locaux. *Insaniyat/إنسانيات. Revue algérienne d'anthropologie et de sciences sociales*, 23-24, 91-110.
- Bendjelid, A. (2005). Les modalités d'intégration sociale dans le processus de régulation urbaine au Maghreb. Le cas d'Oran (Algérie). *Villes réelles, villes projetées*, Paris, éd. Maisonneuve et Larose, 373-383.
- Bendraoua, F., Bedidi, A., & Cervelle, B. (2011). Dynamique spatio-temporelle de l'agglomération oranaise (Algérie) par télédétection et SIG. *Revue du comité français de cartographie*, 209, 103-113.
- Berque, A. (2003). The Idea of Disurbanity. *Design Philosophy Papers*, 1(1), 23-39. <https://doi.org/10.2752/144871303X13965299301470>
- Best, J. (2008). Ambiguity, Uncertainty, and Risk : Rethinking Indeterminacy¹. *International Political Sociology*, 2(4), 355-374. <https://doi.org/10.1111/j.1749-5687.2008.00056.x>
- Borrell, V. E. (2004). *Vers une modélisation hydrologique adaptée à la prévision opérationnelle des crues éclair. Application à de petits bassins versants du sud de la France* [Thesis, Université de Montpellier]. <https://oatao.univ-toulouse.fr/7405/>
- Bouakache, A., Khedam, R., Aichouche, B. A., & Mercier, G. (2008). *A Generalized Appriou's Model for Evidential Classification of Multispectral Images : A Case Study of Algiers City* (p. 902). https://doi.org/10.1007/978-3-540-88458-3_81
- Boudjenouia, A., Fleury, A., & Tacherift, A. (2006). Le statut de l'espace agricole périurbain à Sétif (Algérie) : Réserve foncière ou projet urbain? *Cahiers Agricultures*, 15(2), 221-226.
- Boudjenouia, A., Fleury, A., & Tacherift, A. (2008). L'agriculture périurbaine à Sétif (Algérie) : Quel avenir face à la croissance urbaine? *BASE*, 12, 23-30.

- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45, 5-32.
- Brown, D. L., Champion, T., Coombes, M., & Wymer, C. (2015). The migration-commuting nexus in rural England : A longitudinal analysis. *Journal of Rural Studies*, 41, 118-128.
- Bryant, C., Russwurm, L. H., & McLellan, A. G. (1982). *The City's Countryside : Land and Its Management in the Rural-Urban Fringe*.
- Burchell, R. W., Lowenstein, G., Dolphin, W. R., Galley, C. C., Downs, A., Seskin, S., Still, K., & Moore, T. (2002). *Costs of Sprawl – 2000*.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:128723188>
- Burnley, I. H., & Murphy, P. A. (1995). Exurban Development in Australia and the United States : Through a Glass Darkly. *Journal of Planning Education and Research*, 14, 245-254.
- Butt, A., & Fish, B. (2016). Amenity, landscape and forms of peri-urbanization around Melbourne, Australia. In *Conflict and change in Australia's peri-urban landscapes* (p. 7-27). Routledge.
- Buxton, M., & Choy, D. L. (2007). *Change in peri-urban Australia : Implications for land use policies*.
- Buxton, M. W., Tieman, G., Bekessy, S. A., Budge, T. J., Mercer, D. E., Coote, M., & Morcombe, J. (2006). *Change and continuity in peri-urban Australia, state of the peri-urban regions : A review of the literature monograph 1*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:128804507>
- Camerer, C. F., & Ho, T.-H. (1994). Violations of the betweenness axiom and nonlinearity in probability. *Journal of Risk and Uncertainty*, 8(2), 167-196.
<https://doi.org/10.1007/BF01065371>
- Camerer, C., & Weber, M. (1992). Recent developments in modeling preferences : Uncertainty and ambiguity. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5(4), 325-370.
<https://doi.org/10.1007/BF00122575>
- Chang, S., Jiang, Q., Wang, Z., Xu, S., & Jia, M. (2018). Extraction and Spatial–Temporal Evolution of Urban Fringes : A Case Study of Changchun in Jilin Province, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(7). <https://doi.org/10.3390/ijgi7070241>

- Chiu, H.-W., Lee, Y.-C., Huang, S.-L., & Hsieh, Y.-C. (2019). How does peri-urbanization teleconnect remote areas ? An emergy approach. *Ecological Modelling*, 403, 57-69.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.03.025>
- Couch, C., Petschel-Held, G., & Leontidou, L. (2008). *Urban sprawl in Europe : Landscape, land-use change and policy*. John Wiley & Sons.
- D'Alessandro, C., Hanson, K. T., & Kararach, G. (2018). Peri-urban agriculture in Southern Africa : Miracle or mirage? *African Geographical Review*, 37(1), 49-68.
<https://doi.org/10.1080/19376812.2016.1229629>
- Danielaini, T. T., Maheshwari, B., & Hagare, D. (2018). Defining rural–urban interfaces for understanding ecohydrological processes in West Java, Indonesia : Part I. Development of methodology to delineate peri-urban areas. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 18(1), 22-36.
<https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2017.11.006>
- Davis, J. S., Nelson, A. C., & Dueker, K. J. (1994). The new 'burbs : The exurbs and their implications for planning policy. *Journal of The American Planning Association*, 60, 45-59.
- Debolini, M., Valette, E., François, M., & Chéry, J.-P. (2015). Mapping land use competition in the rural–urban fringe and future perspectives on land policies : A case study of Meknès (Morocco). *Land Use Policy*, 47, 373-381. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.035>
- Dendoncker, N., Rounsevell, M. D. A., & Bogaert, P. (2007). Spatial analysis and modelling of land use distributions in Belgium. *Comput. Environ. Urban Syst.*, 31, 188-205.
- Désiré, G., & Couderc, R. (1975). Croissance urbaine et milieu rural : La désorganisation de l'agriculture autogérée entre Oran et Arzew (Algérie). *L'Espace géographique*, 4(1), 17-30.
<https://doi.org/10.3406/spgeo.1975.1524>
- D.L. Iaquina, & A.W. Drescher. (s. d.). Defining the Peri-Urban : Rural-Urban Linkages and Institutional Connections. *Food and Agriculture Organization*.
- Donadieu, P., & Fleury, A. (1997). *L'agriculture, une nature pour la ville?* 74(1), 31-39.

- Earth Resources Observation and Science (EROS) Center. (2017). *Landsat 4-5 Thematic Mapper Level-1, Collection 1 [dataset]* [Jeu de données]. U.S. Geological Survey. <https://doi.org/10.5066/F7N015TQ>
- Eisenberg, E. M. (1984). Ambiguity as strategy in organizational communication. *Communication Monographs*, 51(3), 227-242. <https://doi.org/10.1080/03637758409390197>
- Elloumi, M. (2011). Agriculture périurbaine et nouvelles fonctions du foncier rural en Tunisie. *Jouve A.-M.(ed.), Napoléone C.(ed.), Paoli JC (ed.). Régulation foncière et protection des terres agricoles en Méditerranée, Montpellier, CIHEAM*, 159-169.
- Ellsberg, D. (1961). Risk, Ambiguity, and the Savage Axioms*. *The Quarterly Journal of Economics*, 75(4), 643-669. <https://doi.org/10.2307/1884324>
- Epstein, J., Payne, K., & Kramer, E. A. (2002). Techniques for Mapping Suburban Sprawl. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63, 913-918.
- Epstein, L. G. (1999). A Definition of Uncertainty Aversion. *The Review of Economic Studies*, 66(3), 579-608. JSTOR.
- Evans, J., & Jones, P. (2008). Rethinking Sustainable Urban Regeneration : Ambiguity, Creativity, and the Shared Territory. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 40(6), 1416-1434. <https://doi.org/10.1068/a39293>
- Fang, L., & Wang, Y. (2018). Multi-disciplinary determination of the rural/urban boundary : A case study in Xi'an, China. *Sustainability (Switzerland)*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/su10082632>
- Firman, T. (1996). Urban development in Bandung Metropolitan Region : A transformation to a Desakota region. *Third World Planning Review*, 18, 1.
- Fisher, T. (2003). Differentiation of Growth Processes in the Peri-urban Region : An Australian Case Study. *Urban Studies*, 40, 551-565.

- Foelske, L., Riper, C. J. van, Stewart, W. P., Ando, A. W., Gobster, P. H., & Hunt, L. M. (2019). Assessing preferences for growth on the rural-urban fringe using a stated choice analysis. *Landscape and Urban Planning*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:190900026>
- Frisch, D. E., & Baron, J. (1988). Ambiguity and rationality. *Journal of Behavioral Decision Making*, 1, 149-157.
- Fujita, M., Krugman, P. R., & Venables, A. (2001). *The spatial economy: Cities, regions, and international trade*. MIT press.
- Furuseth, O. J., & Lapping, M. (1999). *Contested countryside: The rural urban fringe in North America*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:127677373>
- Gacemi, M. el-Amine, Souiah, S. A., Rabehi, W., & Mansour, D. (2023). Automated Process for Classifying Built-up Areas Using Geospatial and Census Data, Applied to an Agglomeration of the Algerian Coast. *The Arab World Geographer*, 26(1), 38-56.
- Gallent, N. (2006). The Rural–Urban fringe: A new priority for planning policy? *Planning, Practice&Research*, 383-393. <https://doi.org/10.1080/02697450601090872>
- Gana, M., Benderradji, M., Saint-Gerand, T., & Alatou, D. (2017). Monitoring Land Use/Land Cover Dynamics in the Province of Constantine, Algeria Using Remote Sensing and GIS. *Indian Journal of Science and Technology*, 10, 1-9. <https://doi.org/10.17485/ijst/2017/v10i41/115586>
- Garreau, J. (1991). *Edge City: Life on the New Frontier*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:129892043>
- Ginsburg, N. S., Koppel, B. M., McGee, T. G., & Environment, E.-W. (1991). The Extended Metropolis: Settlement Transition in Asia. *The Journal of Asian Studies*, 51, 866-867.
- Gonçalves, J., Gomes, M. C., Ezequiel, S., Moreira, F., & Loupa-Ramos, I. (2017). Differentiating peri-urban areas: A transdisciplinary approach towards a typology. *Land Use Policy*, 63, 331-341. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.01.041>
- Google Earth Engine Team. (2013). *Google Earth Engine: A planetary-scale geospatial analysis platform* [Logiciel]. <https://earthengine.google.com/>

- HADEF, H. (2011). AUX MARGES DU SYSTEME URBAIN : LE PERIURBAIN ET LA CONSOMMATION DU FONCIER AGRICOLE - CAS DE SIKDA - ALGERIE. *Sciences & technologie. D, Sciences de la terre*, 34, 9-18.
- Hamers, D., & Piek, M. (2012). Mapping the future urbanization patterns on the urban fringe in the Netherlands. *Urban Research and Practice*, 5(1), 129-156.
<https://doi.org/10.1080/17535069.2012.656458>
- Harvey, J. T. (s. d.). *Population Estimation Models Based on Individual TM Pixels Introduction : Population Estimation by Orbital Remote Sensing*.
- Heikkila, E. J., Shen, T. Y., & Yang, K. Z. (2003). Fuzzy urban sets : Theory and application to desakota regions in China. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30(2), 239-254. <https://doi.org/10.1068/b12820>
- Hillier, B. (2002). A theory of the city as object : Or, how spatial laws mediate the social construction of urban space. *URBAN DESIGN International*, 7(3), 153-179.
<https://doi.org/10.1057/palgrave.udi.9000082>
- Huang, J., Zhou, Q., & Wu, Z. (2016). Delineating urban fringe area by land cover information entropy-an empirical study of guangzhou-foshan metroLa, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(5). <https://doi.org/10.3390/ijgi5050059>
- Huang, S.-L., Wang, S.-H., & Budd, W. W. (2009). Sprawl in Taipei's peri-urban zone : Responses to spatial planning and implications for adapting global environmental change. *Landscape and urban planning*, 90(1-2), 20-32.
- Hugo, G. (1996). *Urbanisation in Indonesia : City and countryside linked*.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:129990809>
- Iaquinta, D. L., & Drescher, A. W. (2000). Defining the peri-urban : Rural-urban linkages and institutional connections. *Land reform*, 2, 8-27.
- INCT. (2020). *Atlas Géographique de l'Algérie*. Institut National de Cartographie et de Télédétection.
<http://www.inct.dz>

- Jat, M. K., Garg, P. K., & Khare, D. (2008). Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10(1), 26-43. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2007.04.002>
- Jones, G. W., & Visaria, P. (Éds.). (1997). *Urbanization in Large Developing Countries : China, Indonesia, Brazil, and India*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198289746.001.0001>
- Kar, R., Obi Reddy, G. P., Kumar, N., & Singh, S. K. (2018). Monitoring spatio-temporal dynamics of urban and peri-urban landscape using remote sensing and GIS – A case study from Central India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 21(3), 401-411. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2017.12.006>
- Kew, B., & Lee, B. D. (2013). Measuring sprawl across the urban rural continuum using an amalgamated sprawl index. *Sustainability (Switzerland)*, 5(5), 1806-1828. <https://doi.org/10.3390/su5051806>
- Kontgis, C., Schneider, A., Fox, J., Saksena, S., Spencer, J. H., & Castrence, M. (2014). Monitoring peri-urbanization in the greater Ho Chi Minh City metropolitan area. *Applied Geography*, 53, 377-388. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.06.029>
- Kosko, B. (1991). *Neural networks and fuzzy systems : A dynamical systems approach to machine intelligence*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:63760>
- Kurtz, R. A., & Eicher, J. B. (1958). Fringe and suburb : A confusion of concepts. *Social Forces*, 32-37.
- Laar, J. A. (2010). Ambiguity in argument. *Argument and Computation*, 1, 125-146. <https://doi.org/10.1080/19462166.2010.486480>
- Laben, C. A., & Brower, B. V. (2000). *Process for enhancing the spatial resolution of multispectral imagery using pan-sharpening*.
- Lincaru, C., & Atanasiu, D. (2014). Periurban areas and population density clustering model. *Romanian Journal of Regional Science*, 8, 29-44.

- Liu, C., Valentine, G., Vanderbeck, R. M., Diprose, K., & McQuaid, K. (2018). Rural–urban inequality and the practice of promoting sustainability in contemporary China. *GeoJournal*, 84, 1187-1198.
- Liu, Z., & Robinson, G. M. (2016). Residential development in the peri-urban fringe : The example of Adelaide, South Australia. *Land Use Policy*, 57, 179-192.
- Low Choy, D., Serrao-Neumann, S., Crick, F., Schuch, G., Sanò, M., Staden, R., Sahin, O., Harman, B., & Baum, S. (2012). *Adaptation Options for Human Settlements in South East Queensland – Main Report*,.
- Lu, D., Weng, Q., & Li, G. (2006). Residential population estimation using a remote sensing derived impervious surface approach. *International Journal of Remote Sensing*, 27(16), 3553-3570.
- Maachou, H. (2008). *Conflits d'Usages et Dynamiques Spatiales; les Antagonismes dans l'Occupation des Espaces Périphériques des Grandes Villes en Algérie, Cas d'Oran*.
- Maachou, H. M. (2012). Agriculture et paysage des espaces périurbains algériens : Cas d'Oran (Algérie) (2012). *Projets de paysage*, 7. <https://doi.org/10.4000/paysage.16582>
- Maachou, H. M., & Otmane, T. (2016). L'agriculture périurbaine à Oran (Algérie) : Diversification et stratégies d'adaptation. *Cahiers Agricultures*, 25(2), 25002.
- MacGregor-Fors, I. (2010). How to measure the urban-wildland ecotone : Redefining « peri-urban » areas. *Ecological Research*, 25(4), 883-887. <https://doi.org/10.1007/s11284-010-0717-z>
- Madsen, M., Kristensen, S. B. P., Fertner, C., Busck, A. G., & Jørgensen, G. (2010). Urbanisation of rural areas : A case study from Jutland, Denmark. *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography*, 110, 47-63.
- Mamun, M. M. A., & Kim, S. M. (2019). Stakeholder analysis matrix for buffer zone management in the peri-urban area of Chittagong, Bangladesh. *Environment, Development and Sustainability*, 22, 5503-5520.
- McFarland, P. (2014). The Peri-urban Land-Use Planning Tangle : An Australian Perspective. *International Planning Studies*, 20, 161-179. <https://doi.org/10.1080/13563475.2014.965250>

- Mcgranahan, G., & Satterthwaite, D. (2003). Urban Centers : An Assessment of Sustainability. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 21, 45243-45274. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105541>
- McKenzie, F. (1996). *Beyond the suburbs : Population change in the major exurban regions of Australia*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:128052507>
- Merciu, F. C., Marvu, I., Iliescu, O. B., & Merciu, G. L. (2019). Delineation of the urban influence area using the multi-criteria assessment method. The case of focșani city, romania. *Journal of Settlements and Spatial Planning*, 10(1), 13-28. <https://doi.org/10.24193/JSSP.2019.1.02>
- Mortoja, M. G., Yigitcanlar, T., & Mayere, S. (2020). What is the most suitable methodological approach to demarcate peri-urban areas ? A systematic review of the literature. *Land Use Policy*, 95. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104601>
- Mostari, A., Benabdeli, K., & Farah, T. (2021). Assessment of the impact of urbanisation on agricultural and forest areas in the coastal zone of Mostaganem (western Algeria). *Ekológia (Bratislava)*, 40, 230-239. <https://doi.org/10.2478/eko-2021-0025>
- Mustak, S., Baghmar, N. K., Srivastava, P. K., Singh, S. K., & Binolakar, R. (2018). Delineation and classification of rural–urban fringe using geospatial technique and onboard DMSP–Operational Linescan System. *Geocarto International*, 33, 375-396.
- Mwalukasa, M. (2000). Institutional aspects of urban agriculture in the city of Dar es Salaam. *Growing cities, growing food: urban agriculture on the policy agenda. A reader on urban agriculture*, 147-159.
- Naizot, T., Auda, Y., Dervieux, A., Thioulouse, J., & Bellan, et. (2004). Une nouvelle analyse multi-temporelle d’images satellitaires, les résidus de l’Analyse en Composantes Principales. Un cas d’étude : Une série d’images Landsat Thematic Mapper de la Camargue, France. *International Journal of Remote Sensing*, 25, 1925-1938. <https://doi.org/10.1080/01431160310001642313>
- Nemouchi, H., & Zeghiche, A. (2021). Oran : Des terres agricoles sacrifiées pour un urbanisme sauvage. *Belgeo*, 1. <https://doi.org/10.4000/belgeo.46093>

- Nilsson, K., Pauleit, S., Bell, S., Aalbers, C., & Nielsen, T. A. S. (2013). *Peri-urban futures : Scenarios and models for land use change in Europe*. Springer Science & Business Media.
- Obour, P. B., Dadzie, F. A., Kristensen, H. L., Rubæk, G. H., Kjeldsen, C., & Saba, C. K. S. (2015). Assessment of farmers' knowledge on fertilizer usage for peri-urban vegetable production in the Sunyani Municipality, Ghana. *Resources, Conservation and Recycling*, 103, 77-84.
- OECD. (2011). OECD REGIONAL TYPOLOGY. *Directorate for Public Governance and Territorial Development*.
https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/OECD_regional_typology_Nov2012.pdf
- ONM. (2021). *Rapport Annuel sur le Climat de l'Algérie*. Office National de la Météorologie.
<http://www.meteo.dz>
- ONS. (2008a). *Armature Urbaine, Recensement général de la population et de l'habitat*. (Rapport Statistique No. Collections Statistiques N° 163/2011).
- ONS. (2008b). *Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2008*. Office National des Statistiques. <http://www.ons.dz>
- Orsini, F., Kahane, R., Nono-Womdim, R., & Gianquinto, G. (2013). Urban agriculture in the developing world : A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(4), 695-720. Agritrop 14-oct-2024. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0143-z>
- Palchoudhuri, Y., Valcarce-Diñeiro, R., King, P., & Sanabria-Soto, M. (2018). Classification of multi-temporal spectral indices for crop type mapping : A case study in Coalville, UK. *The Journal of Agricultural Science*, 156, 1-13. <https://doi.org/10.1017/S0021859617000879>
- Péchoux, P.-Y. (1975). Mostaganem, ou la mutation d'une région coloniale en Algérie. *Annales de Géographie*, 699-713.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(5), 1633-1644.
<https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>

- Peng, J., Hu, Y., Liu, Y., Ma, J., & Zhao, S. (2018). A new approach for urban-rural fringe identification : Integrating impervious surface area and spatial continuous wavelet transform. *Landscape and Urban Planning*, 175, 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.03.008>
- Petitjean, F., Gançarski, P., & Masseglia, F. (2010). Extraction de motifs d'évolution dans les séries temporelles d'images satellites. *Spatial analysis and geomatics*.
- Pulighe, G., & Lupia, F. (2016). Mapping spatial patterns of urban agriculture in Rome (Italy) using Google Earth and web-mapping services. *Land Use Policy*, 59, 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.001>
- Rahimi, A. (2016). A methodological approach to urban land-use change modeling using infill development pattern—A case study in Tabriz, Iran. *Ecological Processes*, 5. <https://doi.org/10.1186/s13717-016-0044-6>
- Ridd, M. K., & Liu, J. (1998). A comparison of four algorithms for change detection in an urban environment. *Remote sensing of environment*, 63(2), 95-100.
- Saadi, S. & Algérie. (2011). *Développement de la Zone Périurbaine du Grand Alger*.
- Saksena, S., Fox, J., Spencer, J., Castrence, M., DiGregorio, M., Epprecht, M., Sultana, N., Finucane, M., Nguyen, L., & Vien, T. D. (2014). Classifying and mapping the urban transition in Vietnam. *Applied Geography*, 50, 80-89. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.02.010>
- Semmoud, B. (2009). Appropriations et usages des espaces urbains en Algérie du Nord. *Cahiers de géographie du Québec*, 53(148), 101-118.
- Semmoud, B., & Ladhém, A. (2015). L'agriculture périurbaine face aux vulnérabilités foncières en Algérie. *Territoire en mouvement*, 26. <https://doi.org/10.4000/tem.2845>
- Seto, K., Reenberg, A., Boone, C., Fragkias, M., Haase, D., Langanke, T., Marcotullio, P., Munroe, D., Olah, B., & Simon, D. (2012). Urban Land Teleconnections and Sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 7687-7692. <https://doi.org/10.1073/pnas.1117622109>

- Shi, Y., Sun, X., Zhu, X., Li, Y., & Mei, L. (2012). Characterizing growth types and analyzing growth density distribution in response to urban growth patterns in peri-urban areas of Lianyungang City. *Landscape and urban planning*, 105(4), 425-433.
- Skupinski, G., Tran, D.-B., & Weber, C. (2009). Les images satellites Spot multi-dates et la métrique spatiale dans l'étude du changement urbain et suburbain – Le cas de la basse vallée de la Bruche (Bas-Rhin, France). *CyberGeo: European Journal of Geography*. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.21995>
- Snow, A. (2010). Ambiguity and the value of information. *Journal of Risk and Uncertainty*, 40(2), 133-145. JSTOR.
- SOUIAH, S.-A. (2010). *L'habitat des pauvres dans les villes algériennes*.
- Sudhira, H. S., Ramachandra, T. V., & Jagadish, K. (2004). Urban sprawl : Metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5, 29-39. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2003.08.002>
- Sutton, P. C., Cova, T. J., & Elvidge, C. D. (2006). Mapping « Exurbia » in the conterminous United States using nighttime satellite imagery. *Geocarto International*, 21(2), 39-45. <https://doi.org/10.1080/10106040608542382>
- Sutton, P. C., Goetz, A. R., Fildes, S., Forster, C., & Ghosh, T. (2010). Darkness on the Edge of Town : Mapping Urban and Peri-Urban Australia Using Nighttime Satellite Imagery. *The Professional Geographer*, 62, 119-133.
- Tacoli, C. (1998). Rural-urban interactions : A guide to the literature. *Environment and Urbanization*, 10(1), 147-166. <https://doi.org/10.1177/095624789801000105>
- Tacoli, C. (2001). *Livelihoods impacts and strategies of the periurban poor*. Proceedings of the Conference on Rural-Urban Encounters: Managing the Environment of the Periurban Interface, London, UK.
- Tayyebi, A., Perry, C., & Tayyebi, A. H. (2013). Predicting the expansion of an urban boundary using spatial logistic regression and hybrid raster–vector routines with remote sensing and GIS.

International Journal of Geographical Information Science.

<https://doi.org/10.1080/13658816.2013.845892>

Teriman, S., Yigitcanlar, T., & Mayere, S. (2009). URBAN SUSTAINABILITY AND GROWTH MANAGEMENT IN SOUTH-EAST ASIAN CITY REGIONS: THE CASE OF KUALALUMPUR AND HONGKONG. *PLANNING MALAYSIA JOURNAL*, 7. <https://doi.org/10.21837/pmjournal.v7.i1.71>

Thapa, R. B., & Murayama, Y. (2008). Land evaluation for peri-urban agriculture using analytical hierarchical process and geographic information system techniques : A case study of Hanoi. *Land use policy*, 25(2), 225-239.

Thomas, D. (1974). *The urban fringe : Approaches and attitudes*. John Wiley & Sons: Chichester.

Tian, L., Ge, B., & Li, Y. (2017). Impacts of state-led and bottom-up urbanization on land use change in the peri-urban areas of Shanghai : Planned growth or uncontrolled sprawl? *Cities*, 60, 476-486.

Touati, W. (2014). *L'incohérence de la dynamique périurbaine entre les sollicitations urbanistique et la nécessité de transition équilibrée ville campagne : Cas de la ville de Batna* [Magister thesis, Université de Batna 2]. <http://eprints.univ-batna2.dz/id/eprint/584>

Valette, É., Chéry, J.-P., Debolini, M., Azodjilande, J., Francois, M., & El Amrani, M. (2013). Urbanisation en périphérie de Meknès (Maroc) et devenir des terres agricoles : L'exemple de la coopérative agraire Naïji. *Cahiers Agricultures*, 22(6), 535-543.

Valette, E., & Philifert, P. (2014). L'agriculture urbaine : Un impensé des politiques publiques marocaines ? *Géocarrefour*, 89(1-2), 75-83. <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.9411>

Valette, P., Élodie ;. Dugué. (2017). L'urbanisation, facteur de développement ou d'exclusion de l'agriculture familiale en périphérie des villes : Le cas de la ville de Meknès, Maroc. *VertigO*, 17(1).

- Wandl, A., & Magoni, M. (2017). Sustainable Planning of Peri-Urban Areas : Introduction to the Special Issue. *Planning Practice & Research*, 32(1), 1-3.
<https://doi.org/10.1080/02697459.2017.1264191>
- Wang, L., & Wu, C. (2010). Population estimation using remote sensing and GIS technologies. *International Journal of Remote Sensing*, 31(21), 5569-5570.
- Wästfelt, A., & Zhang, Q. (2016). Reclaiming localisation for revitalising agriculture : A case study of peri-urban agricultural change in Gothenburg, Sweden. *Journal of rural studies*, 47, 172-185.
- Webster, D. (2002). *On the Edge : Shaping the Future of Peri-urban East Asia*.
- Webster, D., & Muller, L. (2002). *Challenges of peri-urbanization in the Lower Yangtze Region : The case of the Hangzhou-Ningbo Corridor*. Asia/Pacific Research Center Stanford, CA.
- Wellmann, T., Haase, D., Knapp, S., Salbach, C., Selsam, P., & Lausch, A. (2018). Urban land use intensity assessment : The potential of spatio-temporal spectral traits with remote sensing. *Ecological Indicators*, 85, 190-203. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.029>
- Whitehand, J. W. R. (1988). Urban fringe belts : Development of an idea. *Planning perspectives*, 3(1), 47-58.
- Willis, A.-M. (2007). From Peri-Urban to Unknown Territory. *Design Philosophy Papers*, 5(2), 79-90. <https://doi.org/10.2752/144871307X13966292017432>
- Wilson, B. K., & Song, Y. (2010). Do Large Residential Subdivisions Induce Further Development? *Journal of the American Planning Association*, 77, 22-25.
- Woltjer, J. (2014). A Global Review on Peri-Urban Development and Planning. *Journal of Regional and City Planning*, 25, 1-16.
- WorldCover Product Validation Report V2.0*. (2024). https://esa-worldcover.s3.eu-central-1.amazonaws.com/v200/2021/docs/WorldCover_PVR_V2.0.pdf
- Wu, S., Qiu, X., & Wang, L. (2005). Population estimation methods in GIS and remote sensing : A review. *GIScience & Remote Sensing*, 42(1), 80-96.

- Wu, W., Zhao, S., & Henebry, G. M. (2018). Drivers of urban expansion over the past three decades : A comparative study of Beijing, Tianjin, and Shijiazhuang. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, 1-15.
- Xu, Q., Zheng, X., & Zhang, C. (2018). Quantitative Analysis of the Determinants Influencing Urban Expansion : A Case Study in Beijing, China. *Sustainability*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/su10051630>
- Yamani, L., & Trache, S. M. (2020). Contournement des instruments d'urbanisme dans l'urbanisation de l'agglomération mostaganémoise (Algérie). *Cybergeo: European Journal of Geography*.
- Yeprintsev, S. A., Klevtsova, M. A., Lepeshkina, L. A., Shekoyan, S. V., & Voronin, A. A. (2018). Assessment of the dynamics of urbanized areas by remote sensing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 115(1), 012034. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/115/1/012034>
- Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N.-E., Xu, P., Ramoino, F., & Arino, O. (2022). *ESA WorldCover 10 m 2021 v200 (Version v200) [Data set]* [Jeu de données]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221>
- Zdruli, P. (2014). Land Resources of the Mediterranean : Status, Pressures, Trends and Impacts on Future Regional Development. *Land Degradation and Development*, 25. <https://doi.org/10.1002/ldr.2150>

Annexe

Formulaire de Sondage pour les Acheteurs de Terrain

Merci de remplir ce formulaire pour nous aider à mieux comprendre vos attentes d'achat.

1. **Nom** : _____
2. **Prix de Terrain Recherché** (par m², en Dinars algériens) : _____
3. **Budget Alloué** (en Dinars algériens) : _____
4. **Type d'Achat**
 1. Crédit
 2. Cash
 3. Facilité de paiement
5. **Statut Juridique du Terrain**
 1. Important
 2. Moins important
6. **Accessibilité Recherchée**
 1. Proximité des commerces
 2. Proximité d'une mosquée
 3. Proximité d'écoles (primaire, collège, lycée)
7. **Infrastructures Souhaitées**
 1. Gaz
 2. Eau
 3. Électricité
 4. Assainissement
8. **Priorités d'Achat**

Veuillez classer les éléments ci-dessous selon leur importance (1 = Très important, 7 = Moins important) :

1. **Infrastructures** (gaz, eau, électricité, assainissement) : ____
2. **Prix du Terrain** : ____
3. **Accessibilité** (commerces, mosquées, écoles) : ____
4. **Isolement** (dans quartier résidentiel ou isolé) : ____
5. **Attractivité Environnementale** (vue sur mer, réputation du quartier) : ____
6. **Statut Juridique** (ex : livret foncier, acte en indivision) : ____
7. **Voisinage** : ____

Formulaire de Sondage pour les Vendeurs de Terrain

Merci de remplir ce formulaire afin de nous aider à collecter des informations essentielles sur votre terrain.

1. Localisation du Terrain

- **Commune** :
- **Quartier** :

2. Situation Juridique du Terrain

- Livret foncier
- Acte en indivision
- Papier timbré
- Sans papier
- Autre (veuillez préciser) : _____

3. Isolement

- Le terrain se situe-t-il dans un quartier résidentiel ?
 - Oui
 - Non, il est isolé

4. Type de Terrain

- Terrain urbanisable
- Terrain agricole

5. **Superficie du Terrain** (en m²) : _____

6. **Prix Demandé** (en Dinars algériens) : _____

7. **Propriétaire Actuel**

- Premier propriétaire
- Revendeur

8. **Si le Terrain est Agricole, Pourquoi le Vendez-vous ?**

- Héritage
- Mal exploitation
- Non fertile
- Autre raison (veuillez préciser) : _____